ANAIS

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS

28 a 31/05/2019

Ponta Grossa - PR

O DESAFIO DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA COM BAIXO IMPACTO AMBIENTAL

Editores:

Eduardo Augusto Agnellos Barbosa
Adriel Ferreira da Fonseca
Neyde Fabíola Balarezo Giarola
Fabrício Tondello Barbosa
Carolina Weigert Galvão
Lutécia Beatriz Canalli
Josiane Bürkner dos Santos

UEPG Universidade Estadual de Ponta Grossa

SBCS Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Núcleo Estadual Paraná

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS

28 a 31/05/2019 Ponta Grossa - PR

RESUMOS

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo - RPCS

O desafio da Produção Agropecuária com Baixo Impacto Ambiental

Editores:

Eduardo Augusto Agnellos Barbosa
Adriel Ferreira da Fonseca
Neyde Fabíola Balarezo Giarola
Fabrício Tondello Barbosa
Carolina Weigert Galvão
Lutécia Beatriz Canalli
Josiane Bürkner dos Santos

Realização

UEPG Universidade Estadual de Ponta Grossa

Promoção

SBCS Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Núcleo Estadual Paraná

SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO
NÚCLEO ESTADUAL PARANÁ

Diretoria

Diretor: Dr. Oromar João Bertol – Emater - Curitiba

Vice-Diretor: Prof. Dr. Jeferson Dieckow - UFPR - Curitiba

Secretário: Prof. Dr. Paulo César Conceição - UTFPR - Dois Vizinhos

Tesoureiro: Dr. Tiago Santos Telles - IAPAR – Londrina

Capa

Eduardo Augusto Agnellos Barbosa

Diagramação
Eduardo Augusto Agnellos Barbosa

Todos os direitos reservados.
É permitida a reprodução parcial, desde que citada a fonte.
É proibida a reprodução total desta obra.

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

Reunião Paranaense de Ciência do Solo - RPCS- (6, 2019 : Ponta Grossa, PR)
R444 Anais eletrônicos da VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo – RPCS: o desafio da produção agropecuária com baixo impacto ambiental de 28 a 31 de maio de 2019 [Publicação eletrônica]/ Eduardo Augusto Agnellos Barbosa et al. (Org.). Ponta Grossa: UEPG/PROEX, 2019.
994p.; E-book PDF

ISBN: 978-85-63023-46-9

1. Agronomia. 2. Agropecuária 3. Meio ambiente. I. Barbosa, Eduardo Augusto Agnellos et al. (Org.). II. Universidade Estadual de Ponta Grossa/ Pró-reitoria de Extensão e Assuntos Culturais. III.

CDD: 630

Ficha Catalográfica elaborada por Maria Luzia F. Bertholino dos Santos – CRB 9/986

PROMOÇÃO

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo
Núcleo Estadual Paraná

REALIZAÇÃO

UEPG Universidade Estadual de Ponta Grossa

PATROCÍNIO

Sepam colégio

SISTEMA FAEP
SENAR PARANÁ
FAEP FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA DO ESTADO DO PARANÁ
SINDICATO RURAL

PREMIUM VILA VELHA HOTEL

GRAP AGROCETE

analytikjena An Endress+Hauser Company

CALPAR CALCÁRIO AGRÍCOLA

CREA-PR Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná

MADERO

TECNAL EQUIPAMENTOS CIENTÍFICOS

TRATORNEW

ALEMMAR +70 ANOS

LI-COR

ARAUNAH agro AGRICULTURA + INTELIGENTE

APOIO

IAPAR

EMATER INSTITUTO PARANAENSE DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo

ENGENHEIRO AGRÔNOMO AEACG - Ponta Grossa - PR

LEI DE INCENTIVO AO TURISMO

FUMTUR PONTA GROSSA - PR

COMTURPG CONSELHO MUNICIPAL DE TURISMO DE PONTA GROSSA

PONTA GROSSA turística 2026

PONTA GROSSA CAMPOS GERAIS CONVENTION & VISITORS BUREAU

PREFEITURA DE PONTA GROSSA

OBSERVAÇÃO

A linguagem escrita, os conceitos e opiniões emitidos nos resumos constantes desta publicação são de inteira responsabilidade dos respectivos autores. A Comissão Organizadora não assume responsabilidades pelos dados e conclusões emitidas pelos autores.

VI REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO

COMISSÃO ORGANIZADORA

Coordenador Geral: Prof. Dr. Adriel Ferreira da Fonseca - UEPG - Ponta Grossa

Vice-Coordenadora Geral: Dra. Josiane Bürkner dos Santos - IAPAR - Ponta Grossa

Secretária Geral: Profa. Dra. Neyde Fabíola Balarezo Giarola - UEPG - Ponta Grossa

Vice- Secretária Geral: Profa. Dra. Carolina Weigert Galvão – UEPG - Ponta Grossa

Tesoureiro: Prof. Dr. Fabrício Tondello Barbosa – UEPG - Ponta Grossa

Vice- Tesoureiro: Me. Marcelo Ferreira Hupalo – EMATER – Reserva

Coordenador Técnico-Científico: Prof. Dr. Eduardo A. A. Barbosa - UEPG - Ponta Grossa

Coordenadora Técnico-Científica: Dra. Lutécia Beatriz Canalli – IAPAR – Ponta Grossa

Apoio à Coordenação: Turismóloga Karen Kobilarz – Ponta Grossa

Apoio à Coordenação: Me. Keli Cristina Silva Guera – UEPG - Ponta Grossa

Apoio à Secretaria: Eng. Agr. Alisson Marcos Fogaça – UEPG – Ponta Grossa

Apoio à Secretaria: Biol. Daiane Hyeda – UEPG – Ponta Grossa

Apoio à Secretaria: Me. Regiane Kazmierczak – UEPG – Ponta Grossa

Apoio à Tesouraria: Me. Santos Henrique Brant Dias – UEPG – Ponta Grossa

COMITÊ CIENTÍFICO

Dra. Aline Marques Genú – UNICENTRO - Guarapuava

Dr. Antonio Carlos Andrade Gonçalves – UEM - Maringá

Dr. Antonio Carlos Saraiva da Costa – UEM - Maringá

Dr. Arnaldo Colozzi Filho Colozzi – IAPAR - Londrina

Dr. Cristiano André Pott – UNICENTRO – Guarapuava

Dr. Daniel Ruiz Potma Gonçalves – UEPG – Ponta Grossa

Dr. Dimas Soares Júnior – IAPAR – Londrina

Dr. Ederson da Conceição Jesus – Embrapa Agrobiologia/RJ - Seropédica

Dr. Eduardo Augusto Agnellos Barbosa – UEPG- Ponta Grossa

Dr. Elir de Oliveira – IAPAR - Santa Tereza do Oeste

Dr. Estêvão Vicari Mellis – IAC - Campinas

Dra. Fabiana Schmidt - EPAGRI/SC - Itajaí

Dra. Fabiane Machado Vezzani – UFPR - Curitiba

Dr. Fabrício Tondello Barbosa – UEPG – Ponta Grossa

Me. Isabela Letícia Pessemti – UEPG – Ponta Grossa

Dr. Ivo Zution Gonçalves – UNL/EUA – Lincon/Nebraska

Dr. João Tavares Filho – UEL - Londrina

Dr. Júlio César Ramos - EPAGRI/SC – Campos Novos

Dra. Laíse da Silveira Pontes – IAPAR – Ponta Grossa

Dr. Leandro Rampim – UNICENTRO - Guarapuava

Dr. Luís César Cassol – UTFPR – Pato Branco

Dr. Marcelo Marques Lopes Müller - UNICENTRO - Guarapuava

Dr. Marcelo Ricardo de Lima – UFPR - Curitiba

Dr. Marco Antonio Nogueira – Embrapa Soja - Londrina

Dr. Marcos Rafael Nanni – UEM - Maringá

Dra. Maria de Fátima Guimarães – UEL - Londrina

Dra. Marie Luise Carolina Bartz – UP - Curitiba

Dra. Nerilde Favaretto – UFPR - Curitiba

Dr. Osvaldo Guedes Filho - UFPR – Jandaia do Sul

Dr. Pedro Rodolfo Siqueira Vendrame – UEL – Londrina

Dr. Ricardo Marques Coelho – IAC – Campinas

Me. Santos Henrique Brant Dias – UEPG – Ponta Grossa

Dr. Volnei Pauletti – UFPR - Curitiba

Dr. Yuri Jacques Agra Bezerra da Silva – UFPI/PI – Bom Jesus

PROGRAMAÇÃO

Data: 28 de maio de 2019

Horário	Atividade/Palestra
07:30 às 08:00 horas	Entrega do Material
08:00 às 08:20 horas	Solenidade Oficial de Abertura
08:20 às 08:35 horas	"Lançamento do Manual de Manejo e Conservação do Solo e da Água para o Estado do Paraná", pelo NEPAR-SBCS
	Conferência Produtividade Agropecuária e Impacto Ambiental. Moderador: Dr. Oromar João Bertol (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater-PR)
08:35 às 9:20 horas	A Dimensão Real da Sustentabilidade da Produção Agropecuária Brasileira Dr. Ildegardis Bertol (Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC
09:20 às 09:30 horas	Empresa Patrocinadora: Calpar Calcário Agrícola
09:30 às 09:45 horas	Debate
09:45 às 10:05 horas	Coffe Break
	Mesa Redonda: Degradação do solo e da água em áreas cultivadas. Moderador: Dr. Oromar João Bertol (Instituto Paranaense de Assistência Técnica e Extensão Rural – Emater-PR)
10:05 às 10:35 horas	Degradação do Solo: um Problema Global que Põe em Risco o Desenvolvimento Sustentável Dr. Álvaro Luiz Mafra (Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC)
10:35 às 11:05 horas	Panorama Atual dos Processos de Degradação dos Solos no Estado do Paraná Dra. Graziela Moraes de Cesare Barbosa (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR)
11:05 às 11:35 horas	Agricultura em Zonas Ripárias do Sul do Brasil: Conflitos de Uso da Terra e Impactos nos Recursos Hídricos Dr. Luiz Carlos Pittol Martini (Universidade Federal de Santa Catarina – UFSC)

11:35 às 12:05 horas	Impacto dos Sistemas de Produção Agropecuária sobre a Qualidade da Água Dra. Nerilde Favaretto (Universidade Federal do Paraná – UFPR)
12:05 às 12:30 horas	Debate
12:30 às 14:00 horas	Intervalo para Almoço
	Mesa Redonda: Políticas e Programas Governamentais Voltados à Sustentabilidade Ambiental da Agropecuária Moderador: Dr. Arnaldo Colozzi Filho (Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR)
14:00 às 14:30 horas	Prosolo Paraná: Estrutura e Perspectivas Me. Werner Hermann Meyer Junior (Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP)
14:30 às 15:00 horas	A Rede Agropesquisa Paraná: Estrutura e Perspectivas Dr. André Pellegrini (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR)
15:00 às 15:30 horas	Utilização de Dados Hidrológicos do Projeto de Monitoramento de Bacias do Paraná para o Planejamento Conservacionista em Propriedades Rurais Dr. Gustavo Henrique Merten (University of Minnesota)
15:30 às 15:40 horas	Empresa Patrocinadora: Colégio Pontagrossense SEPAM
15:40 às 16:10 horas	Debate
16:10 às 16:30 horas	*Coffee Break*
16:30 às 16:40 horas	Sorteio de brindes
16:40 às 18:00 horas	Apresentação de Trabalhos (Pôsteres)

Data: 29 de maio de 2019

Horário	**Atividade/Palestra**
	Conferência: Produtividade Agropecuária e Impacto Ambiental. Moderadora: Dra. Lutécia Beatriz dos Santos Canalli (Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR)

08:00 às 08:45 horas	Serviços Ecossistêmicos do Solo e Capital Natural: Uma Visão Global Dr. Ademar Ribeiro Romeiro (Universidade Estadual de Campinas – Unicamp)
08:45 às 08:55 horas	Empresas Patrocinadoras: Conselho Regional de Engenharia e Agronomia do Paraná (CREA-PR) e Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais (AEACG)
08:55 às 09:10 horas	Debate
	Mesa Redonda: Conservação Ambiental em Propriedades Rurais. Moderadora: Dra. Lutécia Beatriz dos Santos Canalli (Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR)
09:10 às 09:40 horas	Avaliação de Serviços Ecossistêmicos Provisionados pelo Solo Dr. Maurício Roberto Cherubin (Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP/ESALQ)
09:40 às 10:10 horas	Gerenciamento e Restauração dos Fluxos Hidrológicos em Propriedades Rurais: Benefícios Ambientais e Econômicos Dr. Fernando Falco Pruski (Universidade Federal de Viçosa – UFV)
10:10 às 10:30 horas	*Coffe Break*
10:30 às 11:00 horas	A Qualidade da Água como Indicador do Uso e Ocupação do Solo: do Dr. Gabriel Barth (Fundação ABC)Monitoramento à Possibilidade de Pagamento por Serviços Ambientais
11:00 às 11:30 horas	Avaliação do Ciclo de Vida (ACV): uma Ferramenta para a Sustentabilidade Dra. Cássia Maria Lie Ugaya (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR)
11:30 às 12:00 horas	Debate
12:00 às 13:30 horas	Intervalo para almoço
	Mesa Redonda: Indicadores, Avaliação e Gerenciamento da Qualidade dos Solos. Moderador: Dr. Adriel Ferreira da Fonseca (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG)
13:30 às 14:00 horas	Uso do Biocarvão em Solos Brasileiros: Implicações e Perspectivas Dra. Claudia Maria Branco de Freitas Maia (Embrapa Floresta)
14:00 às 14:30 horas	Rochagem: Mitos e Fatos Dr. Antônio Carlos Saraiva da Costa (Universidade Estadual de Maringá – UEM)
14:30 às 15:00 horas	O Manejo de Nutrientes 4Cs em Sistemas de Produção Dr. Luis Ignácio Prochnow (Nutrição de Plantas Ciência e Tecnologia – NPCT)

15:00 às 15:30 horas	Plantas de Cobertura do Solo com Foco na Agricultura de Baixo Carbono Me. Leandro do Prado Wildner (Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri)
15:30 às 15:40 horas	Empresa Patrocinadora: Analytik Jena
15:40 às 16:10 horas	Debate
16:10 às 16:30 horas	*Coffee Break*
16:30 às 16:40 horas	Sorteio de brindes
16:40 às 18:00 horas	Apresentação de Trabalhos (Pôsteres)

Data: 30 de maio de 2019

Horário	**Atividade/Palestra**
	Conferência: Produtividade Agropecuária e Impacto Ambiental. Moderadora: Dra. Carolina Weigert Galvão (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG).
08:00 às 08:45 horas	Diversidade Microbiana nos Solos: Recursos Genéticos para a Produção Sustentável e Qualidade Ambiental. Dra. Fátima Maria de Souza Moreira (Universidade Federal de Lavras – UFLA)
08:45 às 08:55 horas	Empresa Patrocinadora: Agrocete/GRAP Nutrientes
08:55 às 09:10 horas	Debate
	Mesa Redonda: Indicadores, Avaliação e Gerenciamento da Qualidade dos Solos Moderadora: Dra. Carolina Weigert Galvão (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG)
09:10 às 09:40 horas	Biota do Solo e Produtividade Agrícola Dr. André Luiz Martinez de Oliveira (Universidade Estadual de Londrina – UEL)

09:40 às 10:10 horas	Coinoculação de Rizobactérias e seu Efeito sobre o Desenvolvimento e Produtividade do Feijão Dr. Ederson da Conceição Jesus (Embrapa Agrobiologia)
10:10 às 10:30 horas	*Coffee Break*
10:30 às 11:00 horas	Ribopeaks: um Classificador Taxonômico de Rizobactérias Baseado em Espectrometria de Massa Dr. Rafael Mazer Etto (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG)
11:00 às 11:30 horas	Gestão de Resíduos Agropecuários e Qualidade do Solo Dr. Rodrigo da Silveira Nicoloso (Embrapa Suínos e Aves)
11:30 às 12:00 horas	Debate
12:00 às 13:30 horas	Intervalo para almoço
	Mesa Redonda: Indicadores, Avaliação e Gerenciamento da Qualidade dos Solos. Moderador: Dra. Neyde Fabíola Balarezo Giarola (Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG)
13:30 às 14:00 horas	Delimitação de Unidades de Manejo com Uso de Sensores para Determinação de Atributos do Solo Dr. Leandro Gimenez (Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” – USP/ESALQ)
14:00 às 14:30 horas	Predição da Compactação do Solo em Áreas Cultivadas Dr. Renato Paiva de Lima (Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE)
14:30 às 15:00 horas	Novas Tecnologias para o Inventário Espacial da Qualidade dos Solos Dr. Marcos Rafael Nanni (Universidade Estadual de Maringá – UEM)
15:00 às 15:30 horas	Novidades e Desafios do Mapeamento Digital de Solos em Alta Resolução Dr. Alessandro Samuel Rosa (Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR)
15:30 às 15:40 horas	Empresa Patrocinadora: Sistema FAEP (Serviço Nacional de Aprendizagem Rural – Paraná – SENAR-PR, Federação da Agricultura do Estado do Paraná – FAEP, e Sindicato Rural)
15:40 às 16:10 horas	Debate
16:10 às 16:30 horas	*Coffee Break*
16:30 às 16:40 horas	Sorteio de brindes

16:40 às 18:00 horas	Apresentação de Trabalhos (Pôsteres)

Data: 31 de maio de 2019

Horário	Minicurso
08:00 às 12:00 horas	Uso do Novo Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná / Dr. Volnei Pauletti (Universidade Federal do Paraná – UFPR). Local: Associação dos Engenheiros Agrônomos dos Campos Gerais (AEACG)
08:00 às 12:00 horas	Uso de Drones nos Estudos de Erosão / Dr. Selma Regina Aranha Ribeiro (Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG) Local: Universidade Estadual de Ponta Grossa – Uvaranas (UEPG)
	Excursão Turística
08:00 às 12:00 horas	Visita ao Parque Estadual de Vila Velha, Arenitos, Furnas e Lagoa Dourada - Roteiro Especial para o Evento, com transporte incluso e Guias de Turismo de Ponta Grossa Núcleo de Guias de Turismo da Cidade de Ponta Grossa (NGTUR)

SUMÁRIO

PALESTRAS

DEGRADAÇÃO DO SOLO: UM PROBLEMA GLOBAL QUE PÕE EM RISCO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....20

EVOLUÇÃO CONCISA DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE ZONAS RIPÁRIAS E SEUS DESAFIOS PARA APLICAÇÃO NO SUL DO BRASIL.....32

AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVISIONADOS PELO SOLO 49

ROCHAGEM: MITOS E FATOS.....65

DIVERSIDADE MICROBIANA NOS SOLOS: RECURSOS GENÉTICOS PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E QUALIDADE AMBIENTAL 82

RIBOPEAKS: UM CLASSIFICADOR TAXONÔMICO DE RIZOBACTÉRIAS BASEADO EM ESPECTROMETRIA DE MASSA.....99

NOVIDADES E DESAFIOS DO MAPEAMENTO DIGITAL DO SOLO DE ALTA RESOLUÇÃO.....100

RESUMOS EXPANDIDOS

ESTUDO DE DIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS NA QUALIDADE BIOLÓGICA DE DIFERENTES MANEJOS DE SOLO.....116

REFERÊNCIAS PARA USO DE GESSO EM LATOSSOLO ARENOSO CULTIVADO COM SOJA 120

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA O ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS METANOTRÓFICAS ORIUNDAS DE SOLOS FLORESTAIS 124

FAUNA EPIEDÁFICA EM PLANTIO DE *Dendrocalamus giganteus* SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO 128

COMUNIDADE DE COLÊMBOLOS EM SOLO HIDROMÓRFICO 132

ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E MINERAL NA CULTURA DO MILHO EM SOLO DE FERTILIDADE CONSTRUÍDA.....136

PROCESSOS PEDOGENÉTICOS NO PRIMEIRO PLANALTO PARANAENSE REPRESENTADOS POR ÍNDICES DE RELEVO 140

EFEITO DO MILHETO NA ESTRUTURA DE UM LATOSSOLO ARENOSO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR 148

PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ESCALA DE ENCOSTA COM TERRAÇOS RECÉM IMPLANTADOS.....152

TRANSFORMAÇÃO POLÍTICA DOS PROFESSORES QUE PARTICIPARAM DO CURSO DE SOLOS DO “PROGRAMA SOLO NA ESCOLA/UFPR” 156

ACÚMULO DE FITOMASSA DE ADUBOS VERDES SOB EFEITO DA APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA EM LONGO PRAZO 160

CARACTERIZAÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA 164

VALIDAÇÃO DE NOVA RECOMENDAÇÃO DE GESSAGEM PARA LATOSSOLO DE TEXTURA ARENOSA CULTIVADO COM SOJA 168

TRANSPORTE DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES SOB PLANTIO DIRETO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO 172

CRESCIMENTO RADICULAR DE MILHO SOB DOSES DE GESSO AGRÍCOLA E NITROGÊNIO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO 176

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA 180

INFLUÊNCIA DO VOLUME DA AMOSTRA NA AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO 184

VIABILIDADE AGRONÔMICA DA INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO MILHO 188

A MINERALOGIA DETERMINANDO O COMPORTAMENTO QUÍMICO DOS SOLOS RONDONIENSES 192

EFEITO DA GESSAGEM EM LONGO PRAZO NA DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE ADUBOS VERDES 196

DIFRAÇÃO DE RAIOS-X DE AMOSTRAS DE CALCÁRIO 200

INOCULAÇÃO DE POTENCIAIS MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO VEGETAL EM TRIGO 204

CINÉTICA DE LIBERAÇÃO DE MACRONUTRIENTES (Ca, Mg e K) NA TOPOSEQUÊNCIA DE SOLOS DE IBIPORÃ 208

XISTO RETORTADO RETÉM AMÔNIA VOLATILIZADA DA UREIA 212

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO EM PASTAGEM PERMANENTE E LAVOURA 216

DEJETO LÍQUIDO BOVINO APLICADO EM LONGO PRAZO: PRODUTIVIDADE DE GRÃOS ACUMULADA E FERTILIDADE DO SOLO 220

AGRICULTURA DE PRECISÃO NA CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE FÓSFORO E POTÁSSIO NO MUNÍCIPIO DE CORONEL DOMINGOS SOARES 224

ADIÇÃO DE CARBONO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBMETIDO À INTENSIDADES DE PASTEJO E NITROGÊNIO.....228

TEORES TOTAIS DE CARBONO E NITROGÊNIO DE SOLOS SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUARIA 232

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO 236

TEORES DE CARBONO, NITROGÊNIO, BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA NO SOLO SOB SUCESSIVAS ADIÇÕES DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO.....240

ATRIBUTOS DA ACIDEZ DO SOLO EM PROPRIEDADES DO SUDOESTE DO PARANÁ E EXTREMO OESTE CATARINENSE.....244

EFEITO DO MILHETO NA ESTRUTURA DE UM LATOSSOLO ARENOSO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR 248

COMUNIDADES DE MINHOCAS EM ÁREAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO 252

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREA DE MATA CILIAR EM RECOMPOSIÇÃO 256

ADUBAÇÃO ALTERNATIVA PROMOVE DESENVOLVIMENTO DE TACHI BRANCO SOBRE LATOSSOLO EM CERRADO AMAZÔNICO 260

SOLUBILIZAÇÃO DE P DE GOETHITA SINTETIZADA E HIDROXIAPATITA POR *Bacillus sp*.....264

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO EM CONSÓRCIOS DE MILHO E GRAMÍNEAS SOB PLANTIO DIRETO.....268

RECUPERAÇÃO QUÍMICA DE SOLO DEGRADADO E CONSEQUÊNCIA NO CUSTO DE PRODUÇÃO DE CULTURAS.....272

FÓSFORO NO SOLO EM RESPOSTA À FERTILIZAÇÃO ORGANOMINERAL 277

ESPACIALIZAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO BRUNO.....281

CICLAGEM DE MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS DE ESTERCO BOVINO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA 285

METAIS PESADOS NO SOLO EM ÁREAS DE BANANICULTURA NA REGIÃO DO BAIXO RIBEIRA – SP 289

ANÁLISE FÍSICA DO SOLO EM RELAÇÃO A ESCARIFICAÇÃO, POUSIO, DESSECAÇÃO E REBROTA DE AVEIA PARA SILAGEM.....293

PRODUÇÃO DE ALFAFA ADUBADA COM COMPOSTO ORGÂNICO À BASE DE CAMA DE AVIÁRIO 297

LIMITE CRÍTICO AMBIENTAL DE FÓSFORO EM LATOSSOLOS SOB PLANTIO DIRETO E APLICAÇÃO DE DEJETO LIQUIDO BOVINO 301

FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS E IMAGEM DIGITAL: UMA ALTERNATIVA ACESSÍVEL PARA A QUANTIFICAÇÃO DA MO DO SOLO.....305

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DAS TERRAS: ESTUDO DE CASO EM PINHAIS-PR.....309

DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM RELAÇÃO AO MANEJO DO SOLO E PLANTAS DE COBERTURA 314

CALAGEM E GESSAGEM SUPERFICIAIS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO: ESTRATIFICAÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO. 318

DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO NO PERFIL DO SOLO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS 322

INFLUÊNCIA DO BIOCHAR NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DE UM LATOSSOLO.....326

DISSOLUÇÃO SELETIVA SEQUENCIAL PARA QUANTIFICAÇÃO DE ASSOCIAÇÃO ORGANO-MINERAL EM SOLOS DE TERRA PRETA DE ÍNDIO 330

INFLUÊNCIA DE CORRETIVO DA ACIDEZ DO SOLO NA PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE CULTIVO.....334

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO PELOS MÉTODOS DO PERMEÂMETRO DE GUELPH E INFILTRÔMETRO DE CORNELL 338

COBERTURA DO SOLO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA POR GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS CONSORCIADAS COM MILHO SAFRINHA 342

AJUSTE DE MODELOS PARA ESTIMAR A BIOMASSA SECA DO TRIGO NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS.....346

CONTAMINAÇÃO DO SOLO E ÁGUA SUPERFICIAL. ESTUDO DE CASO DO CANAL DAS MARÉS, PARANAGUÁ, PR.....350

DETERMINAÇÃO DA ARGILA EM LATOSSOLO VERMELHO EMPREGANDO DIFERENTES TEMPOS DE AGITAÇÃO E MÉTODOS DE DISPERSÃO 354

EMISSÃO DE ÓXIDO NITROSO E METANO SOB INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA NO PLANALTO CATARINENSE 358

DELIMITAÇÃO DA ÁREA ÚMIDA E ENTORNO PROTETIVO E ANÁLISE DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NOS SOLOS 362

CULTIVO DE TRIGO SUBMETIDO À DOSES DE GESSO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO.....366

ACIDEZ DO SOLO EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE CALAGEM EM SISTEMA PLANTIO DIRETO. 370

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE RIZOBACTÉRIAS SOB DISTINTOS MANEJOS DE CULTIVO DE *NICOTIANA TABACUM L.* 374

PEDOGEOMORFOLOGIA DO PLANALTO DO ALTO IGUAÇU 378

EFEITO DO GESSO AGRÍCOLA NA NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS DE EUCALPTO 382

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DETALHADO DE PARTE DA MICROBACIA ARROIO FUNDO, MUNICÍPIO DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR 386

GLOMALINA EM AGREGADOS DE LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO À FERTILIZAÇÃO QUÍMICA.....390

PODER TAMPÃO DE SOLOS DERIVADOS DE ARENITO E BASALTO.....394

ADUBAÇÃO DE SISTEMA: UMA PRÁTICA VIÁVEL PARA O CULTIVO DA SOJA. 398

TIPOS DE SOLO E SUA RELAÇÃO COM A FERTILIDADE DE ÁREAS DO SUDOESTE DO PARANÁ.....402

AUMENTO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE UM ARGISSOLO USANDO PLANTAS DE COBERTURA, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL 406

ECOLOGIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM VIDEIRA SOB MANEJO ORGÂNCO E CONVENCIONAL E EM FLORESTA.....410

COMPREENSÃO DOS PRODUTORES RURAIS SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NO OESTE DO PARANÁ.....414

SUBSTITUIÇÃO DA ADUBAÇÃO QUÍMICA POR DEJETOS SUÍNOS NA CULTURA DA SOJA 418

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DA CULTIVAR DE SOJA NS 6906 RR® 422

RENDIMENTO E DIAGNOSE FOLIAR DA AVEIA BRANCA SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL.....426

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E CORREÇÃO DA ACIDEZ NA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SOLO ARGILOSO.....430

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES MICRORGANISMOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE PLANTAS NA CULTURA DO FEIJÃO.....434

FORMAS DE FÓSFORO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE SOLOS 438

MODELAGEM DE DADOS DE RPA E GNSS PARA DIAGNÓSTICO DE PROCESSOS EROSIVOS EM SOLOS AGRÍCOLAS 442

CICLAGEM DE NITROGÊNIO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA: EFEITOS DA IRRIGAÇÃO E ERVILHACA.....446

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL.....451

ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM FLORESTA SUBTROPICAL.....455

INDICADORES QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NA AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE MICROBIANA DE UM SOLO.....459

DIAGNÓSTICO DE TEORES DE FÓSFORO NO SOLO DE PROPRIEDADES SUINÍCOLAS NO OESTE DO PARANÁ.....463

QUALIDADE ESTRUTURAL E CARBONO NO SOLO EM DIFERENTES ROTAÇÕES DE CULTURA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO.....467

VIABILIDADE DE ARMAZENAMENTO DO EXTRATO DO CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA EM FUNÇÃO DO TEMPO.....472

DENSIDADE E POROSIDADE COMO POSSÍVEIS CAUSADORES DO MAU DESENVOLVIMENTO DA SOJA EM ÁREA COMERCIAL.....476

INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE SOJA EM ÁREAS DE ALTO RENDIMENTO.....480

AUTOMAÇÃO DA VARIÁVEL TEMPO NA DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO SATURADO.....486

ANTECIPAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E ÍNDICE NUTRICIONAL NITROGENADO DO MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....490

ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM ENCOSTAS MANEJADAS COM PLANTIO DIRETO COM E SEM TERRAÇOS.....494

COMPOSTAGEM DE CARCAÇA DE GRANDES ANIMAIS E EFEITO SOBRE O TEOR DE NUTRIENTES DO SOLO SOB AS LEIRAS.....498

APLICAÇÃO FOLIAR DE ZINCO SOBRE A PRODUTIVIDADE E TEOR DE ZINCO NOS GRÃOS EM FEIJOEIRO-COMUM.....502

ATRIBUTOS QUIMICOS DO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA SOB APLICAÇÃO DE FOSFATOS.....506

COMUNIDADE DE COLEOPTEROS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS.....510

INTERVALO HÍDRICO ÓTIMO EM PERFIL DE LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES USOS E MANEJOS.....514

ELABORAÇÃO DE APLICAÇÃO MOBILE PARA AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO (VESS).....518

FERTILIZAÇÃO DO SOLO E VIA FOLIAR COM ZINCO SOBRE A NUTRIÇÃO DO FEIJOEIRO-COMUM 522

EFEITO RESIDUAL DO GESSO AGRÍCOLA E ADUBAÇÃO NITROGENADA NA QUALIDADE BROMATOLÓGICA EM AVEIA E MILHO FORRAGEIRO EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO CONSOLIDADO 526

MANEJO E CONSERVAÇÃO DE SOLO E ÁGUA EM MICROBACIAS HIDROGRÁFICAS 530

CURVAS ESPECTRAIS DA MATÉRIA ORGÂNICA, SATURAÇÃO DE BASES, CÁLCIO E TEOR DE ARGILA EM UM LATOSSOLO BRUNO. 534

IMPACTO DA CONTAMINAÇÃO DE PETRÓLEO NO POTENCIAL DE FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO E DESNITRIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS DO SOLO 538

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO FENTON E TIPO-FENTON NA REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR GASOLINA COM E SEM ETANOL 543

REPRESENTATIVIDADE DOS ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO NA PESQUISA E EXTENSÃO EM EDUCAÇÃO EM SOLOS 547

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO (VESS) SOB ESCARIFICAÇÃO, POUSIO, DESSECAÇÃO E REBROTA DE AVEIA. 551

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ÍNDICE DE COLHEITA E NO RENDIMENTO DE SEMENTES RELATIVO DO CAPIM-BRAQUIÁRIA.....555

CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES NO ESTUDO DA COMPACTAÇÃO DOS SOLOS NA REGIÃO SUL DO PARANÁ 561

ALTERAÇÕES NOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO OCASIONADAS PELA APLICACÃO DE CALCÁRIO E GESSO 565

GERMINAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE PLÂNTULAS DE *PINUS TAEDA* SOB OMISSÃO DE NUTRIENTES 569

EFEITO DA APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS POR 11 ANOS EM ÁREA DE MISSIONEIRA-GIGANTE 573

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DA BACIA DO RIO TATURI, REGIÃO OESTE DO PARANÁ 577

ATRIBUTOS MICROBIOLOGICOS DE SOLOS HIDROMORFICOS ORIGINADOS DE BASALTO NO PARANÁ.....581

A UMIDADE DO SOLO INFLUENCIA A AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO? 585

ACÚMULO DE NUTRIENTES EM GRÃOS DE SOJA SOB INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA DE INVERNO E SISTEMAS DE MANEJO 589

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA FINS DE MAPEAMENTO DE SOLO.....593

PROPRIEDADES ELETROQUÍMICAS DE SOLOS ARENOSOS 597

AVALIAÇÃO DA CO-INOCULAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS NATIVAS E ESTIRPES COMERCIAIS DE *Bradyrhizobium* NA CULTURA DA SOJA 601

EFEITO DA ADUBAÇÃO DE ZINCO SOBRE OS TEORES DE PROTEÍNAS DE RESERVA EM GRÃOS DE FEIJÃO.....605

ESPECTROSCOPIA NIR NA PREDIÇÃO DA MINERALOGIA DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITO E BASALTO NO ESTADO DO PARANÁ.....609

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE DOSES DE CAMA DE AVIÁRIO E CALCÁRIO.....613

FERTILIDADE DO SOLO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE TANGERINA SATSUMA SOB APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA.....617

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLO BRUNO EM SISTEMAS DE MANEJO MECÂNICO E BIOLÓGICO 621

CONTROLE DA ACIDEZ DE UM CAMBISSOLO HÁPLICO APÓS APLICAÇÃO SUPERICIAL DE CORRETIVOS MICRONIZADOS, SOB PLANTIO DIRETO 625

USO DA COMPOSIÇÃO MINERAL COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO POR SOLO NA SILAGEM PRODUZIDA NO BRASIL.....629

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO.....633

CÁLCIO, MAGNÉSIO E ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS 637

EFICIÊNCIA DA ESCARIFICAÇÃO BIOLÓGICA SOBRE A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO BRUNO SUBMETIDO A COMPACTAÇÃO 641

CALAGEM À LONGO PRAZO EM PLANTIO DIRETO: EFEITO NA SATURAÇÃO POR BASES EM PROFUNDIDADE 645

DIAGNÓSTICO ANTECIPADO DO ESTADO NUTRICIONAL NITROGENADO DA PASTAGEM DE AVEIA PRETA EM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA.....649

LIMITES CRÍTICOS PARA DENSIDADE RELATIVA E PARA MACROPOROSIDADE DO SOLO NA CULTURA DA AVEIA PRETA EM LATOSSOLO BRUNO.....653

COMBINAÇÃO DE LINHAGENS DE Bacillus VISANDO AO AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE DEGRADAÇÃO DO HERBICIDA SULFENTRAZONE.....657

ESTOQUES DE CARBONO, NITROGÊNIO, FÓSFORO E ENXOFRE EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO SOB APLICAÇÃO FOSFATOS.....661

VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA EM PLANTIO DIRETO.....665

ESCARIFICAÇÃO EM SEMEADURA DIRETA: RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO E PRODUÇÃO DE FITOMASSA 669

INFLUÊNCIA DO BIOCHAR E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CAPACIDADE DE *Rhizobium tropici* EM PROMOVER O CRESCIMENTO DO FEIJÃO 673

QUALIDADE ESTRUTURAL DE UM LATOSSOLO AVALIADO PELO VESS, SUBMETIDO A DOSES DE FERTILIZANTES E BIOCHAR.....677

PRODUTIVIDADE DE SILAGEM DE MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A NABO FORRAGEIRO EM LATOSSOLO SUBMETIDO A COMPACTAÇÃO 681

COMPACTAÇÃO DO SOLO CAUSADA PELO TRÁFEGO DE MÁQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL.....685

O ESTUDO DA MICROBIOLOGIA DO SOLO NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO AGRÍCOLA.....690

ASPECTOS E DISCUSSÕES SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO 694

BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA COM ADUBAÇÃO NITROGENADA. 698

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SOB DIFERENTES USOS DO SOLO DA BACIA HIDROGRAFICA DA UTFPR – DOIS VIZINHOS.....702

MINERALOGIA DE CAMBISSOLOS DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS E RIODACITOS DO MEMBRO PALMAS.....706

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E USO DA ÁGUA EM PLANTAS DE MIRTILEIRO SOB INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA 710

DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE ESPÉCIES DE INVERNO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS SOB PLANTIO DIRETO 714

BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DE GRÃOS DE TRIGO COM ZINCO 718

RESPOSTAS FISIOLOGICAS DE EUCALIPTO EM RELAÇÃO AO MANEJO DE ADUBAÇÃO E BIOCHAR.....722

IMPACTOS DA ESCARIFICAÇÃO NA QUALIDADE DO SOLO E RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA 726

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E MINERALÓGICA DO BIOCHAR DE CAMA DE AVIÁRIO PRODUZIDO EM DIFERENTES TEMPERATURAS....730

FERRAMENTA DIDÁTICA SOBRE FORMAÇÃO DAS ROCHAS ÍGNEAS PARA O ENSINO DE SOLO 734

SELEÇÃO DE INDICADORES PARA DISCRIMINAR SISTEMAS DE PREPARO E AVALIAR A QUALIDADE EM LATOSSOLO VERMELHO 739

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICA DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE HIDROGEL E IRRIGAÇÕES NO FEIJÃO CULTIVADO EM VASO 743

MATERIAIS AMORFOS FORMADOS DURANTE EXTRAÇÕES ÁCIDAS E READSORÇÃO DE Pb E As 747

USO DE MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS NOS TRABALHOS DE EXTENSÃO RURAL DO PARANÁ.....751

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA CULTURA DE MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA.....755

QUAL A PERDA DE N POR VOLATIZAÇÃO DE AMÔNIA EM SÍTIOS DE DEPOSIÇÃO DE URINA? 759

ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS 763

CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS COMO FERRAMENTA AO PLANEJAMENTO AGRÍCOLA CONSERVACIONISTA DE SOLO 767

ÍNDICE SPAD DO MILHO EM FUNÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE NITROGÊNIO 771

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA RESPIRAÇÃO BASAL MICROBIANA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO SUDOESTE DO PARANÁ.....775

DENSIDADE DO SOLO E DENSIDADE RELATIVA ÓTIMAS PARA A CULTURA DO MILHO CULTIVADO EM PLANTIO DIRETO 779

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO COMO PARÂMETROS PARA VALIDAÇÃO DO INDICE DE QUALIDADE PARTICIPATIVO 2 783

LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DETALHADO DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITO EM UMA PROPRIEDADE LOCALIZADA NO PARANÁ 787

ESTOQUE DE CARBONO EM ROTAÇÕES DE CULTURAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO EM UMUARAMA-PARANÁ 791

NOVOS PARÂMETROS DE EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA SOJA NA MESORREGIÃO DO NORTE CENTRAL PARANAENSE 795

CARBONO E NITROGÊNIO EM PLANTAS DE COBERTURA LEGUMINOSAS DE VERÃO.....799

HORTAS URBANAS COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DE CUIDADO COM O SOLO.....803

MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E SUAS FRAÇÕES EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURA SOB SPD 807

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO: DUAS ABORDAGENS PARA A DETECÇÃO DA EROSÃO EM SOLO AGRICOLA 811

ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM DIFERENTES CLASSES DE SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ.....815

PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.*)* EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO COM ADUBAÇÃO DE SISTEMA E ALTURAS DE MANEJO DA PASTAGEM.....819

UTILIZAÇÃO DE ARP PARA LEVANTAMENTOS E DIAGNÓSTICOS EM FISCALIZAÇÃO DO USO DO SOLO AGRÍCOLA NO PARANÁ.....823

CRESCIMENTO DO LÚPULO INFLUENCIADO POR DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDEZ.....825

EFICIENCIA DE TIPOS E DOSES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS PARA FEIJOEIRO CULTIVADO EM LATOSSOLO DE TEXTURA ARENOSA.....829

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA APÓS QUATRO ANOS DE MODIFICAÇÃO DE MANEJO DO SOLO PARA SEMEADURA DIRETA.....833

ATRIBUTOS FISIOGRÁFICOS COMO CRITÉRIOS DAS DIMENSÕES DAS APP FLUVIAIS NA MICROBACIA DO CÓRREGO PEROBA-PR.....837

A ADIÇÃO DE BIOCARVÃO ALTERA A DISTRIBUIÇÃO DE PARTÍCULAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ARGILOSO?.....841

INFLUÊNCIA DOS DIVERSOS COMPONENTES DA TERRA PRETA DE ÍNDIO NA PRODUÇÃO DE MILHO.....845

TEORES DE Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb EM SOLOS DE ERVAIS E FOLHAS DE ERVA-MATE.....849

DEFICIÊNCIA HÍDRICA PARA O TRIGO SEMEADO NO INÍCIO DE JUNHO EM PONTA GROSSA-PR.....853

AGREGAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES ROTAÇÕES DE CULTURAS SOB PLANTIO DIRETO.....857

GEOMETRIAS MOLECULARES PARA SIDERÓFOROS COM Fe^{3+} A PARTIR DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL.....861

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE SOLO NA TEMÁTICA: FORMAÇÃO DO SOLO.....865

FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL COM A CULTURA DO CAFÉ.....869

PRODUÇÃO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM AVEIA PRETA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO QUIMÍCA.....873

INFLUENCIA DO MANEJO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS DE UMA PROPRIEDADE FAMILIAR EM VITORINO-PR.....877

ANÁLISE DA ESTABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO ASSOCIADOS A CORRETIVOS DO SOLO E GESSO AGRÍCOLA.....881

CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE APP 885

COMPORTAMENTO DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO AGRÍCOLAS 889

NITROGÊNIO APLICADO VIA FOLIAR NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO.....893

BIOFORTIFICAÇÃO DE FEIJÃO COMUM EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO FOLIAR E VIA SOLO DE ZINCO 897

INFLUÊNCIA DA TÉCNICA PRODUTIVA SPD NA COMPACTAÇÃO DO SOLO 901

DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO, EM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, NA CULTURA DO MILHO 905

MÉTODO PRÁTICO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO.....909

EFEITO DE MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO E A BIOMASSA MICROBIANA.....913

ATÍBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS CULTIVO DE MILHO CONSORCIADO COM *Urochloa ruziziensis* 917

VARIAÇÃO NOS TEORES DECARBONO ORGÂNICO TOTAL NO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO.....921

PRODUTIVIDADE DE ILEX PARAGUARIENSIS CONSORCIADA COM MIMOSA SCABRELLA.....925

EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO NA NODULAÇÃO EM SOJA E FEIJÃO.....929

MOVIMENTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NO PERFIL DO SOLO E PLANTIOS JOVENS DE *E. benthamii* APÓS A GESSAGEM.....933

CARBONO TOTAL E FRAÇÕES SOB APLICAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDO DE SUÍNOS E CAMA DE AVIÁRIO.....937

TÉCNICAS DE ESPACIALIZAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS NO SISTEMA DE CAPACIDADE DE USO 941

ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO 945

PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE GESSO E CALCÁRIO SOB PLANTIO DIRETO.....949

CAMA DE AVIÁRIO ALTERNATIVA À ADUBAÇÃO MINERAL DA SOJA EM ARGISSOLO DO NOROESTE DO PARANÁ 953

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* EM MANDIOCA (*Manihot esculenta crantz)* CULTIVADA EM MARIA HELENA, PARANÁ 957

COINOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* E OUTROS POTENCIAIS MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM SOJA.....962

ADUBAÇÃO PARCELADA DE NITROGÊNIO NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E NO RENDIMENTO DE SEMENTES DE CAPIM-BRAQUIÁRIA.....966

PRODUTIVIDADE DE TRIGO E ACIDEZ DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO SOB EFEITO DA CALAGEM E GESSAGEM.....970

ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB SISTEMA AGROFLORESTAL NO SUDOESTE DO PARANÁ.....974

ANÁLISE DO NÚMERO DE VAGENS DE *Glycine max* SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO.....978

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E O ESTÍMULO À PERCEPÇÃO SOBRE SOLOS EM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL.....983

FONTES NITROGENADAS DE EFICIÊNCIA AUMENTADA NO CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO PELO EUCALIPTO.....987

PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA COM USO DE FONTES ORGÂNICA E MINERAL EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA.....991

DEGRADAÇÃO DO SOLO: UM PROBLEMA GLOBAL QUE PÕE EM RISCO O DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

Álvaro Luiz Mafra

RESUMO: A degradação do solo é um fenômeno global intensificado pelas atividades humanas, que compromete o desempenho produtivo e a capacidade de suporte dos organismos nos ecossistemas terrestres. Os processos de degradação afetam propriedades físicas, biológicas e químicas do solo e podem levar à perda irreversível da sua qualidade. O solo é sensível e considerado um recurso natural não renovável e sem substituto para prover nosso alimento. Assim, o uso racional do solo deve manter sua capacidade produtiva e evitar as alterações negativas nas suas funções, sendo peça chave para o desenvolvimento das sociedades humanas. Destaca-se que a vida do homem depende da generosidade do solo e neste sentido, é necessário readequar os padrões de consumo, especialmente relacionados com a alimentação. Práticas de manejo do solo devem ser ajustadas com base em critérios técnicos, que considerem princípios ecológicos e possibilitem adequado retorno econômico, para garantir o desenvolvimento sustentável das nossas sociedades.
Palavras-Chave: agricultura, ambiente, uso da terra, serviços ambientais.

ABSTRACT: Soil degradation is a global issue intensified by human activities, which jeopardizes the productive performance and the supporting capacity of organisms in terrestrial ecosystems. The degradation processes affect both soil physical, biological and chemical properties and can irreversibly reduce its quality. Soil is sensitive and considered a natural, non-renewable resource and there is no substitute for providing our food. Thus, the rational use of the soil must maintain its productive capacity and avoid negative changes in its functions, being a key factor for the development of human societies. It is emphasized that the life of the man depends on the generosity of the soil and in this sense, it is necessary to re-adjust the patterns of consumption, especially related to the food. Soil management practices should be based on technical criteria, which consider ecological principles and adequate economic return to ensure the sustainable development of our societies.
Keywords: agriculture, environment, land use, ecosystem services.

Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC/Lages); CPF: 85479721968; email: alvaro.mafra@udesc.br

1. INTRODUÇÃO

O solo é produto da lenta alteração das rochas, sendo considerado um recurso natural não renovável na escala de tempo da vida humana, em virtude da sua muito baixa capacidade de renovação, que em média pode levar um milênio formar 1 cm de espessura. Tal capacidade de resposta na maioria das vezes é incompatível com as intensidades de uso impostas pelas atividades humanas, o que intensifica a erosão e o desgaste do solo, de forma muito mais intensa que sua taxa de formação (AMUNDSON et al., 2015). Dessa maneira, é fundamental manejar adequadamente esse recurso para atender as necessidades humanas, além de satisfazer os papéis de sustentação biológica nos ambientes terrestres, sem comprometer sua qualidade (VEZZANI e MIELNICZUK, 2001). Além disso, é importante considerar que na superfície do planeta, a pedosfera, representada pela distribuição dos solos, ocorre na interseção da litosfera, biosfera, atmosfera e hidrosfera, e constitui a delgada e reativa camada (RUELLAN, 2010), que define a diferença entre a sobrevivência ou extinção da maior parte da vida terrestre, ou que se posiciona entre nossa prosperidade e a fome (KARLEN e RICE, 2015).

Esse recurso natural essencial à humanidade resulta da combinação de elementos físicos, químicos e biológicos, relacionados à presença de minerais nas rochas que constituem o material de origem, gradativamente alterado pela ação de organismos vivos e de resíduos orgânicos, e que resulta em um meio resistente mecanicamente, e ao mesmo tempo, poroso e permeável, onde ar e água ocupam seus poros. Em uma linguagem de fácil entendimento e que permite compreender sua formação e sua capacidade de recuperação, a receita de solo é descrita pela mistura de pedra desintegrada, umedecida com água, com adição de bolsões de ar e porções generosas de organismos mortos, decompostos e vivos, que se processa ao longo de muitos anos, em conjunto com a evolução da superfície terrestre (EDITORIAL, 2017).

Assim, com essas particularidades da sua formação e composição, o solo apresenta papel fundamental na disseminação e diversificação da vida no planeta e para o sustento do homem, podendo ser considerado um dos maiores patrimônios naturais da humanidade (TIEDJE et al., 2001). Entre suas múltiplas funções (BANWART et al., 2019), o solo apresenta papel alimentar, por permitir a produção de biomassa a partir do suprimento de nutrientes, água e ar; filtra, armazena e purifica a água no ambiente e regula sua circulação na paisagem, com abastecimento de fontes e lençóis freáticos; sustenta a vida e abriga grande parte da biodiversidade terrestre; depura resíduos e funciona como filtro e biorreator de poluentes; fornece materiais e serve como suporte físico para nossas atividades, como ainda

conserva registros históricos da humanidade. Além disso, o solo armazena gases que estão ligados ao efeito estufa e pode colaborar na segurança climática do planeta.

A degradação do solo é um conjunto de processos induzidos pelas atividades humanas, que levam ao declínio da qualidade ou saúde do solo e que reduzem sua capacidade produtiva e seu suporte ambiental nos ecossistemas (FAO, 2001). Em decorrência da multifuncionalidade exercida pelo solo, sua degradação é considerada um fenômeno complexo, advindo da interação entre fatores biofísicos, sociais e econômicos.

Entre as diferentes formas de degradação do solo promovidas pelo homem destacam-se na agricultura os processos ligados à erosão e remoção ou decapeamento do solo superficial, compactação, encrostamento, poluição, acidificação e salinização. Estas alterações reduzem o teor de matéria orgânica e a reserva de nutrientes, com declínio na atividade e diversidade de organismos (ROJAS et al., 2016). Além disso, soma-se o papel da urbanização, industrialização e mineração na mudança das superfícies terrestres e na perda de solos cultivados. Esses processos são ainda agravados pela ocorrência de adversidades climáticas, como secas e inundações e pela desertificação, que tornam extensas áreas do planeta inóspitas e na maioria das situações, definitivamente improdutivas. Estima-se que 70 a 80% das terras no planeta são impróprias para agricultura, por apresentarem solos muito pobres, por serem áreas muito íngremes, ou por terem condições climáticas adversas (GOMIERO, 2016).

Essas alterações impostas historicamente pelo homem ao solo podem ser entendidas como uma pandemia global, que vêm ao longo do tempo corroendo a base das civilizações, sendo responsável pelo declínio de muitos povos. Segundo relatos apresentados pela FAO (2015), a degradação de terras abrange 33% das terras cultivadas, com estado moderado a alto de comprometimento das suas funções. Somado a isso, estima-se que até 2050 a população mundial atinja 9,7 bilhões de habitantes, o que representa aumento de 60% na demanda por alimentos, rações e fibras. Destaca-se também que cerca de 70% da população mundial neste período estará vivendo nos ambientes urbanos (LAL, 2016). Dessa forma, há necessidade de produzir mais alimentos com menos poluição (DAVIDSON et al., 2015) e menos terra cultivável, especialmente se for considerada a redução da área de terra cultivável per capita a nível mundial, que era em 1995 de 0,23 ha, com projeção para 2050 ser reduzida para 0,14 ha (LAL, 2001).

O desafio atual em relação ao uso racional do solo para produção agrícola é ainda ampliado pela necessidade de usar racionalmente a água para irrigação e processamento dos alimentos. Devemos ser eficientes em relação ao uso de fertilizantes e outros insumos

escassos e não renováveis aplicados nos cultivos. Deve-se reduzir a energia consumida e as emissões de gases de efeito estufa nas plantações, no processamento, no transporte dos alimentos e no descarte de resíduos.

Assim, o objetivo desta reflexão é apresentar algumas relações entre a degradação dos solos e o desenvolvimento sustentável das atividades humanas, com uma visão geral do papel do homem na prevenção e remediação desse processo, destacando os fundamentos técnicos e econômicos e os princípios ecológicos para sua conservação.

2. SOLOS E DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

O homem pode ser considerado um engenheiro do ecossistema, à medida que usa ferramentas poderosas e age de forma coletiva ao longo do tempo para modificar o local onde vive. No atual período de desenvolvimento, denominado antropoceno, há inúmeros registros dos seus impactos drásticos no ambiente. É importante considerar que historicamente o crescimento das civilizações esteve associado à qualidade dos seus solos, bem como, seu declínio se deu em consequência da sua exaustão (LAL, 2015). Por outro lado, destacam-se diversos avanços no conhecimento técnico e científico, que podem levar ao melhor aproveitamento dos recursos naturais, além de reduzir a poluição e promover a recuperação de áreas degradadas.

Nesse sentido, o manejo e utilização do solo devem ser cuidadosos, à medida que se trata de um recurso sensível, com lenta capacidade de resposta. Destaca-se que o solo demora para nascer, não se reproduz e “morre” com facilidade (LIMA et al., 2007). Apesar dessa sensibilidade e da grande evolução tecnológica percorrida pela humanidade nos tempos modernos em várias áreas do conhecimento, o entendimento sobre o solo ainda é muito deficiente. Seus múltiplos papéis são negligenciados e a sociedade em geral não reconhece devidamente sua importância produtiva e para o ecossistema, sendo considerado um recurso ignorado e invisível. Essas limitações dificultam seu uso adequado e sua conservação.

Assim, é decisivo melhorar nossa relação com o solo e divulgar efetivamente sua importância para nossa sobrevivência, como forma de percorrer um caminho para o desenvolvimento sustentável. Este conceito, embora controverso pelos vários enfoques e interesses que apresenta, é definido pela satisfação das necessidades presentes, sem comprometer o atendimento às gerações futuras. A busca pela sustentabilidade deve integrar várias dimensões, entre as quais se consideram os aspectos ecológico, econômico, sócio-cultural e político-territorial, contemplados do nível local ao global e de forma intergeracional (SACHS, 2002; VEIGA, 2010).

Esse desafio de ordenar as atividades humanas para o desenvolvimento e minimizar os impactos negativos sobre o ambiente foi proposto, sistematizado e aprovado em 2015 pela Organização das Nações Unidas (ONU), como estratégia global para acabar com a pobreza e a fome até 2030, além de permitir o desenvolvimento dos países e proteger o planeta. O documento gerado, a Agenda 2030, sistematiza 17 objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), que buscam melhorar nossa qualidade de vida e administrar de forma responsável os recursos naturais (UNITED NATIONS, 2015).

Os solos saudáveis podem colaborar para alcançarmos o desenvolvimento sustentável, mas, para tanto, destaca-se seu papel como componente fundamental para vida na Terra, por regular a produção de biomassa; influenciar a recuperação e resiliência dos ecossistemas; atuar na purificação de água e na desintoxicação de poluentes; por interferir na ciclagem de C, água e nutrientes e por manter a biodiversidade (HELMING et al., 2018). Além disso, é importante destacar as sinergias, reconhecendo que um solo fértil produz plantas saudáveis e um alimento assim produzido é vital para saúde do homem (SANTOS FILHO, 1980).

Assim, o manejo adequado dos solos é necessário para atingir a maior parte dos objetivos para o desenvolvimento sustentável (ODS), da Agenda 2030, destacando-se os objetivos e as funções do solo envolvidas, como a seguir descrito: a *erradicação da pobreza* (ODS 1) e *a fome zero e agricultura sustentável* (ODS 2), por contribuir na produção de alimentos e segurança alimentar e no fornecimento de materiais; a *saúde e bem estar* (ODS 3), ligados à nutrição para garantir uma vida saudável, bem como a purificação de poluentes e funções estéticas e de recreação; a *água limpa e saneamento* (ODS 6), por filtrar, armazenar e disponibilizar água e contribuir na segurança hídrica; a *energia limpa e acessível* (ODS 7), ao permitir a produção de biomassa, como fonte de energia renovável, sendo um dos pilares da segurança energética; o *trabalho decente e crescimento econômico* (ODS 8), a *industrialização, inovação e infraestrutura* (ODS 9), e as *cidades e comunidades sustentáveis* (ODS 11), pela provisão de alimentos, fibras e outros materiais, além de constituir de suporte para as diferentes atividades humanas; o *consumo e produção responsáveis* (ODS 12), por influência da disponibilidade e qualidade do solo na provisão de água, nutrientes e alimentos; a *ação contra a mudanças climáticas* (ODS 13), a partir capacidade de armazenamento de carbono no solo, fundamental para mitigação climática e para desenvolvimento de uma agricultura resiliente; e a manutenção da *vida na água* (ODS 14), a *vida na terra* e biodiversidade (ODS 15), pelo fornecimento de nutrientes e por influenciar a carga de contaminantes, que podem afetar o crescimento biológico nesses ambientes (KEESSTRA et al., 2016; TÓTH et al., 2018).

2.1. ASPECTOS TÉCNICOS NO MANEJO DOS SOLOS

Um dos principais aspectos técnicos que devem ser considerados no manejo dos solos é relacionado com o favorecimento e a garantia da sua habilidade inerente de suportar a vida. Para isso, as práticas agrícolas devem ser baseadas no entendimento de processos e não em receitas. Dessa forma, não basta tratar sintomas isolados, mas, é necessário conhecer as causas dos problemas e atuar preferencialmente de forma preventiva.

As práticas de manejo devem ser adaptadas a cada local, seguindo princípios capazes de manter ou aumentar a capacidade produtiva do solo (MAGDOFF e VAN ES, 2009). Isto pode ser favorecido pela adoção de sistemas de cultivo com produção abundante de biomassa, de forma a alimentar a vida do solo pela adição de material orgânico. Esse aporte deve ser variado para estimular a biodiversidade e assim desempenhar de forma efetiva as funções produtivas e ambientais. O solo deve ser protegido da ação da chuva, da exposição ao sol e deve-se evitar o revolvimento excessivo, de forma a reduzir as perdas da matéria orgânica nativa do solo. Para isto o solo deve ser mantido vegetado e coberto com resíduos na superfície. O ambiente químico deve ser manejado para permitir as condições de pH e disponibilidade de nutrientes adequados, além de prevenir o acúmulo de sais ou elementos tóxicos.

O atendimento das crescentes necessidades humanas a partir da utilização do solo deve ser planejado e orientado preferencialmente pela intensificação do uso da terra, uma vez que a maioria das áreas propícias para agricultura já são utilizadas e há pouca disponibilidade de espaços para ampliação dos cultivos pela extensificação agrícola (LAL, 2001; HELMING et al., 2018). Por outro lado, é importante reconhecer que o aumento da intensidade de uso do solo pode ser limitado pela maior demanda por nutrientes, água e energia, que muitas vezes são fatores de produção escassos e cuja disponibilidade pode ser comprometida por eventos climáticos extremos, pragas e invasão biológica, poluentes, compactação, erosão e outras pressões.

A intensificação na agricultura é suportada pela evolução tecnológica ocorrida nas últimas décadas, com adequação e aplicação de práticas de manejo mais eficientes em relação ao uso do solo e dos demais recursos naturais envolvidos na produção de alimentos (LAL, 2016), sendo destacados o desenvolvimento de variedades melhoradas e mais produtivas; a melhoria dos métodos de irrigação; e uso de sistemas de agricultura conservacionista, com adoção de culturas de cobertura, aproveitamento de resíduos, melhoria da fertilidade do solo,

conservação de água e integração de atividades com cultivos, criação animal e produção florestal (DENARDIN et al., 2014).

Um dos exemplos de aperfeiçoamento das práticas de manejo do solo desenvolvido nas últimas décadas em áreas agrícolas em Santa Catarina é o sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH). A melhoria do uso do solo neste sistema é resultado do aprendizado coletivo de agricultores familiares, que atualmente representam cerca de 1200 famílias e cultivam em torno de 3000 ha. O conhecimento popular em conjunto com o técnico e científico possibilitou o desenvolvimento de sistemas de cultivo adaptados a diversas condições ambientais, além de melhorar aspectos econômicos e permitir a produção de alimentos saudáveis (FAYAD et al., 2016; FAYAD et al., 2018). Esse sistema de manejo permite melhorar a capacidade produtiva das terras em ambientes sensíveis à degradação dos solos (ASSIS e AQUINO, 2018).

Entre os principais princípios de manejo do solo utilizados no sistema de plantio direto de hortaliças destacam-se a adequação do uso à capacidade das glebas e adoção de práticas conservacionistas para evitar perdas de solo e água; o uso de culturas que permitam cobertura permanente e alta produção de biomassa, de forma a proteger e alimentar o solo; a correção química e adubação ajustada a cada espécie e fase de desenvolvimento da planta, visando uso eficiente dos nutrientes; a rotação e diversificação dos cultivos e integração com animais e árvores; e a redução da intensidade de preparo do solo, para melhorar a estrutura e aumentar a retenção de água (COMIN et al., 2016).

2.2. ASPECTOS ECOLÓGICOS NO MANEJO DOS SOLOS

A prevenção da degradação e a recuperação de solos já degradados representam importantes desafios atuais da humanidade, com vistas ao seu desenvolvimento sustentável (TÓTH et al., 2018). O caminho para isso pode ser representado pelo entendimento amplo de aspectos ecológicos e econômicos (CAVALCANTI, 2010). Estes dois campos são etimologicamente oriundos da mesma raiz: a ecologia, que trata do conhecimento da casa, ou do nosso ambiente, deve ser alinhada com a economia, que é encarregada do gerenciamento da casa. É evidente que esses componentes que regem as atividades humanas atuem de forma complementar na sociedade.

Nesse sentido, a conservação do solo é um imperativo urgente do ponto de vista ecológico, devendo ser associada ou reforçada pela necessidade de conservação da biodiversidade e pelo aproveitamento da capacidade do solo na mitigação das mudanças climáticas. Associado a isso, o solo deve ser valorizado do ponto de vista econômico, como

capital natural fundamental para produção agropecuária. Assim, este recurso não pode ser perdido ou desgastado em velocidade superior à sua capacidade de formação ou renovação (GOMIERO, 2016). Deve-se estabelecer um ciclo virtuoso ou aproveitar as relações sinérgicas, a partir da conservação do solo, que permita segurança alimentar, manutenção da biodiversidade e resiliência frente a eventos climáticos extremos (GISLADOTTIR e STOCKING, 2005).

A importância do solo do ponto de vista ecológico é muitas vezes negligenciada pela sociedade e mesmo dentro do campo científico. Podem ser destacadas várias participações relevantes do solo no funcionamento dos ecossistemas terrestre. O solo, por exemplo, contém duas vezes mais carbono que a atmosfera e sua ciclagem é mais longa. Porém, nem sempre é componente de destaque em debates sobre mudanças climáticas. Além disso, estima-se que os solos contêm cerca de 25% das espécies atualmente descritas, porém, essa biodiversidade não é normalmente incluída nas avaliações de perda ou de espécies ameaçadas. Outra limitação é evidenciada pela participação insuficiente dos solos em modelos de simulação hidrológica e climática capazes de influenciar políticas (KOCH et al., 2013).

Solos saudáveis são a base do nosso sustento e dos demais organismos terrestres, pelo suporte à vegetação, que produz biomassa e serve de alimento, fibra e biocombustível. O solo filtra, armazena e disponibiliza a água e atua na remoção de contaminantes. O solo tem grande capacidade de armazenamento de carbono e pode absorver parte do dióxido de carbono da atmosfera. A biota do solo funciona como um sistema digestivo, que decompõe a biomassa morta e cicla nutrientes e energia para renovar a vida (FAO, 2015). Apesar dessa importância, os solos são frágeis e sofrem diversas ameaças pelo desenvolvimento das atividades humanas.

O uso sustentável do solo pode ser estimulado por diversas estratégias de ação (SMITH et al., 2016), entre as quais se destacam:

- Evitar conversão de ecossistemas naturais para outros usos e buscar a intensificação das atividades nas áreas já utilizadas em atividade produtivas;
- Prevenir degradação do solo, especialmente com práticas para controle da erosão e do fogo, com base em sistemas conservacionistas de manejo, que sejam diversificados, resilientes e capazes de melhorar a qualidade do solo (BARÃO et al., 2019);
- Recuperar os solos e os ecossistemas degradados pelo florestamento, revegetação, uso de variedades melhoradas, manejo animal adequado e pelo emprego de práticas de biorremediação;
- Reduzir o desperdício, que em escala global representa cerca 30% dos alimentos produzidos (LAL, 2016). Além disso é necessário melhorar acesso ao alimento e priorizar dietas mais

baseadas em plantas, com padrões de consumo que desgastem menos os recursos naturais e produzam menos resíduos.

A recuperação dos solos degradados e a conservação desse recurso nos ambientes produtivos também passa por reduzir as desigualdades e o consumo excessivo que predomina em muitas sociedades contemporâneas. Esses padrões comprometem a disponibilidade de recursos naturais, considerando seus limites naturais. Assim, com relação ao solo afirma-se que não há recuperação capaz de equacionar o gasto descontrolado de recursos naturais em um planeta finito, que ocorre por apenas uma parcela da população mundial. Como exemplo dessa desigualdade, cita-se que metade das emissões de carbono do planeta são produzidas por 7% da população mundial, enquanto que metade da população emite 6% (RODRIGUES, 2013). Embora se considere a importância dos solos saudáveis para garantir a produção de alimentos, demandada pela existência em escala global de 805 milhões de famintos e mal nutridos (FAO, 2014), e este contingente contrasta com a estimativa a nível global de 1,3 bilhão de adultos acima do peso, sendo desse total 400 milhões considerados obesos, segundo dados de 2005, da Organização Mundial de Saúde. Conforme previsões para 2030, esses números podem chegar a 3 bilhões e 1 bilhão, respectivamente (KELLY et al., 2008).

Para melhorar a sustentabilidade em relação ao uso do solo, algumas políticas devem ser implantadas em diferentes escalas, somando esforços locais, regionais, nacionais e globais, para incentivar tais ações (SMITH et al., 2016):

- Conceder incentivos econômicos, por exemplo, crédito para práticas e projetos de agricultura e silvicultura de baixa emissão de carbono, pagamento por serviços ecossistêmicos. As ações devem ser embasadas nos fundamentos da bioeconomia (HELMING et al., 2018), que considera o uso sábio da natureza, com técnicas prudentes, adaptadas em função das potencialidades do meio, para impedir desperdício de recursos e satisfazer toda sociedade e garantir a prestação de serviços ambientais;
- Utilizar de forma estratégica abordagens regulatórias, visando cumprimento da lei ambiental para proteger áreas naturais em ambientes sensíveis;
- Fortalecer os investimentos em pesquisa, desenvolvimento e difusão para aumento da eficiência do uso de recursos, especialmente nas atividades agropecuárias;
- Promover programas de certificação da produção, como já ocorre em algumas atividades ligadas aos setores florestal, de criação animal e de produção agrícola.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo é considerado um recurso natural não renovável, sensível às diversas alterações impostas pelas atividades humanas. Em função da sua lenta capacidade de renovação, os solos nos ambientes cultivados devem ser valorizados pelo seu caráter intergeracional e sua utilização, portanto, deve ser realizada de forma conservacionista. Este é um dos principais desafios atuais, uma vez que o solo é determinante para nosso sustento do ponto de vista alimentar e interfere no funcionamento dos ecossistemas, por ser base para o crescimento dos organismos terrestres.

A degradação dos solos é um fenômeno global e representa uma crise silenciosa, à medida que o público em geral e nossos dirigentes não o consideram no debate e com a atenção necessária que merece, especialmente para recuperar sua capacidade produtiva. O solo pode ser considerado o mais misterioso sistema vivo na Terra e sua conservação dos solos é um requisito para a paz e prosperidade da humanidade. É urgente difundir e ampliar as formas conservacionistas de manejo do solo na agricultura, com base ecológica e que tragam resultados econômicos satisfatórios, visando o desenvolvimento sustentável, conforme previsto na Agenda 2030.

Além disso, é necessário reconhecer e valorizar o papel do solo, que traz benefícios para agricultor e sociedade como fonte de alimentos, no fornecimento de água e energia; no controle da erosão e inundações; pelo tratamento dos nossos resíduos; na segurança climática e na manutenção da biodiversidade. O solo também desempenha funções estéticas e culturais, sendo opção de turismo e recreação. Dessa forma, as inter-relações entre qualidade do solo, biota, água e alimento são fundamentais para prosperidade e sobrevivência do homem.

AGRADECEMENTOS: Aos órgãos públicos FINEP, CAPES, CNPQ e FAPESC pelo fomento à pesquisa científica e à pós-graduação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMUNDSON, R.; BERHE, A.A.; HOPMANS, J.W.; OLSON, C.; SZTEIN, A.E.; SPARKS, D.L. Soil and human security in the 21st century. Science, 348(6235): 2015. DOI: 10.1126/science.1261071

ASSIS, R.L.; AQUINO, A.M. The participatory construction of agro-ecological knowledge as a soil conservation strategy in the mountain region of Rio de Janeiro State (Brazil). Open Agriculture, 3: 17-24, 2018.

BANWART, S.A.; NIKOLAIDIS, N.P.; ZHU, Y.G.; PEACOCK, C.L.; SPARKS, D.L. Soil functions: Connecting earth's critical zone. Annual Review of Earth and Planetary Sciences, 47: 333-359, 2019.

BARÃO, L.; ALAOUI, A.; FERREIRA, C.; BASCH, G.; SCHWILCH, G.; GEISSEN, V.; SUKKEL, W.; LEMESLE, J.; GARCIA-ORENES, F.; MORUGÁN-CORONADO, A.;

MATAIX-SOLERA, J.; KOSMAS, C.; GLAVAN, M.; PINTAR, M.; TÓTH, B.; HERMANN, T.; VIZITIU, O.P.; LIPIEC, J.; REINTAM, E.; XU, M.; DI, J.; FAN, H.; WANG, F. Assessment of promising agricultural management practices. Science of the Total Environment, 649: 610-619, 2019.

CAVALCANTI, C. Conceptions of ecological economics: its relationship with mainstream and environmental economics. Estudos Avançados, 24(68): 53-67, 2010.

COMIN, J.J.; FAYAD, J.A.; KURTZ, C.; MAFRA, A.L.; CURMI, P. Guia prático de avaliação participativa da qualidade do solo em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), 2016. 16p.

DAVIDSON, E.A.; SUDDICK, E.C.; RICE, C.W.; PROKOPY, L.S. More food, low pollution (Mo Fo Lo Po): A grand challenge for the 21st Century. Journal of Environmental Quality, 44:305-311, 2015.

DENARDIN, J.E.; KOCHHANN, R.A.; FAGANELO, A.; COGO, N.P. Agricultura conservacionista no Brasil: Uma análise do conceito à adoção. In: LEITE, L.F.C.; MACIEL, G.A.; ARAÚJO, A.S.F. (Eds.) Agricultura conservacionista no Brasil. Brasília: Embrapa, 2014. p.23-41.

EDITORIAL. 2017. Safeguarding our soils. Nature Communications DOI: 10.1038/s41467-017-02070-6.

FAO. Guidelines for qualitative assessment of land resources and degradation. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2001. 31p.

FAO. O estado da insegurança alimentar no mundo 2014. Fortalecimento de um ambiente favorável para a segurança alimentar e nutrição. Roma: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2014. 8 p.

FAO. Status of the world's soil resources: Main report. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 2015. 650 p.

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; BERTOL, I. (Coord.) Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) O cultivo do tomate. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), 2016. 96p. (EPAGRI, Boletim Didático, 132)

FAYAD, J.A.; COMIN, J.J.; KURTZ, C.; MAFRA, A.L. (Coord.) Sistema de plantio direto de hortaliças (SPDH) O cultivo da cebola. Florianópolis: Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (EPAGRI), 2018. 78p. (EPAGRI, Boletim Didático, 146)

GISLADOTTIR, G.; STOCKING, M. Land degradation control and its global environmental benefits. Land Degradation and Development, 16: 99-112, 2005.

GOMIERO, T. Soil degradation, land scarcity and food security: Reviewing a complex challenge. Sustainability, 8(281); 2016. DOI:10.3390/su8030281

HELMING, H.; DAEDLOW, K.; PAUL, C.; TECHEN, A.K.; BARTKE, S.; BARTKOWSKI, B.; KAISER, D.; WOLLSCHLÄGER, U.; VOGEL, H.J. Managing soil functions for a sustainable bioeconomy: Assessment framework and state of the art. Land Degradation and Development, 29: 3112-3126, 2018.

KARLEN, D.L.; RICE, C.W. Soil degradation: Will humankind ever l earn? Sustainability, 7: 12490-12501, 2015.

KELLY, T.; YANG, W.; CHEN, C.S.; REYNOLDS, K.; HE, J. Global burden of obesity in 2005 and projections to 2030. International Journal of Obesity, 32(9): 1431-1437, 2008.

KEESSTRA, S.D.; BOUMA, J.; WALLINGA, J.; TITTONELL, P.; SMITH, P.; CERDÀ, A.; MONTANARELLA, L.; QUINTON, J.N.; PACHEPSKY, Y.; VAN DER PUTTEN, W.H.; BARDGETT, R.D.; MOOLENAAR, S.; MOL, G.; JANSEN, B.; FRESCO, L.O.

The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. Soil, 2:111-128, 2016.

KOCH, A.; MCBRATNEY, A.; ADAMS, M.; FIELD, D.; HILL, R.; CRAWFORD, J.; MINASNY, B.; LAL, R.; ABBOTT, L.; O'DONNELL, A.; ANGERS, D.; BALDOCK, J.; BARBIER, E.; BINKLEY, D.; PARTON, W.; WALL, D.H.; BIRD, M.; BOUMA, J.; CHENU, C.; FLORA, C.B.; GOULDING, K.; GRUNWALD, S. Soil security: Solving the global soil crisis. Global Policy, 4: 434-441, 2013.

LAL, R. Managing world soils for food security and environmental quality. Advances in Agronomy, 74: 155-192, 2001.

LAL, R. The soil–peace nexus: our common future. Soil Science and Plant Nutrition, 61: 566-578, 2015.

LAL, R. Feeding 11 billion on 0.5 billion hectare of area under cereal crops. Food and Energy Security, 5(4): 239-251, 2016.

LIMA, V.C.; LIMA, M.R.; MELO, V.F. O solo no meio ambiente: abordagem para professores do ensino fundamental e médio e alunos do ensino médio. Curitiba: Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, 2007. 130p.

MAGDOFF, F.; VAN ES, H. Building soils for better crops: sustainable soil management. 3.ed. Brentwood: United States Department of Agriculture, 2009. 294p. (Handbook series, 10)

RODRIGUES, E. Ecologia da restauração. Londrina: Editora Planta, 2013. 299p.

ROJAS, R.V.; ACHOURI, M.; MAROULIS, J.; CAON, L. Healthy soils: a prerequisite for sustainable food security. Environmental Earth Sciences, 75:180; 2016. DOI: 10.1007/s12665-015-5099-7

RUELLAN, A. Des sols et des hommes: Un lien menacé. Marseile: Institut de Recherche pour le Développement, 2010. 105p.

SACHS, I. Caminhos para o desenvolvimento sustentável. Rio de Janeiro: Garamond, 2002. 96p.

SANTOS FILHO, A. As principais consequências do desmatamento e uso do solo no Estado do Paraná. Revista Floresta, 11(1): 12-16, 1980.

SMITH, P.; HOUSE, J.I.; BUSTAMANTE, M.; SOBOCKÁ, J.; HARPER, R.; PAN, G.; WEST, P.C.; CLARK, J.M.; ADHYA, T.; RUMPEL, C.; PAUSTIAN, K.; KUIKMAN, P.; COTRUFO, M.F.; ELLIOTT, J.A.; MCDOWELL, R.; GRIFFITHS, R.I.; ASAKAWA, S.; BONDEAU, A.; JAIN, A.K.; MEERSMANS, J.; PUGH, T.A.M. Global change pressures on soils from land use and management. Global Change Biology, 22: 1008-1028, 2016.

TIEDJE, J.M.; CHO, J.C.; MURRAY, A.; TREVES, D.; XIA, B.; ZHOU, J. Soil teeming with life: new frontiers for soil science. In: REES, R.M.; BALL, B.C.; CAMPBELL, C.D.; WATSON, C.A. Sustainable management of soil organic matter. Walingford: CAB International, p.393-412, 2001.

TÓTH, G.; HERMANN, T.; SILVA, M.R.; MONTANARELLA, L. Monitoring soil for sustainable development and land degradation neutrality. Environmental Monitoring and Assessment, 190: 57, 2018.

UNITED NATIONS. Transforming our world: The 2030 Agenda for Sustainable Development. 2015. Disponível em: <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.

VEIGA, J.E. Desenvolvimento sustentável: O desafio do século XXI. 3. ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2008. 220 p.

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. O solo como sistema. Curitiba: Ed. dos Autores, 2011. 104p.

EVOLUÇÃO CONCISA DA LEGISLAÇÃO BRASILEIRA SOBRE ZONAS RIPÁRIAS E SEUS DESAFIOS PARA APLICAÇÃO NO SUL DO BRASIL[\1]

Luiz Carlos Pittol Martini

RESUMO: Este artigo apresenta uma breve linha do tempo sobre a legislação que trata das zonas ripárias no Brasil, indicando as implicações no uso e manejo das terras e os critérios empregados ao longo do tempo para sua delimitação espacial. Em especial, aborda-se o caso das propriedades rurais com agricultura familiar que predominam na região Sul do Brasil, para as quais atender os requisitos legais implicaria perda de área útil de cultivos e pastagens, com reflexos na manutenção da viabilidade econômica da atividade agrícola ou pastoril. Tratam-se também das últimas mudanças promovidas na legislação pertinente ao tema em 2012 e suas implicações nas funções das zonas ripárias aos ecossistemas locais e na proteção das margens dos cursos de água. Finalmente, discute-se a introdução da alternativa pagamento por serviços ambientais como instrumento de estímulo econômico para promoção da qualidade ambiental no meio rural.

Palavras-chave: vegetação ciliar; Código Florestal; recursos hídricos; agricultura familiar.

ABSTRACT: This paper presents a brief timeline of the Brazilian laws regarding riparian zones, outlining its implications on land-use management and the criteria applied overtime for its spatial delimitation. In particular, the predominant case of family-based farming in South of Brazil is addressed, for which complying with the legal requirements would imply a loss of useful area for crops and pastures, damaging the economic potential of the family farms. The latest legislation changes in 2012 and its repercussions over the functioning of the riparian zones are also examined, including the consequences on its aspects of protection over watercourse banks and the local ecosystem. Finally, an alternative payment for environmental services is presented as an economic incentive to promote improvement on the environmental quality of rural areas.

Keywords: riparian vegetation; forestry law; water resources; family farming.

Universidade Federal de Santa Catarina. Departamento de Engenharia Rural. luiz.martini@ufsc.br

[1/]Artigo baseado na palestra "Agricultura em zonas ripárias no Sul do Brasil: conflitos no uso das terras e impactos nos recursos hídricos", proferida na VI REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO - RPCS 2019.

INTRODUÇÃO

O registro do primeiro regulamento acerca da proteção de zonas ripárias no Brasil recua até o primeiro reinado, quando o Decreto Imperial Nº 152, de 20 de julho de 1824, determinou que se reservassem as matas da borda do mar e dos rios navegáveis nas terras distribuídas a colonos estrangeiros, nos seguintes termos (BRASIL, 1886):

"Sendo necessario que se conservem em perfeita e regular observancia as ordens, que têm sido expedidas para se reservarem as matas de borda do mar e dos rios navegaveis, na distribuição que novamente se houver de fazer de terras aos Colonos estrangeiros que devem estabelecer-se na Província de S. Pedro do Rio Grande do Sul: Assim o Manda S. M. o Imperador pela Secretaria de Estado dos Negocios do Imperio, participar ao Presidente da dita Província, para sua inteligência e execução." (sic)

Ainda que voltado aos mares e rios navegáveis, deve-se notar que muito precocemente um regulamento de Estado mostrava preocupação em proteger as zonas ripárias, entendidas aqui como as faixas de terras emersas situadas no entorno dos corpos hídricos naturais e artificiais, como cursos de água, lagos/lagoas, represas e bordas do mar. Pode-se depreender, então, que as funções desempenhadas por essas áreas já eram bem conhecidas no passado, ao menos quanto ao seu papel na proteção das margens dos rios, fato que devia ser facilmente identificável devido à evidente erosão fluvial desencadeada pelo desmatamento ou remoção da vegetação marginal primitiva.

Contudo, a vegetação das margens dos corpos hídricos foi especificamente contemplada na legislação brasileira apenas 110 anos depois daquele decreto imperial. No Artigo 3° do Código Florestal de 1934 (BRASIL, 2019a), as florestas foram classificadas em protetoras, remanescentes, modelo e de rendimento. Particularmente, as florestas protetoras foram assim definidas na lei, empregando-se a grafia da época:

Art. 4º Serão consideradas florestas protectoras as que, por sua localização servirem conjunta ou separadamente para qualquer dos fins seguintes:

a) Conservar o regimen das aguas;

b) Evitar a erosão das terras pela acção dos agentes naturaes;

c) Fixar dunas;

d) Auxiliar na defesa de fronteiras, de modo julgado necessário pelas autoridades militares;

e) Assegurar condições de salubridade publica;

f) Proteger sítios que por sua beleza mereçam ser conservados;

g) Asilar especimens raros de fauna indígena.

O Código Florestal de 1934 estendia o alcance das “matas de bordas” para todas aquelas com algum papel físico na proteção das águas, do solo e das dunas, bem como a florestas que atendessem funções de defesa nacional, salubridade pública, finalidades paisagísticas ou preservação de espécies da fauna nativa. Porém, embora inovadora para o padrão incipiente de proteção ambiental da época, o Código Florestal de 1934 pecava pela generalidade de seus dispositivos e pela ausência ou insuficiência de regulamentação complementar que tornasse a lei mais efetiva, principalmente com respeito às dimensões que as florestas ou outra vegetação nativa deveriam possuir para atender o caráter protetor explicitado nos setes itens do seu Artigo 4°. De passagem, deve-se observar que o Código estabelecia o Ministério da Agricultura como organismo de Estado destinado à definição dessas florestas protetoras, condição que atribuía ao órgão que fomentava o uso das terras para fins agrícolas o papel concomitante, e geralmente conflitivo, de reservar áreas para proteção ambiental permanente.

Alguns critérios quantitativos para dimensionar as florestas protetoras foram acolhidos em 1965 pelo que foi chamado à época de Novo Código Florestal (BRASIL, 2019b), que definiu como Áreas de Preservação Permanente (APPs) as faixas marginais ao longo dos cursos de água – de acordo com a largura do rio –, as áreas em torno de nascentes ou olhos de água e as áreas que circundam lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais (além de manter as demais finalidades das florestas protetoras que haviam sido estipuladas no Código de 1934 e introduzir outras). Pela presença geral em todo o meio rural, de especial interesse para este trabalho são as dimensões das APPs referentes aos corpos hídricos, definidas no Código de 1965 com a seguinte redação:

Art. 2º Consideram-se de preservação permanente, pelo só efeito desta Lei, as florestas e demais formas de vegetação natural situadas:

a) ao longo dos rios ou de qualquer curso d'água desde o seu nível mais alto em faixa marginal cuja largura mínima será:

1 - de 30 (trinta) metros para os cursos d'água de menos de 10 (dez) metros de largura;

2 - de 50 (cinquenta) metros para os cursos d'água que tenham de 10 (dez) a 50 (cinquenta) metros de largura;

3 - de 100 (cem) metros para os cursos d'água que tenham de 50 (cinquenta) a 200 (duzentos) metros de largura;

4 - de 200 (duzentos) metros para os cursos d'água que tenham de 200 (duzentos) a 600 (seiscentos) metros de largura;

5 - de 500 (quinhentos) metros para os cursos d'água que tenham largura superior a 600 (seiscentos) metros;

b) ao redor das lagoas, lagos ou reservatórios d'água naturais ou artificiais;

c) nas nascentes, ainda que intermitentes e nos chamados "olhos d'água", qualquer que seja a sua situação topográfica, num raio mínimo de 50 (cinquenta) metros de largura;

(...)

Sob o ponto de vista de conteúdo formal, o mérito comparativo do Novo Código Florestal de 1965 foi trazer uma definição clara e objetiva das zonas ripárias a serem protegidas, pelo menos em referência aos cursos de água e corpos hídricos lênticos (nascentes e "olhos d'água" distribuem-se de forma menos evidente no terreno). Por outro lado, a submissão compulsória à lei dos proprietários de terras que margeiam os corpos hídricos causou impasses que perduraram durante toda a vigência do Código de 1965. De imediato, houve impacto direto no meio rural naquelas zonas ripárias já ocupadas com instalações ou atividades agropecuárias, uma vez que a lei não facultou a manutenção dessas áreas para uso agrícola já consolidado. Nesse aspecto, não se manteve o princípio da anterioridade estabelecido no lema *"não há crime sem lei anterior que o defina, nem pena sem prévia cominação legal"*. Na sequência e com o passar dos anos, a pressão sobre as zonas ripárias durante a rápida expansão agrícola dos anos 1970 conduziu ao uso indiscriminado e disseminado ao longo do território nacional das terras definidas legalmente como APPs.

Na região Sul do Brasil, na qual predominam atividades rurais com agricultura familiar praticada em pequenas áreas, a conformidade integral dos agricultores ao Código Florestal de 1965 implicaria em abandono de áreas com cultivos ou pastagens ocupadas há várias décadas e, em muitos casos, ocasionaria o que Trentini (2004) caracterizou como "esvaziamento do valor econômico das propriedades". Dessa forma, em virtude dos conflitos entre os usos agrícolas nas zonas ripárias e os interesses difusos da sociedade voltados à proteção ambiental, desde a publicação do Código Florestal de 1965 se avolumaram tentativas para aplicação dos seus dispositivos legais, mas os resultados obtidos geralmente foram escassos e pontuais. O balanço de forças oriundo das pressões de organismos de defesa do meio ambiente, por um lado, e de defesa da liberdade de produção agrícola, por outro, conduziram a um típico dilema de escolha: a aplicação à letra do Código Florestal de 1965 traria inegáveis ganhos em termos ambientais, mas determinaria redução da área útil de propriedades rurais e consequente perda

de viabilidade econômica da atividade agropecuária convencional, principalmente do setor de agricultura familiar.

A partir do começo deste século iniciou-se um intenso debate político para mudança na legislação referente às APPs das zonas ripárias e em outros dispositivos do Código Florestal de 1965. O desenrolar desse debate e suas implicações foram discutidos por Martini e Trentini (2011), principalmente utilizando os termos do Código Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina publicado em abril de 2009 (SANTA CATARINA, 2019a), o qual serviu nos anos seguintes como texto base para a formulação da Lei Nº 12.651/2012, que substituiu o Código Florestal de 1965 (BRASIL, 2019c). Embora algumas das questões centrais da reforma da legislação sobre zonas ripárias tivessem sido antecipadas naquele trabalho publicado em 2011, ainda se pressupunha então que a lei federal em discussão à época pudesse reverter alguns dispositivos considerados de eficácia duvidosa na legislação estadual de Santa Catarina. Portanto, este trabalho visa atualizar alguns pontos de caráter técnico negligenciados anteriormente e também se propõe a apresentar o instrumento econômico pagamento por serviços ambientais (PSA) para a proteção das zonas ripárias, uma vez que tal instrumento também foi introduzido na Lei Nº 12.651/2012 como alternativa para promoção da qualidade ambiental.

ZONAS RIPÁRIAS NA PEQUENA PROPRIEDADE RURAL

O atual Código Florestal instituído pela Lei Nº 12.651/2012 manteve as dimensões para as zonas ripárias estabelecidas em 1965, mas introduziu mudanças muito significativas com respeito às áreas consolidadas – isto é, que já estavam ocupadas até 2008 – e também com relação a tipos de cursos de água e nascentes classificados de acordo com o seu regime de vazões. Na Tabela 1 são sintetizadas as principais mudanças para cursos de água perenes e intermitentes e para nascentes perenes.

Para ilustrar a magnitude das mudanças, na Figura 1 apresenta-se um comparativo das exigências legais determinadas pelo Código Florestal de 1965 e pelo Novo Código Florestal de 2012. Para atender ao que determinava a lei de 1965, a Tabela 2 mostra que cerca de um terço das terras da propriedade do exemplo deveria ser mantido sem uso, isso apenas para atender os requisitos de reserva legal e APPs de zonas ripárias, isto é, sem considerar eventuais áreas em topos de morros, nascentes etc. Esse quantitativo explica por si a alta frequência de imóveis rurais em desconformidade à legislação em todo o Sul do Brasil, particularmente em microrregiões com alta proporção de pequenas propriedades rurais.

Tabela 1. Recomposição das faixas marginais aos cursos d'água[1] e nascentes[2] em imóveis rurais com áreas consolidadas até 22/07/2008 determinadas pela Lei Nº 12.651/2012 (Novo Código Florestal).

Área do Imóvel	Recomposição
	Cursos de água perenes e intermitentes
Até 1 módulo fiscal[3]	5 metros ao longo de cada margem
Maior de 1 até 2 módulos	8 metros ao longo de cada margem
Maior de 2 até 4 módulos	15 metros ao longo de cada margem
Mais de 4 módulos	Extensão correspondente à metade da largura do curso d'água, com mínimo de 20 e máximo de 100 metros.
	Nascentes ou olhos de água perenes
Sem especificação de área	Raio mínimo de 15 metros

[1] Excluídos os cursos de água com regime efêmero de vazão (aqueles que apenas conduzem escoamento superficial).
[2] Excluídas as nascentes ou olhos de água com regime intermitente (aquelas que deixam de fluir nas épocas secas do ano).
[3] Na região Sul do Brasil predominam as classes de tamanho de módulo fiscal entre 2-20 hectares e entre 22-35 hectares (EMBRAPA, 2019).

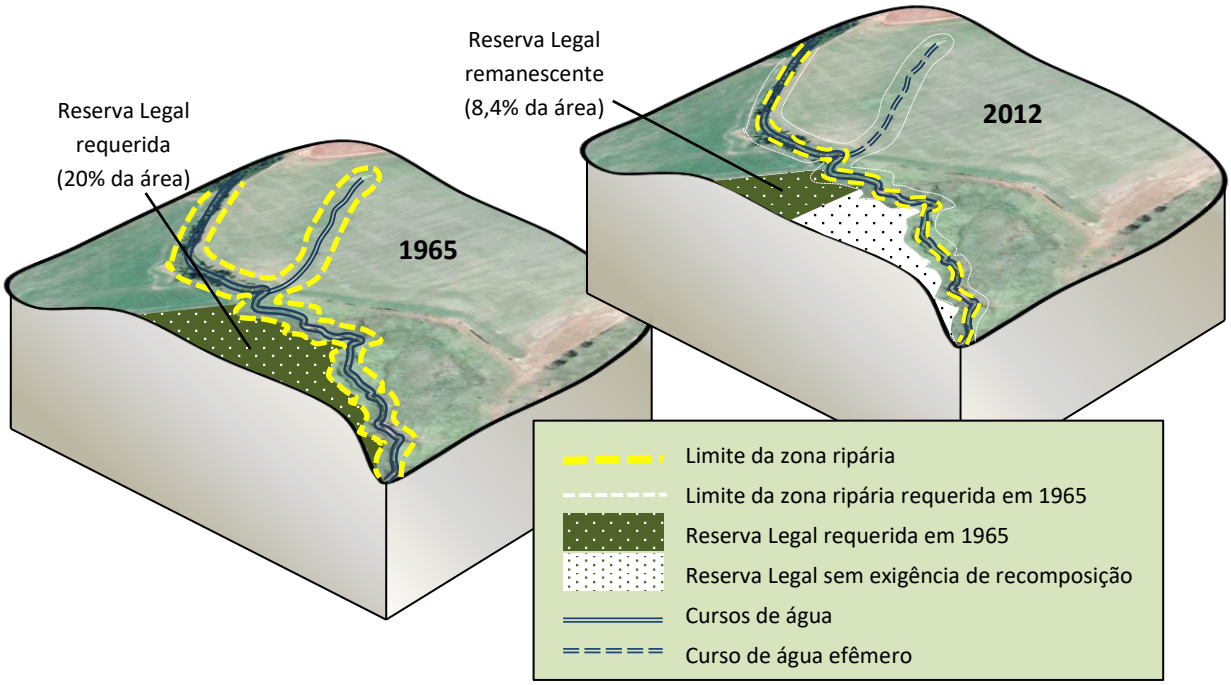


Figura 1. Comparação das exigências dos códigos florestais de 1965 e de 2012 para uma propriedade rural da região Sul do Brasil com área até um módulo fiscal. Para fins ilustrativos, considerou-se a existência de um curso de água efêmero claramente identificável nessa propriedade e a presença de área remanescente de reserva legal em 2012 em proporção inferior a 20% da área total.

Por outro lado, a legislação de 2012 tornou bem mais favorável o ajuste das propriedades rurais às normas. Para imóveis com tamanho até dois e de dois a quatro módulos fiscais, a área exigida somadas todas as APPs não ultrapassará 10% e 20% da área total do imóvel, respectivamente, bem como também ser possível computar essa área com APPs no percentual

obrigatório para a Reserva Legal (Art. 15 da Lei Nº 12.651/2012). Além disso, um polêmico artigo do Novo Código Florestal de 2012 determina que:

"Nos imóveis rurais que detinham, em 22 de julho de 2008, área de até 4 (quatro) módulos fiscais e que possuam remanescente de vegetação nativa em percentuais inferiores ao previsto no art. 12, a Reserva Legal será constituída com a área ocupada com a vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008, vedadas novas conversões para uso alternativo do solo" (Art. 67 da Lei Nº 12.651/2012).

No exemplo hipotético apresentado na Figura 1 e na Tabela 2, considerou-se que em 2012 a Reserva Legal no imóvel atingia somente 8,6% da área, percentual inferior ao exigido para a região Sul do Brasil. Somando-se a essa área o percentual referente à APP de zona ripária (1,4%), obtém-se apenas 10% ou metade da área de Reserva Legal exigida caso não houvesse uso consolidado no imóvel rural. O art. 67 que desobriga os proprietários de imóveis rurais com área até quatro módulos fiscais de recomporem a Reserva Legal foi objeto de Ação Direta de Inconstitucionalidade (ADIN Nº 4.901), cuja decisão por maioria do Supremo Tribunal Federal foi de reconhecer sua constitucionalidade (BRASIL, 2019d).

Tabela 2. Exemplo ilustrativo da aplicação dos códigos florestais de 1965 e 2012 em um imóvel rural de Santa Catarina com extensão até um módulo fiscal e com áreas consolidadas até 22/07/2008.

Parâmetro	**Código Florestal de 1965**	**Código Florestal de 2012**
Densidade de drenagem (km/km²)[1]	2,0 (todos)	1,4 (sem efêmeros)
Largura dos cursos de água	Até 10 metros	Até 10 metros
Faixa ripária exigida	30 metros	5 metros
Proporção da área com zona ripária	12,0 %	1,4 %
Proporção da Reserva Legal[2]	20,0 %	8,6 % (remanescente)
Proporção da área com APP[3] e Reserva Legal	*32,0 %*	*10,0 %*

[1] Comprimento total dos cursos de água em uma microbacia hidrográfica rural típica de Santa Catarina.

[2] O código de 1965 determinava para o Sul do Brasil que a Reserva Legal deveria ser de pelo menos 20% da área do imóvel. O código de 2012 manteve esse percentual, mas para imóveis com até 4 (quatro) módulos fiscais e com percentuais de vegetação nativa inferiores a 20%, a reserva legal será constituída com a área ocupada com vegetação nativa existente em 22 de julho de 2008.

[3] APP: Área de Preservação Permanente.

Um ponto ainda controverso entre os agricultores e mesmo entre alguns técnicos diz respeito às áreas sem uso ou ocupação antes de 2008, ou seja, áreas não consolidadas. Pela lei, há pouca mudança entre os códigos, a não ser com respeito aos cursos de água efêmeros, situação abordada na sequência deste texto. Por exemplo, caso a propriedade ilustrativa da Figura 1 tivesse respeitado na íntegra a legislação de 1965 no tocante à zona ripária e Reserva

Legal, a legislação de 2012 não autoriza a supressão da vegetação dentro da faixa dos 30 metros ou conversão da área de Reserva Legal para finalidades agrícolas, por exemplo. Ou seja, a legislação tornou-se mais branda somente para as situações que prevaleciam até 2008, o que não deixa de ser uma forma irônica de beneficiar o infrator.

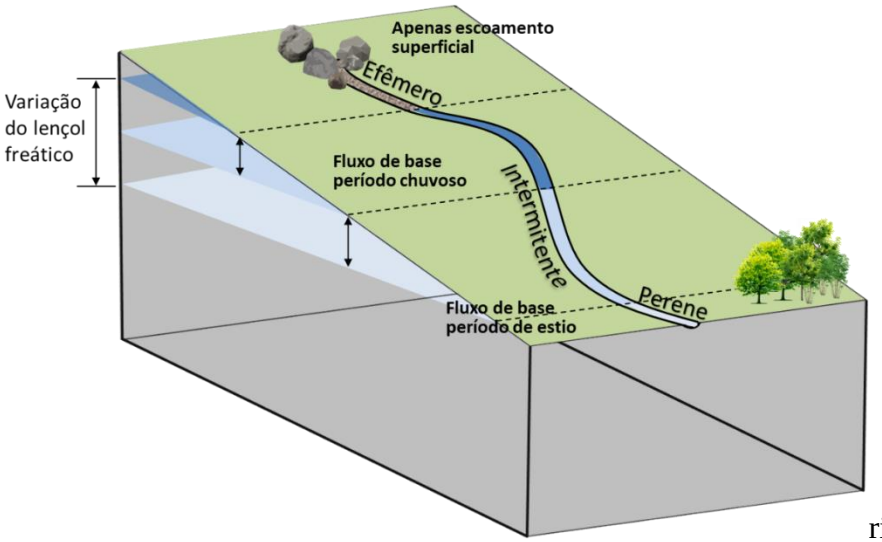
REGIME DE VAZÃO DOS CURSOS DE ÁGUA E DEFINIÇÃO DAS ZONAS RIPÁRIAS

A legislação trazida pelo Código Florestal de 1965 estabeleceu dimensões para delimitação das faixas de proteção marginais apenas de acordo com a largura dos cursos de água, não havendo nenhuma menção a respeito do seu regime fluvial. Porém, o Novo Código Florestal de 2012, instituído pela Lei Nº 12.651/2012, torna explícito que devem ser excluídos os cursos de água efêmeros. Originalmente, o art. 4º dessa lei indicava que deveriam ser consideradas Áreas de Preservação Permanente, tanto em área urbana como rural, "*as faixas marginais de qualquer curso d'água natural, desde a borda da calha do leito regular, em largura mínima de (...)"*. A partir de uma alteração na lei, introduziu-se a exceção dos cursos de água "efêmeros" (BRASIL, 2019e).

Embora o texto do Novo Código Florestal de 2012 não contenha a definição de um curso de água efêmero, pode-se caracterizá-lo em termos hidrológicos como aquele cuja vazão é formada apenas pelo transporte de escoamento superficial resultante do excedente das chuvas que não se armazena em depressões do terreno ou infiltra no solo. Esse tipo de curso de água não é alimentado por escoamento subterrâneo de água em nenhuma época do ano, sustentando vazões no seu leito apenas enquanto durar o escoamento superficial. Sinteticamente, é um canal natural destinado a transportar as enxurradas.

Porém, a definição simples de um curso de água efêmero não implica em facilidade de identificá-lo a campo. Na realidade, não existem propriamente cursos de água efêmeros ou intermitentes, mas sim um *continuum* de trechos em que a vazão perdura mais ou menos tempo no período entre chuvas. Uma situação típica é exemplificada na Figura 2. No trecho mais a montante do curso de água, o esquema mostra que a posição do lençol freático não atinge posição topográfica que permite fluxo subterrâneo de água ao canal, significando que esse trecho apenas conduz água de escoamento superficial. São os típicos trechos de "leito seco". Contudo, deve-se notar que a linha de separação entre o trecho efêmero e intermitente é indistinguível para efeitos práticos. (Na realidade, em alguns ecossistemas naturais é a própria vegetação arbustiva ou arbórea que demarca essa linha, haja vista que é a oferta mais abundante de água no solo que permite o estabelecimento de espécies com maior demanda hídrica). A

depender do regime de chuvas, a posição em que inicia o fluxo de água no leito do curso de água pode estar mais a montante ou jusante, implicando que se pode tomar como efêmero um trecho com vazão intermitente. Como agravante, não há uma solução técnica adequada para atender esses casos, tornando subjetiva a tarefa de classificar cursos de água pelo seu regime de vazões e, por consequência, tornando arbitrária a delimitação das APPs



ripárias.

Figura 2. Esquema da posição do lençol freático em função do regime pluviométrico e manutenção da vazão em trechos de um curso de água.

O Novo Código Florestal de 2012 também estendeu a ambiguidade do regime de vazões para as nascentes, uma vez que determina como APP apenas as áreas no entorno daquelas que possuírem regime perene. Mas, perenes até quando? Sabe-se que de acordo com o regime pluviométrico a disponibilidade de água subterrânea pode ter grandes variações de um ano para outro, implicando em maior ou menor oferta de água nos mananciais. Em secas com maior intervalo de recorrência, ou mais raras, mesmo nascentes com farta disponibilidade de água em anos normais podem secar. Não serão essas nascentes objeto de proteção legal? Neste ponto, deve-se considerar que a própria indefinição do que é uma nascente em termos hidrológicos advém de códigos anteriores, fato que historicamente vem causando confusão entre nascente e cabeceira de drenagem (ou cabeça de dreno, mais apropriadamente), o que resultava na proteção com APP no ponto em que claramente podia ser identificado o início do traçado do curso de água, independente do seu regime de vazões.

Tal como no caso das nascentes, muitas confusões acerca da necessidade de proteção em zonas ripárias se devem ao desconhecimento do fluxo em cursos de água. A vazão de certo rio ser proveniente do escoamento subterrâneo é um fato bastante conhecido, mas no senso

comum geralmente se admite a origem dessa vazão como resultado dos afloramentos de água, popularmente chamadas de nascentes, olhos d'água ou vertentes. Portanto, a crença difundida é de que a vazão é formada pelos fluxos superficiais que partem do local de afloramento e se dirigem ao leito dos cursos de água, quando na verdade a vazão no período de estio é formada em grande parte pelos fluxos oriundos do subsolo que atingem diretamente o leito ao longo do trajeto dos cursos de água. Não se foge muito à realidade quanto se diz que "sob um rio flui outro rio subterrâneo". Esse escoamento subterrâneo recebe o nome de fluxo hiporreico e a zona que o contém está em interação com mananciais que podem estar a distâncias consideráveis do canal do curso de água. Um esquema da zona hiporreica é mostrado na Figura 3.

O fluxo hiporreico pode manter-se mesmo quando os cursos de água cortam ou deixam de acumular água nas depressões ao longo do seu leito. Esse é o caso típico nas faixas de terras ao longo dos canais de rios intermitentes que ficam expostas durante o período de vazante, condição comum em regiões em que há uma estação seca bem definida. Dada as condições hídricas favoráveis aos cultivos, no Novo Código Florestal de 2012 é admitido o plantio de culturas temporárias nessas terras nas pequenas propriedades ou posses rurais familiares (Art. 4º, §5, da Lei nº 12.651/ 2012).

LARGURA DAS ZONAS RIPÁRIAS

A capacidade de proteção das margens dos cursos de água proporcionada pela presença de vegetação ciliar ou de borda é amplamente reconhecida, seja pela evidente estabilidade dos taludes e minimização dos efeitos erosivos causados pelo escoamento ou pelos benefícios diretos de preservação de espécies da flora e fauna nativas. Também são reconhecidas as suas funções na depuração da água, na redução da carga de sedimentos com origem em áreas agrícolas e na moderação da temperatura da água fluvial. No entanto, as controvérsias técnicas e jurídicas sobre as dimensões dessas faixas de proteção têm estado presente desde que o Código Florestal de 1965 introduziu as dimensões mínimas de acordo com largura do rio.

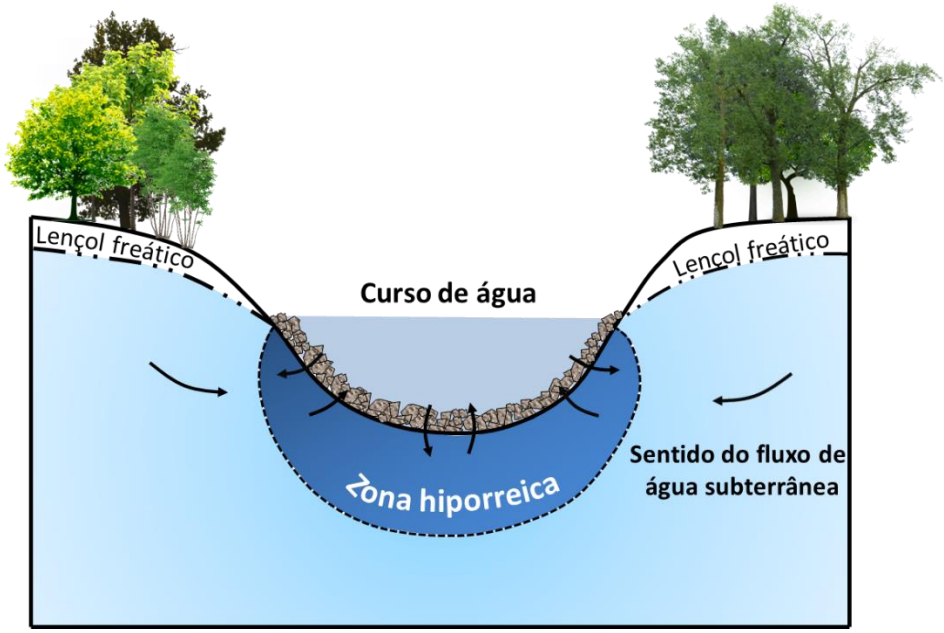


Figura 3. Corte transversal de um curso de água e de sua zona hiporreica. Fonte: adaptado de Ranalli e Macalady (2010).

Generalizar os cursos de água em padrões rígidos sem considerar toda a diversidade de biomas e ecossistemas do território brasileiro certamente não é uma solução adequada. Por outro lado, justamente essa diversidade impõe dificuldades de enquadramento da rede hidrográfica, não havendo um sistema classificatório ao mesmo tempo abrangente e de aplicação realista. Sob um ponto de vista pragmático, o método empregado a partir do Código Florestal de 1965 tem a virtude de ser aplicável com base em informações simples e que atualmente podem ser adquiridas de forma indireta a partir de imagens de sensoriamento remoto com alta resolução espacial. Dessa forma, tanto o enquadramento como a fiscalização podem ser realizados de maneira sistemática mesmo em bacias hidrográficas muito extensas.

Hansen et al. (2010) revisaram dezenas de estudos relativamente recentes realizados no mundo que tratam da largura das zonas ripárias. Uma síntese das recomendações desse trabalho é mostrada na Tabela 3, na qual são listados os objetivos a serem atingidos pela proteção em relação à intensidade do uso das terras ou posição da paisagem da área a ser protegida. Pode-se observar que o menor valor de todos (30 metros) corresponde justamente à menor largura de faixa marginal determinada pela legislação brasileira, com exceção dos casos de áreas com uso consolidado até 2008, nos quais se aplicam as larguras já apresentadas anteriormente (Tabela 1). Uma crítica frequente no Brasil sustenta que existe falta de embasamento científico sobre largura adequada das APPs ripárias, mas o extenso trabalho de Hansen et al. (2010) mostra que há preocupação internacional para um melhor entendimento do papel das zonas ripárias e de

qual extensão elas devem possuir para minimamente promover alguns objetivos de qualidade ambiental.

As recomendações compiladas na Tabela 3 sugerem uma solução de compromisso, pois vincula a largura da zona ripária a um ou mais objetivos a serem atendidos. Mas soluções de compromisso necessitam de negociação entre as partes interessadas e as medidas coercitivas estabelecidas nas alternativas tipicamente jurídico-administrativas de controle ambiental empregadas no Brasil geralmente não envolvem algum tipo de negociação da norma. Ou seja, ao agente público regulador e fiscalizador cabe apenas aplicar a norma às pessoas físicas ou jurídicas objeto da regulação ou fiscalização. Portanto, para os casos específicos de proteção com interesse local ou de abrangência restrita – cujo exemplo típico é melhoria da qualidade água em uma bacia hidrográfica agrícola que se destina também à captação para abastecimento público –, as medidas jurídicas com caráter generalista não são efetivas.

Pode-se considerar sob um ponto de vista prático que uma pequena faixa marginal de proteção aos cursos de água é melhor do que nenhuma, como no caso dos cinco metros exigidos para recomposição em imóveis rurais com tamanho até um módulo fiscal e com uso consolidado até 2008. Mas também se deve reconhecer que os objetivos atendidos com essa largura de faixa marginal são limitados, como por exemplo, prover certo grau de proteção mecânica às margens e algum sombreamento do leito do curso de água. Portanto, outro tipo de instrumento além da medida jurídica tradicional deve ser buscado para sejam atingidos aqueles objetivos que exigem zonas ripárias com maior extensão e que extrapolam as exigências da legislação.

Tabela 3. Recomendações para largura (em metros) de zonas ripárias no Estado de Victoria, Austrália.

Objetivo	**Intensidade do uso das terras**			**Várzeas ou planícies de inundação**	**Bacias íngremes ou cabeceiras de drenagem**
	Alto	Moderado	Baixo		
Melhoria da qualidade da água	60	45	30	120	40
Moderar temperatura da água	95	65	35	40	35
Prover alimentos e outros bens	95	65	35	40	35
Promover biodiversidade aquática	100	70	40	Variável	40
Promover biodiversidade terrestre	200	150	100	Variável	200

Fonte: Adaptado de Hansen et al. (2010).

PAGAMENTO POR SERVIÇOS AMBIENTAIS

As exigências legais para instalação de novos empreendimentos que apresentam projetos com características que requeiram licenciamento e algum tipo de avaliação de impacto ambiental estão bem definidas na legislação, porém costumam apresentar custos elevados e demandam tempo para execução das etapas do cronograma estabelecidas no termo de referência previamente estipulado pelo órgão ambiental licenciador. Contudo, pode-se considerar que tais custos monetários e de tempo geralmente são compatíveis com os demais custos de implantação dos empreendimentos de médio ou grande porte. Nos casos em que os chamados custos de licenciamento são proporcionalmente pequenos frente aos benefícios oriundos do projeto, fazer cumprir os requerimentos jurídicos torna-se uma tarefa relativamente simples (embora nem sempre a estrutura dos órgãos ambientais e dos tribunais seja compatível com a celeridade demandada pelo empreendedor para liberação das obras).

As normas legais são mais difíceis de usar ou são impraticáveis quando sua aplicação tornar certo empreendimento inviável economicamente. Como já discutido ao longo deste trabalho, atender na íntegra o Código Florestal de 1965 no que se refere às faixas marginais aos cursos de água impactaria desfavoravelmente as propriedades rurais sul-brasileiras, onde cerca de 85% delas possuem tamanho inferior a 50 hectares e área média de aproximadamente 14 hectares (IBGE, 2019). No conjunto dessas propriedades, ainda é frequente o uso das margens dos cursos de água com lavouras temporárias ou perenes e pastagens, mesmo após a redução das exigências para recomposição das APPS em áreas consolidadas. Na percepção do autor, as tarefas de recomposição das APPs de zonas ripárias ainda são incipientes, mesmo passados seis anos da publicação do Novo Código Florestal de 2012.

A partir do começo deste século, difundiu-se no cenário internacional o instrumento pagamento por serviços ambientais (PSA), que visa traduzir em valores monetários os benefícios para as pessoas advindos do uso dos recursos naturais ou das funções ambientais. De acordo com Naeem et al. (2015), o PSA está associado diretamente a pagamentos por desempenho ambiental e deve ser visto como uma alternativa para complementar as abordagens mais tradicionais de gestão, que se baseiam principalmente na regulação do uso de bens e serviços ambientais ou em medidas restritivas de ocupação de espaços territoriais. O o PSA requer que as entidades públicas ou privadas beneficiadas pela proteção ambiental encarreguem-se por pagamentos a serem transferidos às entidades promotoras das ações de proteção ou melhoria ambiental, ou seja, o PSA pode ser entendido como um mecanismo beneficiário-pagador. As entidades habilitadas a receberem os pagamentos podem ser públicas (geralmente governos) ou privadas, sendo estas representadas por um indivíduo em particular, por empresas ou mesmo por comunidades.

Dado o potencial para estimular a proteção ambiental sem os efeitos socioeconômicos negativos decorrentes das medidas jurídicas que restringem o uso econômico de áreas ripárias, a Lei Nº 15.133/2010 instituiu em Santa Catarina a Política Estadual de Serviços Ambientais (SANTA CATARINA, 2019b) e regulamentou o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais (PEPSA). O PEPSA suporta três subprogramas: (I) Subprograma Unidades de Conservação, (II) Subprograma Formações Vegetais e (III) Subprograma Água. Na sequência, o dispositivo PSA também foi incluído Novo Código Florestal de 2012. Embora a lei catarinense encontre-se atualmente em fase de reformulação para contornar dificuldades técnicas e de operação (SILVA, 2019), espera-se que venha trazer avanços na promoção da qualidade ambiental no meio rural em que predomina agricultura familiar, constituindo-se em renda não-agrícola capaz de assegurar a viabilidade econômica de imóveis situados em áreas vulneráveis à degradação ambiental.

Como destacado por Silva (2019), o programa em andamento no Brasil que apresenta mais avanços na linha dos estímulos econômicos é Programa Produtor de Água (PPA), da Agência Nacional de Águas – ANA, que foi criado em 2001 e teve sua concepção embasada na necessidade de se reverter a situação daquelas bacias hidrográficas em que o uso inadequado do solo e dos recursos naturais ocasiona degradação dos recursos hídricos. Como é voltado diretamente à conservação dos recursos hídricos, o PPA é centrado em ações de redução da erosão do solo e do assoreamento de mananciais no meio rural, o que proporciona melhoria da qualidade e a regularização da oferta de água em bacias hidrográficas que atendem múltiplos propósitos.

Destaque-se que as alternativas econômicas ainda são recentes nos modelos de gestão ambiental no Brasil. O pequeno número de experiências em execução ainda não forma um conjunto apreciável de casos para identificação da efetividade das medidas, mas iniciativas que buscaram realizar uma síntese das dificuldades e soluções (por exemplo, GUEDES e SEEHUSEN, 2011) revelam que é possível avançar na proteção de ecossistemas sensíveis instituindo mecanismos de estímulo econômico em substituição à tradicional alternativa de "vigiar e punir".

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir da rápida perspectiva histórica mostrada neste trabalho, pode-se constatar que quase dois séculos de legislação não foram capazes de proteger as chamadas matas de borda, ou florestas protetoras, ou faixas marginais aos cursos de água ou, mais tecnicamente, zonas ripárias. Os próprios marcos legislativos do século 19 até o ano de 1965 mostram que houve

uma tendência de tornar a lei cada vez mais rígida, partindo inicialmente de meros indicativos do que seria ideal proteger até demarcações precisas do que deveria ser protegido e definido como Área de Preservação Permanente (APP). No entanto, o recuo na lei em 2012 em desobrigar os imóveis com uso consolidado da recomposição total daquelas áreas em desacordo com a lei de 1965 mostra de forma inequívoca que medidas jurídicas não são suficientes ou são até mesmo inadequadas para proteção ambiental. A experiência tem mostrado que a legislação brasileira não foi efetiva na proteção das zonas ripárias, apesar de os códigos serem em geral muito bem embasados na sua formalidade jurídica. Diversidade de biomas, território continental e riqueza em recursos naturais (historicamente cobiçados para fins econômicos nem sempre ligados a interesses nacionais legítimos) são os três fatores que contribuem em graus variados para os escassos resultados obtidos pela legislação ambiental e, em particular, naqueles dispositivos voltados à proteção das APPs ripárias.

Mais recentemente, o cenário interno foi modificado pela pressão internacional voltada à proteção ambiental de biomas e ecossistemas com impactos de abrangência global. Questões como proteção das florestas tropicais pluviais, dos oceanos, dos recursos hídricos continentais e da emissão de gases de efeito estufa têm dominado as agendas de organismos multilaterais nas quase duas décadas deste século, tornando as atividades produtivas dentro das fronteiras dos países mais vigiadas e sujeitas a censura pública em fóruns mundiais e a sanções comerciais para aquelas atividades que comprometem o meio ambiente. Pode-se admitir, pela quadro atual, que a efetividade dessa censura e das sanções comerciais ainda esteja em um estágio inicial, mas considerando a velocidade em que o ativismo ambientalista avança nos chamados países desenvolvidos, deve-se considerar o potencial que as práticas ambientais positivas trarão no futuro tanto para a própria preservação do capital natural como para os benefícios comerciais advindos de produtos e serviços que minimizam o uso de recursos naturais escassos e os danos ambientais.

É notório o fato de as APPs de zonas ripárias estarem sendo utilizadas para fins agrícolas em muitas áreas do Sul do Brasil, em um claro conflito entre produção e proteção ambiental. Embora a legislação possa ser criticada em muitos aspectos, como a generalidade das metragens empregadas para delimitação das faixas marginais aos cursos de água e do raio em torno das nascentes, o recorrente não cumprimento da norma legal leva ao seu descrédito e torna cada vez mais difícil sua aceitação pelos proprietários rurais. No caso das faixas marginais, optou-se por uma flexibilização da lei que anistiou os proprietários do uso ilegal de certas faixas de APPs de acordo com o tamanho da propriedade. Por exemplo, a exigência para recomposição em propriedades com até um módulo fiscal e com uso consolidado até 2008 passou de 30 metros

para apenas 5 metros (e acabou a exigência de faixa marginal aos cursos de água efêmeros). Naturalmente, se entende a pretensão de proteger os pequenos proprietários rurais do Sul do Brasil, mas ao não considerar a dimensão do curso de água que passa pela propriedade, foram ignoradas as funções básicas que essas faixas marginais devem atender. E assim, os 5 metros podem ser muito menos do que o necessário para a faixa marginal cumprir seu papel de proteção da zona ripária (de passagem, note-se que cinco metros é a envergadura de uma árvore de porte médio e, assim, a faixa marginal pode ser constituída por uma "linha" ou renque de árvores). De outra parte, pode-se também questionar: e se nem os 5 metros ou outra metragem exigida para recomposição for atendida pelos proprietários? A partir do momento que findar o prazo atribuído para essa recomposição haverá a aplicação de penalidades legais?

Sob uma ótica realista, os motivos que levaram ao não atendimento da legislação anterior mais restritiva sobre as APPs de curso de água nas áreas com predominância de agricultura familiar permanecerão ativos independentemente do que a legislação atual ordenar. Se esses motivos forem de ordem socioeconômica, com efeitos na viabilização da propriedade rural como unidade de produção inserida no mercado, a legislação fracassará mais uma vez. Nesse contexto, instrumentos como o pagamento por serviços ambientais (PSA) ou "produtor de água" podem auxiliar para que os requisitos mínimos sejam atendidos ou ampliados, sem os impactos indesejados de êxodo rural e esvaziamento do campo. Esta alternativa está em aberto e no aguardo de políticas públicas para promovê-la.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BRASIL. Decreto Imperial Nº 152, de 20 de julho de 1824. **Collecção das Leis do Imperio do Brazil de 1824**. Rio de Janeiro: Typographia Nacional, 1886. Disponível em: <http://bd.camara.leg.br/bd/handle/bdcamara/18340>. Acesso em: 06 de jun. 2019.

_____. Decreto Nº 23.793, de 23/01/1934**. Approva o codigo florestal que com este baixa**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/1930-1949/D23793.htm>. Acesso em 06 de jun. 2019a.

_____. Lei Nº 4.771, de 15 de setembro de 1965. **Institui o novo Código Florestal.** Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L4771.htm>. Acesso em 10 de jun. 2019b.

_____. Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera e revoga Leis e Decreto; e dá outras providências**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm>. Acesso em 17 de jun. 2019c.

_____. Supremo Tribunal Federal. **ADI N° 4.901, sobre a inconstitucionalidade de dispositivos normativos da Lei Nº 12.651/12 que contrariam o disposto nos artigos 186, I e 11, e 225, todos da Constituição Federal de 1988**. Disponível em: <http://portal.stf.jus.br/processos/detalhe.asp?incidente=4355097>. Acesso em 21 de jun. 2019d.

_____. Lei Nº 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Altera a Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis [etc]**. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12727.htm>. Acesso em 21 de jun. 2019e.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Módulos fiscais no Brasil**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/codigo-florestal/area-de-reserva-legal-arl/modulo-fiscal>. Acesso em 22 de jun. 2019.

GUEDES, F.B.; SEEHUSEN, S.E. (Org.). **Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios**. Brasília: MMA, 2011. 272p.

HANSEN, B.; REICH, P.; LAKE, P.S.; CAVAGNARO, T. **Minimum width requirements for riparian zones to protect flowing waters and to conserve biodiversity: a review and recommendations, with application to the State of Victoria**. Report to the Office of Water, Department of Sustainability and Environment, Monash University, 2010. 151p.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agro2017**. Disponível em: <https://censos.ibge.gov.br/agro/2017/resultados-censo-agro-2017.html>. Acesso em 22 de jun. 2019.

MARTINI, L.C.P.; TRENTINI, E.C. Agricultura em zonas ripárias no Sul do Brasil: conflitos no uso das terras e impactos nos recursos hídricos. **Sociedade e Estado**, 26(3): 613-630, 2011.

NAEEM S., INGRAM J.C., VARGA A. et al. Get the Science right when paying for nature's services. **Science**, 347:1206-1207, 2015.

RANALLI, A.J; MACALADY, D.L. The importance of the riparian zone and in-stream processes in nitrate attenuation in undisturbed and agricultural watersheds – A review of the scientific literature. **Journal of Hydrology**, 389: 406-415, 2010.

SANTA CATARINA. Lei n° 14.675, de 13 de abril de 2009. **Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências**. Disponível em: <http://leis.alesc.sc.gov.br/html/2009/14675_2009_lei.html>. Acesso em 17 de jun. 2019a.

_____. Lei n° 15.133, de 19 de janeiro de 2010. **Institui a Política Estadual de Serviços Ambientais e regulamenta o Programa Estadual de Pagamento por Serviços Ambientais no Estado de Santa Catarina, instituído pela Lei nº 14.675, de 2009, e estabelece outras providências**. Disponível em: <http://server03.pge.sc.gov.br/LegislacaoEstadual/2010/015133-011-0-2010-001.htm>. Acesso em 24 de jun. 2019b.

SILVA, Jamily M. da. **Mapeamento de áreas prioritárias para execução do Programa Produtor de Água em Santa Catarina**. Florianópolis, 25f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Agronomia), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2019.

TRENTINI, Élen C. **Agricultura "criminosa": atividades agrícolas avaliadas à luz do Código Florestal de 1965**. Florianópolis, 124f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas), Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004.

AVALIAÇÃO DE SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS PROVISIONADOS PELO SOLO

Maurício Roberto Cherubin

RESUMO: O solo é um capital natural que desempenha múltiplas funções e consequentemente, fornece serviços ecossistêmicos essenciais aos seres humanos. Portanto, avaliar os impactos da expansão e intensificação de sistemas agrícolas sobre os **"Serviços Ecossistêmicos do Solo - SES"** (i.e., fluxo de benefícios fornecidos pelo solo para satisfazer as necessidades humanas) é um tema de pesquisa globalmente emergente, estratégico e prioritário para atingirmos as metas de desenvolvimento sustentável nas próximas décadas. Globalmente, inúmeras estratégias têm sido desenvolvidas para avaliação dos SES, variando de acordo com a base teórico-conceitual e as pressuposições dos modelos utilizados. No entanto, independentemente da estratégia, há três etapas básicas que deveriam ser seguidas antes de coletar os dados. A primeira etapa refere-se a seleção dos SES que serão avaliados. O solo é provedor de múltiplos serviços, que podem ser agrupados em quatro categorias: suporte, provisão, regulação e cultura. Na segunda etapa, deve-se estabelecer os mecanismos pelo qual os SES são afetados pelo uso da terra ou prática de manejo em questão. E finalmente, deve-se selecionar indicadores que serão mensurados no campo ou laboratório para inferir sobre os SES. Indicadores são propriedades do solo ou aspectos relacionados ao solo mensuráveis que estão direta ou indiretamente associados aos mecanismos e aos serviços avaliados. Uma vez definido esses aspectos importantes, os indicadores podem ser mensurados em diferentes arranjos espaço-temporais, possibilitando inventariar a provisão dos SES em uma dada região, ou mesmo identificar eventuais ganhos ou perdas na provisão dos serviços induzidas pela adoção de determinado uso ou prática de manejo. Os indicadores são interpretados e em alguns casos integrados por serviço, enquanto os SES podem ser expressos de forma gráfica ou espacialmente mapeados. O desenvolvimento de estratégias robustas para avaliação dos SES é crucial para gerar informações que subsidiem práticas de manejo mais sustentáveis, bem como, em um escopo mais amplo, políticas de conservação do solo e ecossistemas ou mesmo programas de pagamentos dos serviços ecossistêmicos.

Palavras chaves: Propriedades e funções do solo, qualidade do solo, benefícios ambientais.

Departamento de Ciência do Solo, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz / Universidade de São Paulo (ESALQ/USP); E-mail: cherubin@usp.br

ABSTRACT: Soil is natural capital that performs multiple functions and provides essential ecosystem services to people. Therefore, to assess the effects of agriculture expansion and intensification on "**Soil Ecosystem Services - SES**" (i.e., flux of benefits people obtain from soil) is an emergent, strategic and priority research topic towards sustainable development in the next decades. Globally, several strategies have been developed to evaluate SES, varying according to theoretical and conceptual basis and assumptions of the models. However, regardless of strategy applied, three basic steps should be followed before data collection. The first step is the selection of SES. Soil provides multiple services, which can be grouped in four categories: support, provision, regulation and cultural. The second step is to establish the mechanisms through which land use and management systems either compromise or provide ecosystem services. Finally, the third step is selection of indicators that will be measured in the field or laboratory to infer about the set of SES. Indicators are measurable soil properties or other soil-related aspects that are direct or indirectly associated with mechanisms and services evaluated. Since, these previous steps are followed, indicators can evaluated under different spatio-temporal designs, allowing inventorying the provision of SES in a given region, or even quantifying eventual gains or losses of SES due to adoption of some specific land use or management practices. Indicators are interpreted and, in some cases, they are integrated by each service. Services can be expressed in graphic layouts or mapping. The development of robust and reliable strategies to evaluate SES is crucial to provide useful information to support decision-making to adopt more sustainable management practices, as well as to guide soil conservation program and policies, and payment programs for SES.
Key words: Soil properties and functions; soil quality; environmental benefits

INTRODUÇÃO

A população mundial está em constante crescimento, e deverá atingir 9,8 bilhões de pessoas em 2050 (United Nations, 2017). Este aumento populacional é acompanhado pelo aumento da renda per capita, especialmente em países em desenvolvimento, e estima-se que o crescimento econômico global atingirá 2,9% ao ano em 2050 (FAO, 2009). Assim, com o aumento da população em paralelo ao seu poder de compra, inevitavelmente a demanda por alimentos e energia aumentará significativamente nas próximas décadas. Projeções indicam que a quantidade de alimento produzido deverá praticamente dobrar [70% (FAO, 2009); 100-110% (Tilman et al., 2011)], especialmente em países em desenvolvimento, tais como o Brasil. Para atender à crescente demanda global de energia (>30% em 2050), a matriz energética deverá se

tornar mais complexa, com maior contribuição de fontes renováveis (taxa de crescimento de 2,6% ao ano), tais como os biocombustíveis (e.g., etanol e biodiesel) e bioeletricidade a partir da queima de biomassa (WEC, 2013). No Brasil, estima-se que a demanda energética terá aumento de 2,2% ao ano, dobrando até 2050 (EPE, 2016).

Diante desse cenário, produzir alimento e bioenergia para as mais de 9 bilhões de pessoas de forma sustentável, certamente é um dos maiores desafios do século XXI (Godfray et al., 2010). Dentre as alternativas para aumentar a produção de alimento e de bioenergia (baseada na agricultura) em um curto prazo destaca-se a expansão das áreas cultivadas e/ou intensificação (*i.e.*, maior produção por área) dos sistemas de produção agrícola. No entanto, identificar as pressões impostas pela expansão e/ou intensificação desses sistemas sobre os recursos naturais (Smith et al., 2016), e mensurar os impactos sobre a provisão dos serviços ecossistêmicos (Foley et al., 2005; Power, 2010; Bommarco et al., 2018) têm sido globalmente considerada uma agenda prioritária na ciência e na política.

Serviços ecossistêmicos podem ser definidos como os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas (Daily, 1997; MEA, 2005). Esse conceito foi inicialmente concebido na década de 1970 (e.g., Westman, 1977), por meio de outros termos (e.g., funções ecossistêmicas ou ecológicas e serviços ambientais) (Tancoigne et al., 2014; Vezzani, 2015), mas efetivamente emergiu e se popularizou a partir da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente e o Desenvolvimento (ECO-92) e de importantes publicações subsequentes no final da década de 1990 (e.g., Daily, 1997[1]; Costanza et al., 1997[2]). Cronologicamente, outro marco importante foi o relatório "*Milennium Ecosystems Assessment*" publicado pelas Nações Unidas em 2005 (MEA, 2005), no qual foi proposta uma metodologia de avaliação dos serviços ecossistêmicos baseada na classificação dos serviços em quatro categorias: provisão, regulação, cultural e suporte. Frente a importância da temática, o número de estudos envolvendo a abordagem de serviços ecossistêmicos tem crescido ano a ano (Tancoigne et al., 2014; Adhikari & Hartemink, 2016).

O solo é um capital natural essencial para a manutenção da vida na Terra, desempenhando múltiplas funções e consequentemente, fornecendo diversos serviços ecossistêmicos aos seres humanos (Figura 1) (Bouma, 2014; Vezzani, 2015; Baveye et al., 2016; Prado et al., 2016; Hatfield et al., 2017).

[1] O livro "Nature's Services – Societal dependence on Natural Ecosystems" editado por Daily (1997) apresenta 7.549 citações (Google scholar – 10/06/2019)
[2] O artigo "The value of the world's ecosystem services and natural capital" publicado na Nature por Costanza et al. (1997) apresenta 20774 citações (Google scholar – 10/06/2019)

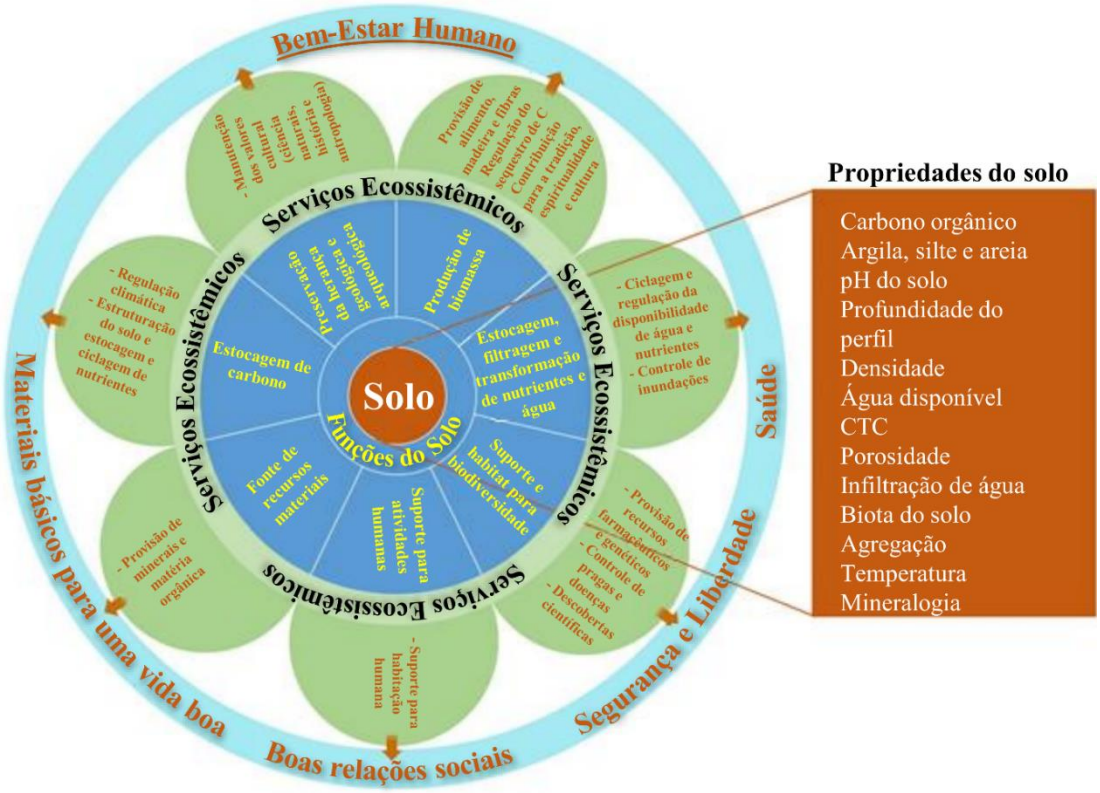


Figura 1. Representação conceitual da associação entre propriedades do solo e serviços ecossistêmicos que promovem o bem-estar humano. Fonte: Adaptado de Adhikari & Hartemink (2016)

Portanto, conservar o solo é crucial para promover o bem-estar humano, incluindo a produção e obtenção de recursos básicos que movem a economia, manutenção da saúde, promoção das relações sociais, segurança e liberdade de escolha. Nesse contexto, o solo torna-se peça chave para atingirmos as metas de desenvolvimento sustentável estabelecidas pelas Nações Unidas para 2030 (Bouma, 2014; Keesstra et al., 2016).

Todavia, apesar de apresentar múltiplas funções e fornecer serviços essenciais para o desenvolvimento sustentável, o solo nunca foi foco específico de acordos multilaterais ambientais (Montanarella & Alva, 2015), e portanto, a maioria das ferramentas (*framework*s) de avaliação e pagamento dos serviços ecossistêmicos (e.g., Costanza et al., 1997; MEA, 2005; TEEB, 2010), não reconhece plenamente o seu importante papel na provisão de tais serviços (Dominati et al., 2010; Robinson et al., 2013; Baveye et al., 2016). Na maioria das vezes, a contribuição do solo é associada apenas a serviços de suporte (e.g., MEA, 2005), negligenciando-se os demais serviços fornecidos, como os de provisão e regulação (Robinson et al., 2013).

Diante desta lacuna, cientistas do solo têm se mobilizado ao redor do mundo, por meio de diversas iniciativas/cooperações internacionais[3] (e.g., Figura 2), para conscientizar uma audiência muito mais ampla do que aquela diretamente envolvida com a temática. O grande objetivo é instigar a reflexão da sociedade sobre o papel vital do solo no fornecimento de serviços ecossistêmicos, que combatam os grandes desafios globais relacionados a insegurança alimentar e energética, mudanças climáticas e bem-estar social.

Figura 2. Exemplos de inciativas que tem por objetivos promover a conscientização sobre o papel vital do solo para atingirmos um desenvolvimento sustentável.

Com base nisso, diversos grupos passaram a focar suas pesquisas no reconhecimento e avaliação dos **Serviços Ecossistêmicos do Solo**, *i.e.*, fluxo de benefícios fornecidos pelo solo que satisfazem as necessidades humanas. Neste emergente tópico de pesquisa, estudos têm buscado desenvolver e implementar novas e específicas *frameworks* para identificação, avaliação/modelagem, mapeamento e pagamento desses serviços (e.g., Dominati et al., 2010; 2014; Robinson et al., 2013; Lavelle et al., 2014; Baveye et al., 2016; Jónsson & Davíðsdóttir, 2016; Greiner et al., 2017; Drobnik et al., 2018; Grissi et al., 2018; Su et al., 2018; Oliveira et al., 2019), bem como, têm discutido a abordagem de serviços ecossistêmicos do solo como uma importante ferramenta estratégica à tomada de decisão e delineamento de políticas voltadas à conservação e segurança do solo (Field et al., 2017).

No entanto, avaliar os serviços ecossistêmicos do solo não é uma tarefa simples. O solo é meio heterogêneo formado por diversos componentes [*i.e.*, sólidos (minerais, orgânicos), líquidos e gasosos], que interagem entre si e com o ambiente externo. Solos normalmente são caracterizados através de suas propriedades químicas, físicas e biológicas, as quais são

[3] Iniciativas ao redor do mundo que tem enfoque prioritário na conscientização da sociedade sobre a importância do solo como elemento chave para o desenvolvimento sustentável. O Brasil ainda apresenta um número muito reduzido de pesquisadores engajados nessas ações que visam implementar o conhecimento básico em solos em políticas públicas que impactem diretamente a sociedade. O fomento de pesquisas nessa área é prioritário. Mais detalhes sobre tais iniciativas podem ser encontradas em: **World Soil Day** (http://www.fao.org/global-soil-partnership/wsd2016/en/); **2015 International Year of Soils** (http://www.fao.org/soils-2015/en/); **International Decade of Soils (2015-2024)** (http://www.iuss.org/index.php?article_id=588); **Global Soil Partnership** (http://www.fao.org/global-soil-partnership/en/); **UN Sustainable Development Goals** (https://sustainabledevelopment.un.org/sdgs); **4 per 1000** (http://4p1000.org/understand)

mensuráveis e permitem a comparação entre diferentes solos utilizando métricas e critérios variados (Dominati et al., 2010). Entretanto, as propriedades do solo podem ser intrínseca ao solo (*i.e*., aquelas propriedades associadas aos fatores de formação do solo) ou dinâmicas (*i.e*., propriedades do solo que podem ser alteradas pelo uso e manejo) e apresentam uma complexa rede de interações entre si (Baveye et al., 2016; Prado et al., 2016). Essas complexas interações que ocorrem no solo dificultam a conexão entre propriedades do solo e seus serviços ecossistêmicos associados (Figura 1). Assim, estabelecer as relações entre o solo, como capital natural, e os serviços ecossistêmicos fornecidos nos diferentes sistemas de uso e manejo, respeitando as especificidades locais, possivelmente é um dos maiores desafios a serem superados pelos cientistas do solo.

No Brasil, **"Serviços Ecossistêmicos do Solo"** é um campo de pesquisa ainda muito recente, mas com grande potencial de crescimento, especialmente em sistemas agrícolas. Os pesquisadores estão começando a reconhecer o papel do solo na provisão de serviços ecossistêmicos (Prado et al., 2016), possivelmente inspirados ou influenciados pela atenção que o assunto tem despertado em escala global. Historicamente, o principal foco da ciência do solo brasileira é estudar mecanismos e processos de modo compartimentalizado nas dimensões das propriedades químicas, físicas e biológicas. Isso também é verdadeiro nos estudos envolvendo o manejo do solo, onde busca-se identificar e mensurar as principais "pressões" ou impactos causados pelos diferentes sistemas agrícolas nas propriedades do solo. Certamente esses estudos são essenciais para compreender cada vez melhor os fenômenos que ocorrem no solo e seus mecanismos. No entanto, um dos grandes desafios é integrar esse conhecimento em abordagem holísticas que permitam estabelecer conexões entre as funções do solo e os serviços fornecidos (Hatfield et al., 2017).

Estudos envolvendo serviços ecossistêmicos do solo ainda são bastante escassos no Brasil[4,5]. A maior parte dos (poucos) trabalhos publicados até o momento concentra-se em identificar e mensurar propriedade(s) do solo (e.g., carbono e matéria orgânica do solo, emissão de gases de efeito estufa, fauna do solo, nutrientes e propriedades físico-hídricas) que poderiam ser utilizadas como potenciais indicadores de serviços ecossistêmicos específicos (Parron et al., 2015). Estudos mais complexos envolvendo um ou mais indicadores têm sido conduzidos

[4] Em rápida busca na base Web of Science acerca das publicações relacionadas a temáticas de serviços ecossistêmicos no Brasil, verifica-se que ao inserir os termos "**ecosystem services**" AND "**Brazil**" como tópico encontra-se 573 publicações. Ao adicionar o solo como palavra-chave "**ecosystem services**" AND "**soil**" AND "**Brazil**" encontra-se 129 publicações. Por fim, quando se especifica "**soil ecosystem services**" AND "**Brazil**" apenas 5 publicações são encontradas. (Acesso 10/06/2019)

[5] Dentre as poucas iniciativas existentes no Brasil, pode-se mencionar a rede de pesquisa - Arranjo em Serviços Ambientais na Paisagem Rural criada pela Embrapa em 2014.

especialmente no bioma amazônico (Grimaldi et al., 2014; Clec'h et al., 2016; Celentano et al., 2017) e apenas mais recentemente no Cerrado (Oliveira et al., 2019). Desta forma, avanços na compreensão dos serviços ecossistêmicos do solo em diferentes biomas e sistemas de produção são fundamentais para identificar as interações e os potenciais sinergismos e *trade-offs* existentes entre os serviços fornecidos pelo solo (Bennett et al., 2009; Power, 2010; Clec'h et al., 2016).

DESENVOLVIMENTO

A avaliação dos serviços ecossistêmicos provisionados pelo solo pode ser realizada por meio de diferentes estratégias, as quais baseiam-se em diferentes abordagens conceituais e modelos mecanisticos. Portanto, o objetivo deste documento não é detalhar as diferentes estratégias de avaliação, mas sim, apresentar uma sequência de etapas sequenciais que o autor julga relevante, independentemente das especificidades de cada estratégia e objetivo da avaliação (Figura 3).

Figura 3. Etapas para planejamento da avaliação dos serviços ecossistêmicos do solo.

Etapa I: Seleção dos serviço ecossistêmico do solo

A definição de qual ou quais serviços serão analisados é fundamental para definir o escopo da avaliação. As avaliações podem ser bem específicas, focando em apenas um ou poucos indicadores (e.g., sequestro de carbono ou controle da erosão) ou mesmo ter um caráter mais holístico avaliando diversos serviços que estão sendo impactos simultaneamente pelo uso ou manejo do solo. Todavia, deve-se tomar cuidado com avaliações de serviços isolados, pois

sistemas de uso e manejo que tentam maximizar a provisão de um serviço específico normalmente resultam em significativo declínio na provisão de outros serviços ecossistêmicos do solo (Bennett et al., 2009; Power, 2010). Por exemplo, muitas vezes quanto o serviço de provisão de alimento (avaliado pela produtividade da cultura) é maximizado, outros serviços como conservação da biodiversidade pode ser prejudicados. Portanto, estudos focados em serviços isolados não conseguem revelar a sinergias e *trade-offs* que ocorrem entre eles, prejudicando, em última instância, a tomada de decisão.

O solo provisiona múltiplos serviços ecossistêmicos, e estes serviços podem ser agrupados em quatro categorias: suporte, provisão, regulação e cultura. Na figura 4, são listados exemplos de serviços ecossistêmicos provisionados pelo solo. Para mais detalhes sobre estes e outros serviços, consulte Adhikari & Hartemink (2016).

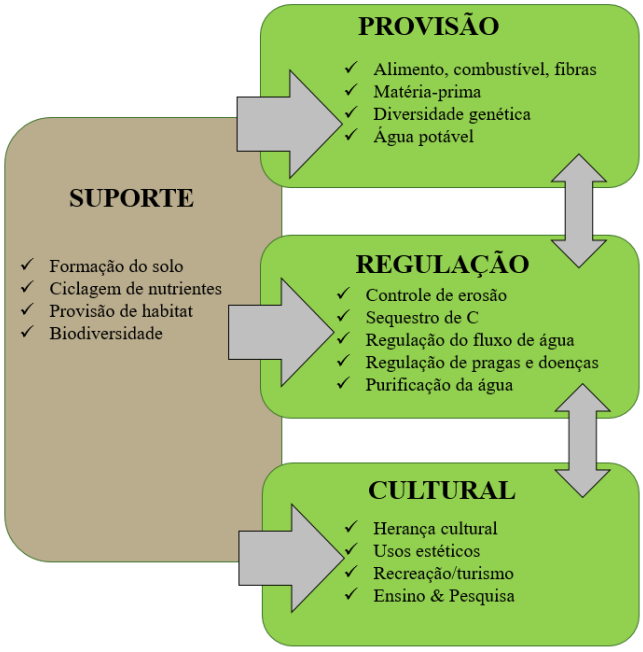


Figura 4. Exemplos de serviços ecossistêmicos provisionado pelo solo, categorizados de acordo com a estrutura proposta na *Millenium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005).

Etapa II: Mecanismo que afeta a provisão dos serviço ecossistêmico do solo

A segunda etapa refere-se a definição do mecanismo pelo qual a provisão de um dado serviço é afetada tanto positivamente quanto negativamente. A clara compreensão destes mecanismos é fundamental para selecionar indicadores que de fato reflitam as alterações na provisão dos serviços. Para fins de facilitar o entendimento, vamos utilizar o exemplo da remoção dos resíduo culturais (palha) da cana-de-açúcar para produção de bioenergia, uma prática de manejo recentemente adotado na região Centro Sul do Brasil. O mecanismo pelo qual

a remoção da palha afeta o serviço ecossistêmico de controle de erosão está esquematizado na figura 5. A manutenção da palha cumpre um papel fundamental na proteção do solo contra o impacto da gota da chuva, evitando a desagregação superficial, desprendimento das partículas, deposição das particular obstruindo os poros do solo e consequentemente causando o selamento superficial. O solo com selamento superficial apresenta menor taxa de infiltração de água e maior taxa de escoamento superficial. Como resultado, o solo fica mais susceptível à erosão, aumentando a perda de solo, água, matéria orgânica e nutrientes (Martins Filho et al., 2009; Silva et al., 2012; Valim et al., 2016). Além disso, indiretamente a palha contribui na provisão do serviço de controle de erosão por meio da melhoria da estrutura do solo. A manutenção da palha aumenta os estoques de C no solo (Cherubin et al., 2018), o qual, contribui no processo de agregação, melhorando a estabilidade e qualidade da estrutura do solo (Castioni et al., 2018). Solo melhor estruturado permite maior infiltração de água, reduzindo, em última instância, sua suscetibilidade à erosão.

Portanto, o manejo de remoção da palha, potencialmente reduz a capacidade do solo provisionar o serviço de controle de erosão.

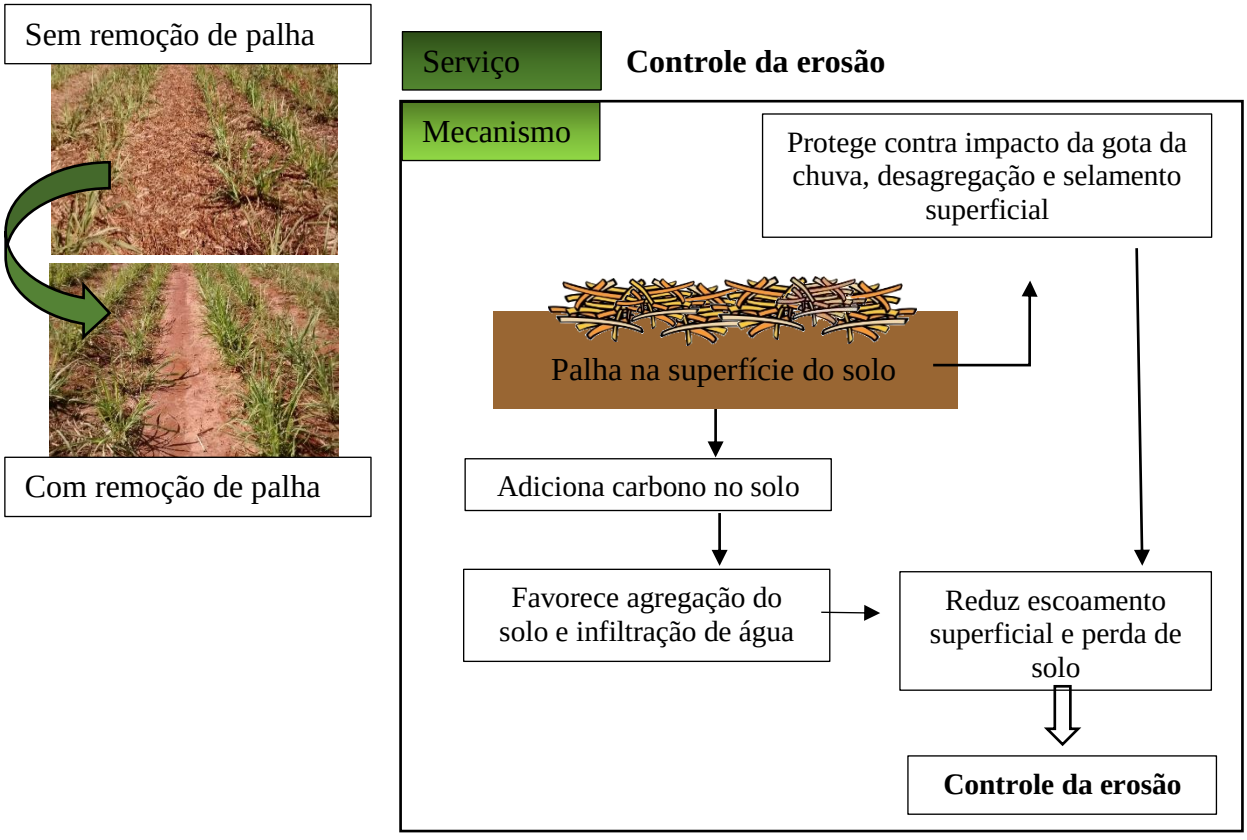


Figura 5. Esquematização do mecanismo pelo qual o manejo de remoção da palha de cana-de-açúcar pode afetar a provisão do serviço de controle de erosão.

Etapa III: Seleção de indicadores para avaliar os serviço ecossistêmico do solo

A partir da definição dos serviços que serão avaliados e dos respectivos mecanismos que afetam a provisão destes serviços, é necessário selecionar indicadores mensuráveis que permitam fazer inferência sobre a provisão dos serviços. Indicadores são propriedades do solo ou outros parâmetros relacionados ao serviço (e.g., produtividade da cultura; ou aspectos culturais) que refletem o mecanismo e/ou a provisão do serviço. Estes indicadores podem ser diretos, uma métrica direta da provisão do serviço, ou ser uma proxy que reflete indiretamente a provisão do serviço.

Seguindo com o exemplo da remoção da palha de cana-de-açúcar, considerando:

i) Serviço ecossistêmico do solo – Controle da erosão
ii) Mecanismos – A presença da palha na superfície do solo, o protege e melhora sua estrutura, tornando-o menos susceptível ao processo erosivo.
iii) Indicadores – baseado no serviço e mecanismo podemos listar alguns indicadores:
    - Diretos: taxa de perda de solo (Mg ha^{-1} ano^{-1});
    - Indiretos: taxa de infiltração de água (mm ha^{-1}); estabilidade de agregados (% de macroagregados); diâmetro de agregados (mm); teor de C do solo (g kg^{-1}).

A mensuração destes indicadores diretamente em experimentos de campo/laboratórios ou obtendo de banco de dados permitirá quantificar qual é magnitude da possível redução da provisão do serviço de controle da erosão. Cabe ressaltar, o aumento ou redução da provisão de um dado serviço, depende de cada situação que se esteja avaliando.

Análise dos dados e mapeamento dos serviços ecossistêmicos do solo

Diferentes abordagens têm sido pesquisadas para avaliar os serviços ecossistêmicos do solos de modo integrado (Prado et al., 2016; Greiner et al., 2017). As *frameworks* mais promissoras baseiam-se no desenvolvimento de índices, os quais ponderam a contribuição de cada serviço de acordo com pesos obtidos por meio de testes estatísticos (e.g., Lavelle et al., 2014; Calzolari et al., 2016; Drobnik et al., 2018; Oliveira et al., 2019).

Um exemplo dessa abordagem foi aplicada recentemente por Oliveira et al. (2019) em um estudo para avaliar o impacto da mudança de uso da terra para expansão da cana-de-açúcar sobre áreas de pastagem extensiva na provisão de serviços ecossistêmicos. Os autores selecionaram uma série de serviços e indicadores. Como mais de um indicador foi selecionado

para cada serviço, utilizando estatística multivariada de análise de componentes principais, estes diferentes indicadores foram integrados em sub-índices que representavam cada serviço. Por fim, estes sub-índices foram integrados em um índice geral, variando de 0-1, o qual representou o impacto geral da mudança de uso na provisão dos serviços avaliados (Figura 6).

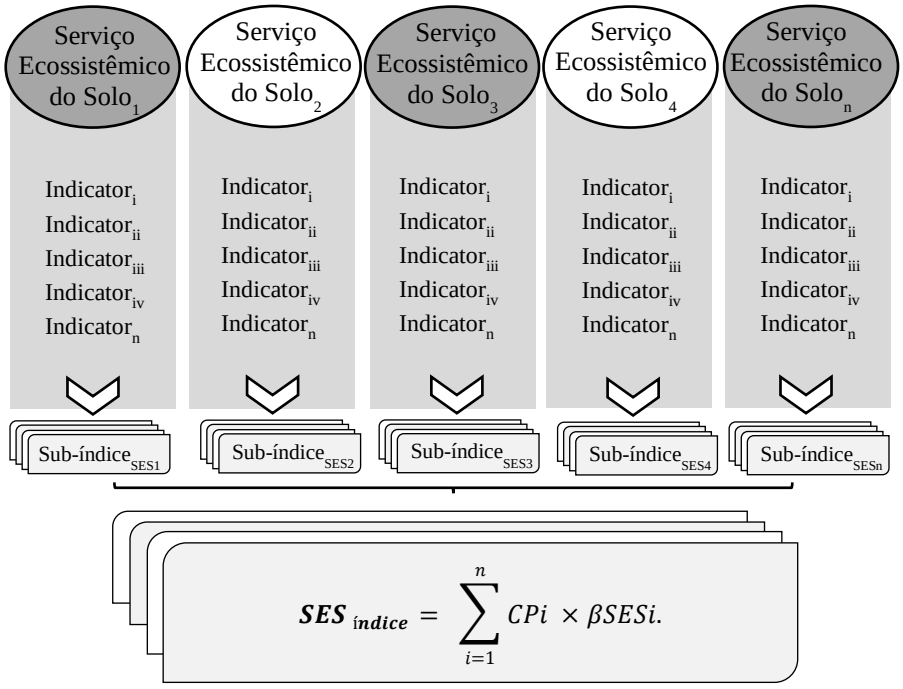


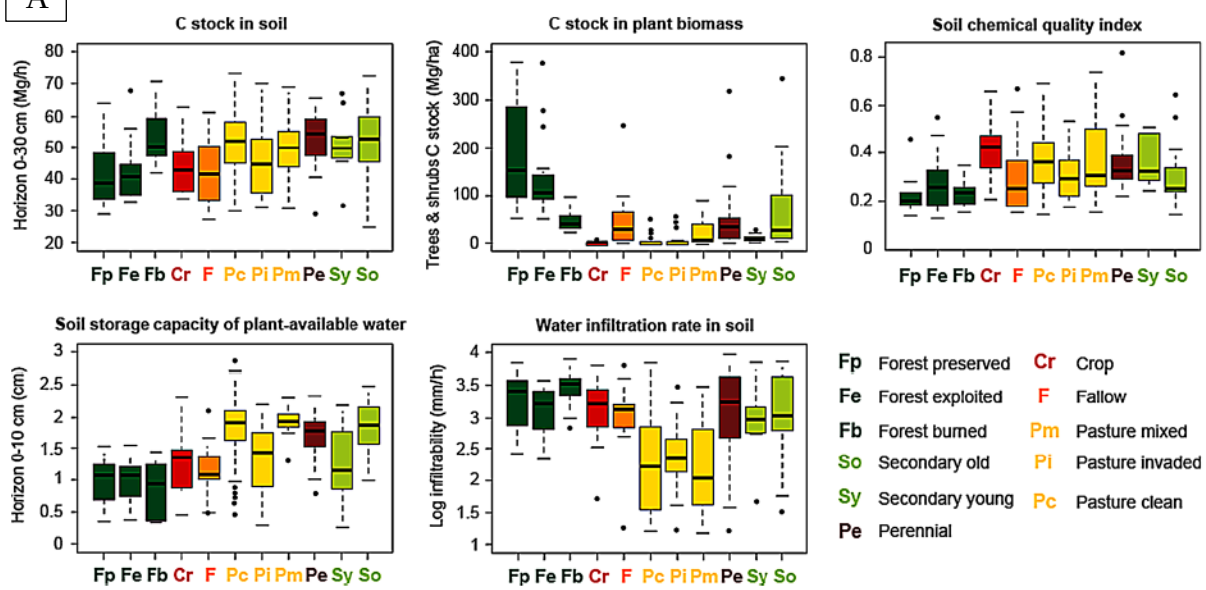
Figura 6. Estrutura conceitual da avaliação dos serviços ecossistêmicos do solo (SES) por meio de índices. Os vários serviços ecossistêmicos do solo serão elencados e representados por um conjunto de indicadores medidos [e.g., SES: Provisão de nutrientes – Função do solo: Ciclagem, retenção e disponibilização de nutrientes – Indicadores: concentração de macronutrientes (N, P, K, S, Ca e Mg) e de micronutrientes (Zn, Cu, Mn, B e Fe), atributos de acidez (pH, Al, saturação por bases, acidez potencial) e CTC)]. Estes indicadores serão integrados em sub-índices relativos a cada SES. Para tanto, os indicadores serão submetidos a análise de componentes principais (ACP), e os valores (normalizados) de cada indicador serão multiplicados pelos seus respectivos pesos (β) dentro de cada componente principal (CP) significativo pelo critério de Kaiser (autovalor > 1), posteriormente, multiplicado pelo percentual da variância total explicada por cada CP (PCi). Finalmente, o sub-índice será obtido pela soma dos indicadores ponderados. Este procedimento estatístico será repetido com os sub-índices para a obtenção do Índice Integrado de SES (SES índice).

Modelos desenvolvidos especificamente para solo, ou que o considerem explicitamente como provedor de serviços ecossistêmicos têm sido aplicados em diferentes ambientes ao redor do mundo. Como exemplo de modelos específicos para solo, destaca-se o Soil Plant Atmosphere System Model – SPASMO (Green et al., 2003) e The Modelling Soil Ecosystem Services - MOSES (Aitkenhead et al., 2011). Para mais detalhes sobre modelos passíveis de ser

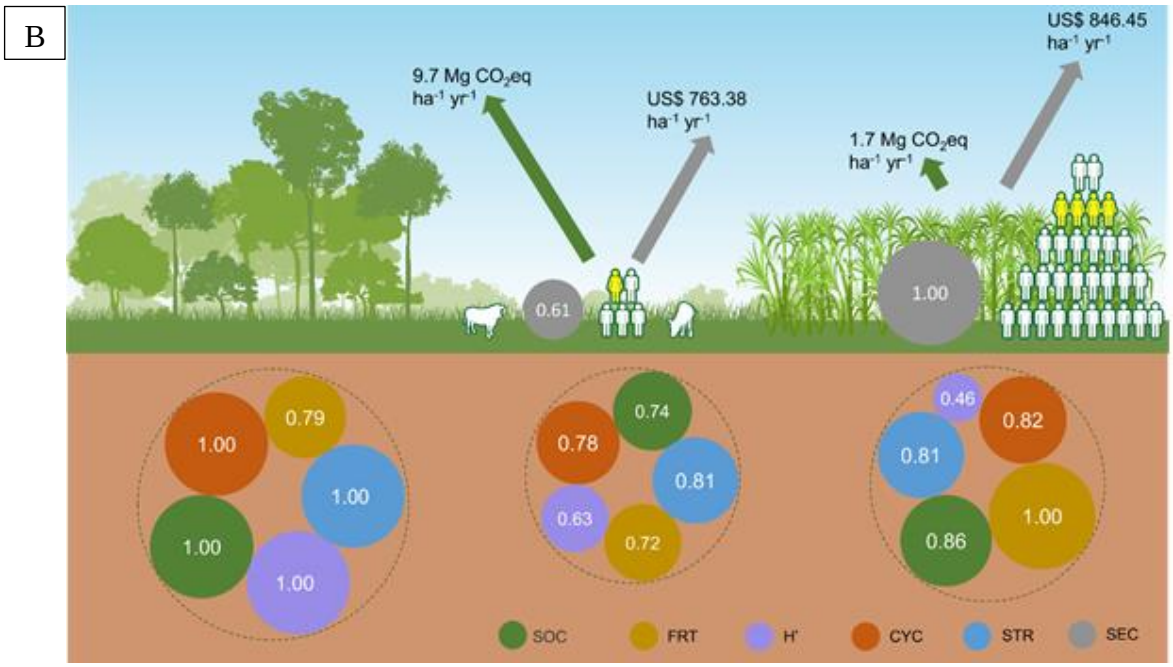
utilizado na avaliação de serviços ecossistêmicos consulte as revisões de Prado et al. (2016) e Greiner et al. (2017).

Diferentes estratégias podem ser utilizadas para apresentar os resultados da avaliação dos serviços ecossistêmicos do solo, desde tabelas e gráficos, até mesmo, formas mais comunicativas, como infográficos e mapas (distribuição espacial) (Figura 7).

A



B



C

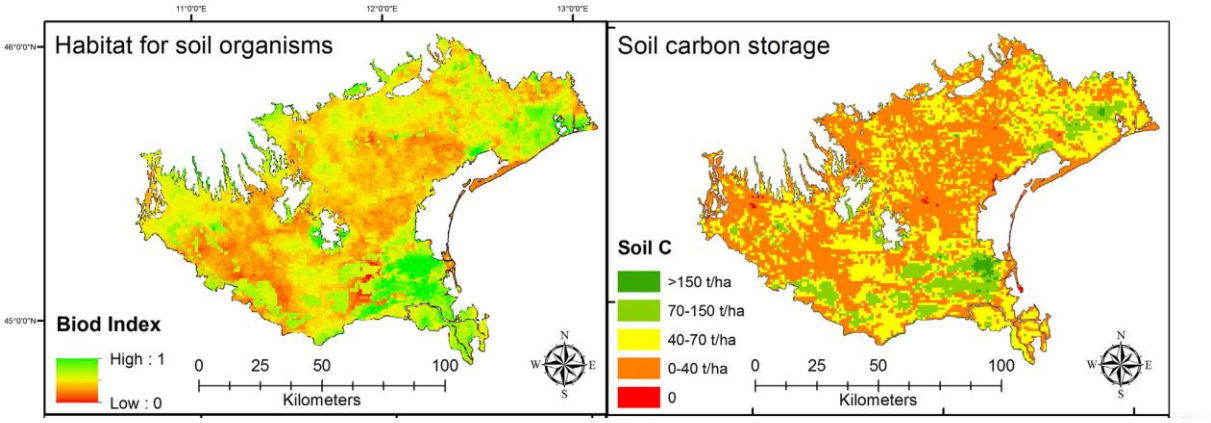


Figura 7. Exemplos de apresentação dos resultados de avaliações de serviços ecossistêmicos, por gráficos (A), infográficos (B) e mapas (C).

Fontes: Adaptado de Grimaldi et al. (2014); Oliveira et al. (2019) e Gissi et al. (2018)

Considerações finais

A avaliação de serviços ecossistêmicos do solo é algo recente, inovador e desafiador. Operacionalizar na prática as múltiplas teorias e abordagens conceituais que sustentam a perspectiva de serviços ecossistêmicos é uma tarefa bastante complexa, que exige conhecimento não apenas de solos, mas multidisciplinar.

O desenvolvimento de protocolos robustos de avaliação dos serviços ecossistêmicos do solo é crucial para gerar informações confiáveis que possibilitem subsidiar, tanto na escala local práticas de manejo mais sustentáveis, bem como, em um escopo mais amplo, políticas de conservação do solo e ecossistemas ou mesmo programas de pagamentos dos serviços ecossistêmicos. Desta forma, e engajamento de atores de diferentes setores (acadêmica, organizações governamentais e não governamentais, iniciativa privada, produtores rurais e poder público) deve ser fomentado para avançarmos nessa temática nos próximos anos.

AGRADECIMENTO

O autor agradece a Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) pelo Auxílio à Pesquisa (Processo n. 2018/09845-7) que viabiliza a condução de estudos na temática de serviços ecossistêmicos do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adhikari, K., Hartemink, A.E., 2016. Linking soils to ecosystem services - A global review. Geoderma 262,101–111

Aitkenhead, M.J.; Albanito, F.; Jones, M.B.; Black, H.I.J. 2011. Development and testing of a process-based model (MOSES) for simulating soil processes, functions and ecosystem services. Ecol Modell 222, 3795-3810.

Baveye, P.C., Baveye, J., Gowdy, J. 2016. Soil "Ecosystem" Services and Natural Capital: Critical Appraisal of Research on Uncertain Ground. Front Environ Sci 4:41.

Bennett, E.M., Peterson, G.D., Gordon, L.J. 2009. Understanding relationships among multiple ecosystem services. Ecol Lett 12, 1394-1404.

Bommarco, R., Vico, J., Hallin, S. 2018. Exploiting ecosystem services in agriculture for increased food security. Glob Food Sec17: 57-63.

Bouma, J. 2014. Soil science contributions towards Sustainable development Goals and their implementation: linking soil functions with ecosystem services. J Plant Nutr Soil Sci 177, 111-120.

Castioni, G.A., Cherubin, M.R., Menandro, L.M.S., Sanches, G.M., Bordonal, R.O., Barbosa, L.C., Carvalho, J.L.N. 2018. Soil physical quality response to sugarcane straw removal in Brazil: A multi-approach assessment. Soil Tillage Res 184:301–309

Calzolari, C., Ungaro, F., Filippi, N., Guermandi, M., Malucelli, F., Marchi, N., Staffilani, F., Tarocco, P. 2016. A methodological framework to assess the multiple contributions of soils to ecosystem services delivery at regional scale. Geoderma 261, 190-203.

Celentano, D., Rousseau, G.X., Engel, V.L., Zelarayán, M., Oliveira, E.C., Araujo, A.C.M., de Moura, E.G. 2017. Degradation of Riparian Forest Affects Soil Properties and Ecosystem Services Provision in Eastern Amazon of Brazil. Land Degrad Develop 28, 482–493.

Cherubin, M.R., Oliveira, D.M.S., Feigl, B., Pimentel, L.G., Lisboa, I.P., Gmach, M.R., Varanda, L.L., Morais, M.C., Satiro, L.S., Popin, G.V., Paiva, S.R., Santos, A.K.B., Vasconcelos, A.L.S., Melo, P.L.A., Cerri, C.E.P., Cerri, C.C. 2018. Crop residue harvest for bioenergy production and its implications on soil functioning and plant growth: A review. Sci. Agric. 75, 255-272

Clec'h, S.L., Oszwald, J., Decaens, T., Desjardins, T., Dufour, S., Grimaldi, M., Jegou, N., Lavelle, P. 2016. Mapping multiple ecosystem services indicators: Toward an objective-oriented approach. Ecol Indic 69, 508–521.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R., Farber, S., Grasso, M., Hannon, B., Limburg, K., Naeem, S., O'Neill, R.V., Paruelo, J., Raskin, R.G., Sutton, P., van den Belt, M., 1997. The value of the world's ecosystem services and natural capital. Nature 387, 253–260.

Daily, G.C. 1997. Nature Services: Societal Dependence on Natural Ecosystems. Island Press, Washington DC, 392p.Dominati, E., Mackay, A., Green, S., Patterson, M., 2014. A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: a case study of pastoral agriculture in New Zealand. Ecol Econ 100, 119–129.

Dominati, E., Mackay, A., Green, S., Patterson, M., 2014. A soil change-based methodology for the quantification and valuation of ecosystem services from agro-ecosystems: a case study of pastoral agriculture in New Zealand. Ecol Econ 100, 119–129.

Dominati, E., Patterson, M., Mackay, A., 2010. A framework for classifying and quantifying the natural capital and ecosystem services of soils. Ecol Econ1858–1868.

Drobnik, T., Greiner, L., Keller, A., Grêt-Regamey, A. 2018. Soil quality indicators – From soil functions to ecosystem services. Ecol Indic 94: 151-169.

Empresa de Pesquisa Energética – EPE. 2016. Demanda de Energia 2050. Série: Estudos da Demanda de Energia. Disponível em: http://www.epe.gov.br/sites-pt/publicacoes-dadosabertos/publicacoes/PublicacoesArquivos/publicacao-227/topico-458/DEA%2013-15%20Demanda%20de%20Energia%202050.pdf (14/06/2019).

Field, D.J., Morgan, C.L.S., McBratney, A.B. 2017. Global Soil Security. Gewerbestrasse – Switzerland: Springer (Serie: Progress in Soil Science) 454 p.

Foley, J.A., DeFries, R., Asner, G.P., Barford, C., Bonan, G., Carpenter, S.R., Chapin, F.S., Coe, M.T., Daily, G.C., Gibbs, H.K., Helkowski, J.H., Holloway, T., Howard, E.A.,

Kucharik, C.J., Monfreda, C., Patz, J.A., Prentice, C., Ramankutty, N., Snyder, P.K. 2005. Global consequences of land use. Science 309, 570–574.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. Global agriculture towards 2050. 2009. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/wsfs/docs/Issues_papers/HLEF2050_Global_Agriculture.pdf. (14/06/2019)

Godfray, H.C.J., Beddington, J.R., Crute, I.R., Haddad, L., Lawrence, D., Muir, J.F., Pretty, J., Robinson, S., Thomas, S.M., Toulmin, C. 2010. Food Security: The Challenge of Feeding 9 Billion People. Science 327, 812-818.

Green, S., van den Dijssel, Snow, V., Clothier, B.E., Webb, T., Russell, J., Ironside, N., Davidson, P., 2003. SPASMO — a risk assessment model of water, nutrient and chemical fate under agricultural lands. In: Currie, L.D., Hanly, J.A. (Eds.), Tools for Nutrients and Pollutant Management: Applications to Agriculture and Environmental Quality. Massey University, Fertilizer and Lime Research Centre, Palmerston North, New Zealand, pp. 321–335 (Occasional Report No. 17).

Greiner, L., Keller, A., Grêt-Regamey, A., Papritz, A. 2017. Soil functions assessment: review of methods for quantifying the contributions of soils to ecosystem services. Land Use Policy 69: 224-237.

Grimaldi, M., Oszwald, J., Dolédec, S., Hurtado, M.P., Sousa, I.M., Sartre, X.A., Assis, W.S., Castañeda, E., Desjardins, T., Dubs, F., Guevara, E., Gond, V., Lima, T.T.S., Marichal, R., Michelotti, F., Mitja, D., Noronha, N.C., Oliveira, M.N.D., Ramirez, B., Rodriguez, G., Sarrazin, M., Silva Jr., M.L., Costa, L.G.S., Souza, S.L., Pereira, I.V., Velasquez, E., Lavelle, P., 2014. Ecosystem services of regulation and support in Amazonian pioneer fronts: searching for landscape drivers. Landsc Ecol 29, 311–328.

Gissi, E., Gaglio, M., Aschonitis, V.G., Fano, E.A., Reho, M. 2018. Soil-related ecosystem services trade-off analysis for sustainable biodiesel production. Biomass Bioenergia 114: 83-99.

Hatfield, J., Sauer, T.J., Cruse, R.M. 2017. Soil: The Forgotten Piece of the Water, Food, Energy Nexus. Adv. Agron, 143, 1-46.

Jónsson, J.O.G., Davíðsdóttir, B. 2016. Classification and valuation of soil ecosystem services. Agric Syst 145, 24–38.

Keesstra, S.D., Bouma, J., Wallinga, J., Tittonell, P., Smith, P., Cerdà, A., Montanarrella, L., Quinton, J.N., Pachepsky, Y., van der Putten, W.H., Bardgett, R.D., Moolenaar, S., mol, G., Jansen, B., Fresco, L.O. 2016. The significance of soils and soil science towards realization of the United Nations Sustainable Development Goals. Soil 2, 111–128.

Lavelle, P., Rodríguez, N., Arguello, O., Bernal, J., Botero, C., Chaparro, P., Gómez, Y., Gutiérrez, A., Hurtado, M. del P., Loaiza, S., Pullido, S.X., Rodríguez, E., Sanabria, C., Velásquez, E., Fonte, S.J. 2014. Soil ecosystem services and land use in the rapidly changing Orinoco River Basin of Colombia. Agric Ecosyst Environ 185,106-117.

Martins Filho, M.V., Liccioti, T.T., Pereira, G.T., Marques Jr, J., Sanchez, R.B. 2009 Perdas de solo e nutrientes por erosão num Argissolo com resíduos vegetais de cana-de-açúcar. Eng Agric 29:8-18.

Millennium Ecosystem Assessment – MEA. 2005. Ecosystem and Human Well-being: A Framework for Assessment. Island Press

Montanarella, L., Alva, I.L. 2015. Putting soils on the agenda: The Three Rio Conventions and the post-2015 Development Agenda, Curr Opin Environ Sustain 15, 41-48.

Oliveira, D.M.S., Cherubin, M.R., Franco, A.L.C., Santos, A.S., Gelain, J.G., Dias, N.M.S., Diniz, T.R., Almeida, A.N., Feigl, B.J., Davies, C.A., Paustian, K., Karlen, D.L., Smith, P., Cerri, C.C., Cerri, C.E.P. 2019. Is the expansion of sugarcane over pasturelands a sustainable strategy for Brazil's bioenergy industry? Renew Sust Energ Rev 102:346-355.

Parron, L.M., Garcia, J.R., Oliveira, E.B. de, Brown, G.G., Prado, R.B. 2015. Serviços ambientais em sistemas agrícolas e florestais do Bioma Mata Atlântica. Colombo: Embrapa Florestas; Brasília: Embrapa, 370p.

Power, A.G. 2010. Ecosystem services and agriculture: trade-offs and synergies. Philos Trans R Soc B 365, 2959-2971.

Prado, R.B., Fidalgo, E.C.C., Monteiro, J.M.G., Shuler, A.E., Vezzani, F.M., Garcia, J.R., Oliveira, A.P., Viana, J.H.M., Pedreira, B.C.C.G., Mendes, I.C., Reatto, A., Parron, L.M., Clemente, E.P., Donagemma, G.K., Turetta, A.P.D., Simões, M. 2016. Current overview and potential applications of the soil ecosystem services approach in Brazil. Pesq Agropec Bras 51, 1021-1038.

Robinson, D.A., Hockley, N., Cooper, D., Emmett, B.A., Keith, A.M., Lebron, I., Reynolds, B., Tipping, E., Tye, A.M., Watts, C.W., Whalley, W.R., Black, H.I.J., Warren, G.P., Robinson, J.S., 2013. Natural capital and ecosystem services, developing an appropriate soils framework as a basis for valuation. Soil Biol Biochem 57, 1023–1033.

Silva, G.R.V.D., Souza, Z.M., Martins Filho, M.V., Barbosa, R.S., Souza, G.S.D. 2012. Soil, water and nutrient losses by interrill erosion from green cane cultivation. Rev. Bras. Ciênc. Solo 36:963-970.

Smith, P., House, J.I., Bustammante, M., Sobocká, J., Harper, R., Pan, G., West, P.C., Clark, J.M., Adhya, T., Rumpel, C., Paustian, K., Kuikman, P., Cotrufo, M.F., Elliott, J.A., McDowell, R., Griffiths, R.I., Asajawa, S., Bondeau, A., Jain, A.K., Meersmans, J., Pugh, T.A.M. 2016. Global change pressures on soils from land use and management. Glob Chang Biol 22, 1008–1028

Su, C., Liu, H., Wang, S. 2018. A process-based framework for soil ecosystem services study and management. Sci Total Environ 627: 282-289.

Tancoigne, E., Barbier, M., Cointet, J-P., Richard, G., 2014. The place of agricultural sciences in the literature on ecosystem services. Ecosyst Serv 10, 35-48.

TEEB, 2010. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: Ecological and Economic Foundations. UNEP/Earthprint.

Tilman, D., Balzer, C., Hill, J., Befort, B.L. 2011. Global food demand and the sustainable intensification of agriculture. Proc Natl Acad Sci USA 108, 20260-20264.

United Nations, Department of Economic and Social Affairs, Population Division, 2017. World Population Prospects: The 2017 Revision, Key Findings and Advance Tables. Working Paper No. ESA/P/WP.248. Disponível em: https://esa.un.org/unpd/wpp/Publications/Files/WPP2017_KeyFindings.pdf (14/06/2019).

United Nations Sustainable Development Goals – UN SDGs. 2015. 17 Sustainable Development Goals (SDGs). Disponível em: http://www.un.org/sustainabledevelopment/sustainable-development-goals/ (14/06/2019).

Valim, W.C., Panachuki, E., Pavei, D.S., Alves Sobrinho, T., Almeida, W.S. 2016. Effect of sugarcane waste in the control of interrill erosion. Semina: Ciência Agrária 37:1155-1164.

Vezzani, F.M. 2015. Solos e os serviços ecossistêmicos. Rev Bras Geogr Fis 8, 673-684.

Westman, W. 1977. How much are nature's services worth. Science 197, 960-964.

World Energy Council - WEC. 2013. World Energy Scenarios: Composing energy futures to 2050. Disponível em: https://www.worldenergy.org/wp-content/uploads/2013/09/World-Energy-Scenarios_Composing-energy-futures-to-2050_Full-report.pdf (14/06/2019).

ROCHAGEM: MITOS E FATOS

Antonio Carlos Saraiva da Costa

RESUMO: Rochagem é uma prática antiga de adicionar pó de rochas ao solo com o objetivo de adicionar nutrientes que possam satisfazer as necessidades das plantas. O termo rochagem está em desuso e vem sendo substituído pelo termo remineralização. A aplicação do pó de rocha carece, no entanto, de uma melhor compreensão das reações que ocorrem entre os componentes dos remineralizadores e a fase sólida (orgânica e inorgânica), líquida e gasosa do solo. A aplicação de remineralizadores de forma continua afeta todos os componentes do solo promovendo, com o passar dos anos, a melhoria dos seus atributos intrínsecos e o rejuvenescimento de sua mineralogia. Resultados da aplicação prolongada de pó de rocha determinaram o desaparecimento de óxidos de alumínio, a redução da acidez potencial e de troca, aumento na disponibilidade e reserva de macro e micronutrientes e a diagênese de minerais de argila 2:1 com alta densidade de cargas negativas permanentes.
Palavras-Chaves: pó de rocha, remineralização, rejuvenescimento, silica.

ABSTRACT: Rock powder is an ancient practice of adding rock dust to the soil with the goal of adding nutrients that can meet the plant needs. The term rock powder has been deprecated and is being replaced by the term remineralizers. The application of rock dust, however, requires a better understanding of the reactions that occur between the components of remineralizers and the soil solid (organic and inorganic), liquid and gaseous phases. The continuous application of remineralizers affects all soil components promoting, over the years, the improvement of soil intrinsic attributes and the rejuvenation of its mineralogy. Long-term application of remineralizers determined the disappearance of aluminum oxides, reduction of potential and exchange acidity, increase in availability and reserve of macro and micronutrients, and the diagenesis of 2:1 clay minerals with high-density permanent negative charges.
Keywords: rock dust, remineralizers, rejuvenation, silica.

Universidade Estadual de Maringá, CPF: 042 071 468-57, email: antoniocscosta@gmail.com

INTRODUÇÃO

Os solos da região tropical e subtropical úmida pertencem a um grupo de solos altamente intemperizados devido aos elevados excedentes hídricos existentes, intensa atividade biológica por períodos prolongados de sua evolução. Neste processo de formação as reações promovidas pela ação da água promovem intensa transformação dos minerais primários constituintes de rochas liberando em solução e de forma relativamente rápida cátions, ânions que são removidos rapidamente do sistema. Minerais como olivinas, piroxênios, plagioclásios, anfibólios, feldspatos e mesmo micas podem sofrer completa dissolução e liberar em solução seus compostos constituintes que possuem dois destinos: lixiviação para posições longe da atividade do sistema radicular das plantas ou seu reaproveitamento em reações de síntese de novos minerais (secundários) adaptados às extremas condições de precipitação, temperatura e composição química local. As perdas de bases (Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} e Na^{+}) alcançam percentuais acima de 90%, seguido das perdas de sílica e o acúmulo líquido de alumínio e ferro, principais constituintes dos óxidos de ferro e alumínio. Este processo de envelhecimento do solo acarreta alterações nos atributos químicos, notadamente o aumento da acidez e a redução na disponibilidade de nutrientes. A aplicação de remineralizadores é uma excelente opção não só para aumentar o teor de nutrientes e reduzir a acidez do solo, mas também promover o rejuvenescimento da mineralogia da fração argila dos solos transformando minerais de baixa densidade de carga (caulinita e gibbsita) e que possuem cargas predominante positivas e dependentes de pH em minerais de argila 2:1 (esmectitas e vermiculitas) que possuem elevada capacidade de troca catiônica associada às suas cargas permanentes.

DESENVOLVIMENTO

Algumas definições importantes. “ROCHAGEM: É a prática de recuperar a fertilidade de solos pobres e lixiviados através do uso de misturas de rochas, ou pó de rocha. Essa prática torna possível a substituição do uso de fertilizantes químicos, abaixando o custo e impacto ambiental” (https://pt.wikipedia.org/wiki/rochagem). O termo rochagem embora utilizado frequentemente em trabalhos e em comunicações científicas possui vários sinônimos. Na literatura especializada sinônimos de rochagem incluem: BIOMINERALIZAÇÃO, PÓS DE ROCHA, FARINHA DE ROCHA, AGROMINERAIS e agora, oficialmente, utiliza-se o termo REMINERALIZADORES. O Diário Oficial de 10 de dezembro de 2013 promulgou a Lei nº 12.890, de 10 de dezembro de 2013 que alterou a Lei nº 6894 de 16 de dezembro de 1980 e inclui os remineralizadores como uma categoria de insumo destinado à agricultura. O remineralizador foi definido como “material de origem mineral que tenha sofrido apenas

redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere a fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou a atividade biológica do solo".

Os remineralizadores são obtidos a partir de um processo físico de redução das partículas denominado de cominuição que é dividido em etapas de britagem e moagem. Na moagem, os fragmentos são reduzidos à granulometria desejada: farelo, pó e filler (Tabela 01).

Tabela 01. Definição da granulometria exigida para definição das diferentes classes de mineralizadores

Classe de material	**Garantia Granulométrica**		
	Peneira	**ABNT No**	**Passa peneira, %**
Farelado	4,8	4	100
	2,8	7	80
	0,84	20	25
Pó	2	10	100
	0,84	20	70%
	0,3	50	50%
Filler	0,3 mm	50	100

FERTILIZANTES SÃO REMINERALIZADORES?

Os principais adubos utilizados na agricultura mundial são na realidade pós de rochas ou remineralizadores. Considere-se, por exemplo, o trinômio NPK. O adubo nitrogenado mais consumido no planeta é um adubo sintético: a uréia. No entanto, anterior à sua descoberta, o adubo nitrogenado utilizado na agricultura era um pó de rocha: o guano. Adubos fosfatados naturais reativos são na sua grande maioria pós de rochas naturais (Fosfato de Arad, Gafsa, Marrocos). No Brasil, os adubos fosfatados químicos são o produto do ataque de rochas metamórficas com ácido sulfúrico (produção de superfosfato simples) ou ácido fosfórico (produção de superfosfato triplo). Todos os adubos potássicos são produzidos a partir da moagem de rochas sedimentares denominadas de evaporitos. Corretivos de solos, fonte de Ca^{2+} e Mg^{2+}, são 100% pós de rochas denominadas de calcários. As principais fontes de adubos com enxofre são pós de rochas, como a anidrita, a gipsita, enxofre ou resíduos da produção de superfosfato simples (o gesso agrícola).

MINERAIS COMO REMINERALIZADORES

Além dos pós de rochas, outros materiais podem ser utilizados como remineralizadores do solo. De forma simplificada qualquer material que possua em sua constituição elementos químicos essenciais às plantas poderá ser utilizado. Atualmente são reconhecidos 17 elementos

essenciais às plantas: C, H, O, N, P, K, Ca, Mg, S, B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn, Ni. Destes, C, H e O são fornecidos pelo ar e pela chuva. Os demais são absorvidos pelas raízes das plantas na forma de diferentes compostos na solução do solo. Esta lista, no entanto, está para crescer, pois já há outros elementos candidatos à essencialidade e que atualmente são considerados benéficos como Si, Co, Na, Se e mesmo o Al. Resultados analíticos mostram que os tecidos humanos possuem em sua constituição praticamente todos os 92 elementos da tabela periódica, incluindo os gases nobres. Embora não tenhamos conhecimento se existe alguma razão para sua presença no tecido humano, é certo considerar que o desenvolvimento tecnológico deverá aumentar o número de elementos químicos essenciais neste século.

Nesse aspecto, a remineralização do solo é relevante, pois a maioria dos materiais utilizados possui um grande número de elementos químicos da tabela periódica em concentrações variáveis que poderão melhorar os atributos químicos dos solos. Já, materiais que não podem ser considerados como remineralizadores incluem explosivos, geneticamente modificados, apresentam combustão instantânea, contenham elementos radioativos e possuam microorganismos patogênicos aos seres humanos. Portanto, os materiais que podem ser utilizados na agricultura como condicionadores químicos, físicos, biológicos e mineralógicos dos solos são muito maior do que os pós de rocha definidos na Lei 12.890.

Ainda, no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos temos a definição de minerais alteráveis (EMBRAPA, 2013). Estes incluíram aqueles minerais primários e secundários que apresentam elevada instabilidade ou solubilidade, podendo no processo de intemperismo disponibilizar nutrientes às culturas, isto é, remineralizadores. Os minerais alteráveis encontrados na fração argila dos solos incluem os minerais de argila 2:1 (Grupo das vermiculitas e das esmectitas), sepiolita, talco e a glauconita. Nas frações silte e areia inclui: feldspatos potássicos, felsdpatóides, minerais ferrimagnesianos, grupo dos piroxênios, grupo dos anfibólios, vidros vulcânicos, fragmentos de conchas, grupo das zeólitas, apatitas e o grupo das micas que inclui a muscovita.

Além destes minerais, dos doze grupos aniônicos utilizados para agrupar os minerais pelo menos 10 possuem uma ou mais espécies minerais que possuem nutrientes essências às plantas. Estes grupos incluem os sulfetos (Esfalerita - ZnS), Óxidos (magnetita- Fe_3O_4), Haletos (Silvita - KCl, Carnalita - K $MgCl_3$), Carbonatos (Calcita - $CaCO_3$, Dolomita – $((Ca,Mg)_2\ CO_3)$, Nitratos (Nitro - $NaNO_3$), Boratos (Borax - $Na_2B_4O_7{\cdot}10H_2O$), Fosfatos (Brasilianita – $NaAl_3(PO_4)_2(OH)_4$) e Sulfatos (Gipsita - $CaSO_4.2H_2O$).

Os minerais alteráveis citados pela EMBRAPA e a lista de minerais nos diferentes grupos aniônicos podem ocorrer como constituintes minoritários ou majoritários de rochas ou

de forma isolada como depósitos como, por exemplo, nos evaporitos. Entre as rochas comumente utilizadas como fonte de nutrientes essenciais primários existem, para o Nitrogênio: Guano e turfas; Fósforo: Rochas metamórficas alcalino-carbonáticos, fosforitos e guano; Potássio: Evaporitos. Para os elementos químicos essenciais secundários (Ca, Mg e S) as principais fontes seriam, para o cálcio: Evaporitos, rochas sedimentares e metamórficas das plataformas carbonáticas. No caso do enxofre, além das fontes de cálcio já citadas, o enxofre nativo (S) é uma fonte utilizada no manejo de solos alcalinos e como fonte de enxofre paras as plantas.

Os micronutrientes B, Cl, Cu, Fe, Mo, Mn, Zn, Ni possuem poucas fontes minerais com alta concentração nestes elementos. Uma das vantagens da utilização dos remineralizadores é que estes poderão incluir não somente macronutrientes, mas também os micronutrientes. Por exemplo, boro ocorre na constituição de turmalinas e em micas substituindo isomorficamente o Si. O cobalto pode ser encontrado nos óxidos de manganês e substituindo o ferro nos minerais primários piroxênios, anfibólios e micas. Minerais dos grupos dos piroxênios, anfibólios e olivinas são minerais primários encontrados em rochas eruptivas básicas que além de Si, Al, Mg e Fe também são ricos em V, Co, Ni, Cu e Zn. A magnetita, mineral primário também encontrado em basaltos, além de ser rica em Fe e nestes micronutrientes, ainda possui Mn, Se, Cr. Rochas calcárias apresentam em sua constituição Pb e Cd. Molibdênio é comum na forma do mineral molibdenito (MoS_2) e substituindo isomorficamente o Fe nos óxidos de ferro. Feldspatos potássicos podem apresentar em sua constituição Pb e Cu. Isto é, no processo de remineralização do solo não somente elementos essenciais às plantas são adicionados ao solo, mas também metais pesados que felizmente se apresentam em concentrações muito baixas na maioria das rochas. Mas existem exceções como os minerais Coloradoita (Hg), Hutchinsonita (Tl), Arsenopirita (As), Torbernita (Ur), Estibina (Sb), Auripgmento (As).

Os minerais secundários formados no processo de intemperismo dos minerais primários acima citados poderão incorporar em sua estrutura cristalina parte destes elementos essenciais e os não essenciais, se tornando um reservatório de macro e micronutrientes. Na tabela 02 pode-se observar a distribuição de elementos traços em minerais secundários de solos e na matéria orgânica. A lista de elementos é extensa e inclui vários elementos tóxicos aos seres vivos (Cr, As, Se, Cd, Pb) e outros (Ti) que não possuem nenhum função específica.

No caso dos óxidos de ferro a presença dos diferentes elementos químicos em sua estrutura cristalina em substituição ao ferro é possível se estes elementos estiverem em solução no momento da formação destes minerais o que na região tropical e subtropical úmida fica restrito ao horizonte C das rochas em intemperização. Portanto, a presença de óxidos de ferro

secundários como a hematita e a goethita nem sempre podem ser considerados como reservatório de nutrientes às plantas. O mesmo não pode ser afirmado em relação à maghemita. Este mineral pode ser formado pela oxidação da magnetita primária resultando na incorporação dos elementos metálicos substituintes do Fe na estrutura da maghemita. Uma segunda rota seria a queima de matéria orgânica do solo na presença de minerais antiferromagnéticos, como a hematita e a goethita, que formarão maghemita podendo incorporar em sua constituição parte dos elementos químicos constituintes da matéria orgânica queimada.

Tabela 02. Elementos traços coprecipitados com minerais secundários e matéria orgânica do solo (Cornell e Schwertmann, 2003)

Material	Elementos traços coprecipitados
Óxidos de ferro e alumínio	B,P,Ti,V,Cr,Mn,Co,Ni,Cu,Zn,Mo,As,Se,Cd,Pb
Óxidos de manganês	P,Fe,Co,Ni,Cu,Zn,Mo,As,Se,Cd,Pb
Carbonatos Ca e Mg	P,V,Mn,Fe,Co,Cd,Pb
Ilita	B,V,Ni,Co,Cr,Cu,Zn,Mo,As,Se,Pb
Esmectitas	B,Ti,V,Cr,Mn,Fe,Co,Ni,Cu,Zn,Pb
Vermiculitas	Ti,Mn,Fe
Húmus	B,Al,V,Cr,Mn,Fe,Ni,Cu,Zn,Se,Cd,Pb

ROCHAS COMO REMINERALIZADORES DE SOLOS

As rochas são aglomerados de um ou mais minerais, matéria amorfa e matéria orgânica. Existem três tipos de rochas na natureza: Magmáticas, Sedimentares e Metamórficas. As primeiras rochas formadas e a principal fonte de minerais primários são as rochas magmáticas. As rochas sedimentares e as metamórficas são formadas a partir de outras rochas pré-existentes. As rochas sedimentares são o principal grupo de rochas que recobrem a superfície do planeta, na forma de solos e sedimentos não consolidados como os desertos. Os evaporitos, calcários, fosforitos, guano, turfas são algumas das rochas sedimentares já mencionadas que possuem nutrientes essências às plantas e são comumente utilizadas na agricultura na forma de adubos, corretivos e condicionadores do solo. Portanto, a remineralização deixa de ser mito, pois a utilização de rochas como adubo já é uma prática regulamentada como na produção e comercialização de calcários e adubos fosfatados naturais e potássicos.

As rochas magmáticas são a principal fonte de materiais remineralizadores. Estas rochas ocupam apenas 15% da superfície da Terra, mas representam cerca de 75% do volume da litosfera. A formação dos minerais nestas rochas foi estudada e publicado no livro “The Evolution of the Igneous Rocks” em 1928. Neste documento, Bowen (1928) apresenta um diagrama em “Y” descrevendo a formação dos minerais primários nas principais rochas magmáticas intrusivas (Figura 01). Neste diagrama a cristalização dos minerais silicatados

segue duas séries. A série continua é formada por plagioclásios calco-sódicos e a série descontinua é constituída pela sequência de formação dos grupamentos de minerais: G. das olivinas→ G. dos piroxênios → G. dos anfibólios → G. das micas trioctaédricas → G. dos feldspatos potássicos. No início destas duas séries, o magma é rico em elementos como Ca, Mg, Fe e microelementos como Co, Ni, Cu, Zn, Mn, etc. Na sequência de minerais formados o consumo destes elementos químicos concentra-se o teor de sílica, potássio e sódio que resultará na formação de minerais do grupo das micas dioctaédricas e em último caso do quartzo.

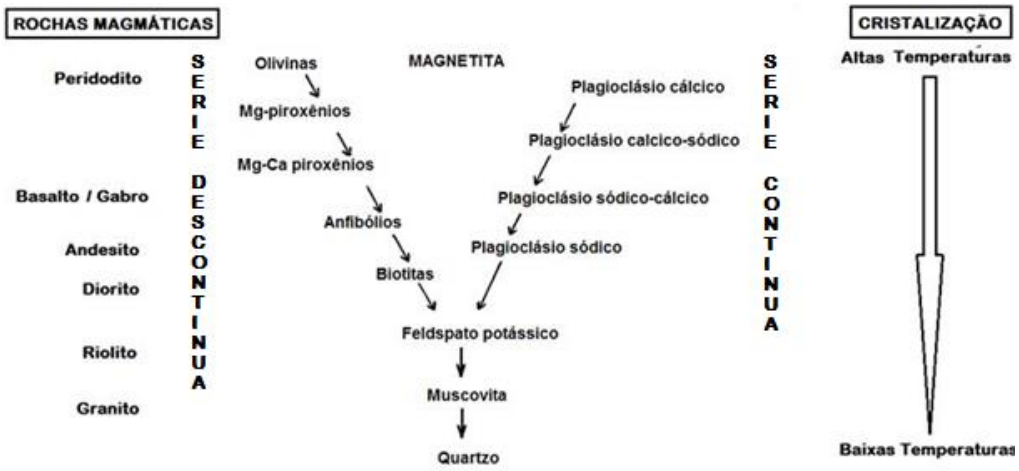


Figura 01. Sequência de cristalização dos minerais primários silicatados e a magnetita em rochas magmáticas intrusivas (modificado de Bowen, 1928).

Além disso, Bowen definiu as regras de co-existência paragenética. Por estas regras, as rochas magmáticas formadas inicialmente (Ex. Gabro) seriam formadas por minerais dos grupos das olivinas, piroxênios, anfibólios e plagioclásios cálcicos. Nestas rochas o quartzo seria um mineral incompatível de existir. Já magmas félsicos pobres em Fe e ricos em sílica e potássio formariam rochas (Ex. Granito) ricas em quartzo, feldspatos potássicos, micas di e trioctaédricas e plagioclásios sódicos. O trabalho de N. L. Bowen discute em profundidade a formação dos minerais primários silicatados em rochas magmáticas intrusivas. A constituição química do magma formador das rochas magmáticas hipoabissais e as extrusivas não é muito diversa da intrusiva. No entanto, sua mineralogia é diferente, pois o fator tempo de formação dos minerais afeta não somente o número, mas também as características dos minerais formados como seu tamanho e constituição química. Nas rochas magmáticas extrusivas (Ex. Basalto) não é incomum a presença de quartzo e de zeólitas não encontrados no gabro.

Ainda, Bowen (1928) mostra a formação de um óxido de ferro primário ferrimagnético (a magnetita - $Fe^{2+}Fe_2^{3+}O_4$) nos magmas básicos com elevada substituição isomórfica do Fe por

outros metais catiônicos (Co, Ni, Cu, Zn, Mn, Ti, etc.) concomitantemente à formação dos plagioclásios cálcicos, olivinas, piroxênios e anfibólios. Este óxido de ferro primário rico em microelementos, no processo de intemperismo forma a maghemita (γFe_2O_3), também um mineral ferrimagnético, que herda no processo de oxidação do Fe^{2+} a Fe^{3+} os microelementos. Rochas magmáticas ácidas com baixo teor de Fe no magma apresentariam ausência de magnetita e geralmente são desprovidas de microelementos.

Na Tabela 03 são apresentados teores dos principais elementos constituintes de quatro tipos de rochas magmáticas. A variação na concentração dos diferentes elementos constituintes das rochas reforça a dificuldade de se prever a taxa e os tipos de elementos liberados no processo de decomposição destas rochas.

Tabela 03. Teores totais dos dez principais elementos constituintes de quatro rochas magmáticas

Elemento	ROCHAS MAGMÁTICAS				Média	DP	CV
(%)	Basalto	Andesito	Riolito	Granito			
SiO_2	49,1	59,6	72,8	70,2	62,9	10,8	17
TiO_2	1,36	0,77	0,33	0,39	0,7	0,5	66
Al_2O_3	15,7	17,3	13,5	14,5	15,3	1,6	11
FeO	6,37	3,33	1,45	1,57	3,2	2,3	72
Fe_2O_3	5,38	3,13	0,88	1,78	2,8	2,0	70
MnO	0,31	0,18	0,08	0,12	0,2	0,1	58
MgO	6,17	2,76	0,38	0,88	2,5	2,6	103
CaO	8,95	5,8	1,2	1,99	4,5	3,6	80
Na_2O	3,11	3,58	3,38	3,48	3,4	0,2	6
K_2O	1,52	2,04	4,46	4,11	3,0	1,5	48
P_2O_5	0,45	0,26	0,08	0,19	0,2	0,2	63
H_2O	1,62	1,26	1,47	0,84	1,3	0,3	26

REAÇÕES QUÍMICAS

O material inorgânico utilizado como remineralizador do solo pode influenciar diferentes atributos do solo. Destes os resultados mais expressivos mostram a elevação do pH, o desaparecimento do Al^{3+} tóxico e o aumento na disponibilidade de macro e micronutrientes.

O material a ser utilizado como remineralizador (mineral ou rocha) pode sofrer alterações são de caráter físico como a redução no tamanho das partículas (comuniação) e ativação térmica ou ativação química como a aplicação de ácidos fortes e orgânicos e por fim, alterações biológicas como a compostagem e a solubilização de minerais específicos por microorganismos. Cada um destes processos de alteração têm sido muito utilizados e os materiais finais produzidos tem resultados em melhorias, nenhuma modificação, ou deterioração dos atributos intrínsecos dos solos.

Alterações físicas associadas à redução no tamanho das partículas facilitam o ataque dos demais agentes químicos e biológicos favorecendo a liberação de compostos que irão se acumular na solução do solo. A solução do solo, portanto, é o destino final dos compostos liberados e sua interação com demais componentes abióticos e bióticos determinará sua disponibilidade para as raízes das plantas e organismos do solo. LINDSAY (1979) propôs um esquema com todas as possíveis reações dos compostos liberados com as diferentes fases do solo (Figura 1). As principais interações entre os íons e os complexos formados em solução incluem: absorção(1) e liberação(2) de compostos pelas raízes das plantas; adsorção(3) e dessorção de ions e complexos pela fase sólida do solo; precipitação (5) e dissolução (6) das fases sólidas inorgânicas do solo; drenagem e evaporação da solução do solo (7), precipitação pluvial e adição de fertilizantes (8); formação de matéria orgânica e células de organismos do solo (9), morte dos organismos do solo e decomposição da matéria orgânica (10), volatilização (11) e adição de compostos na forma de gases (2) à solução do solo.

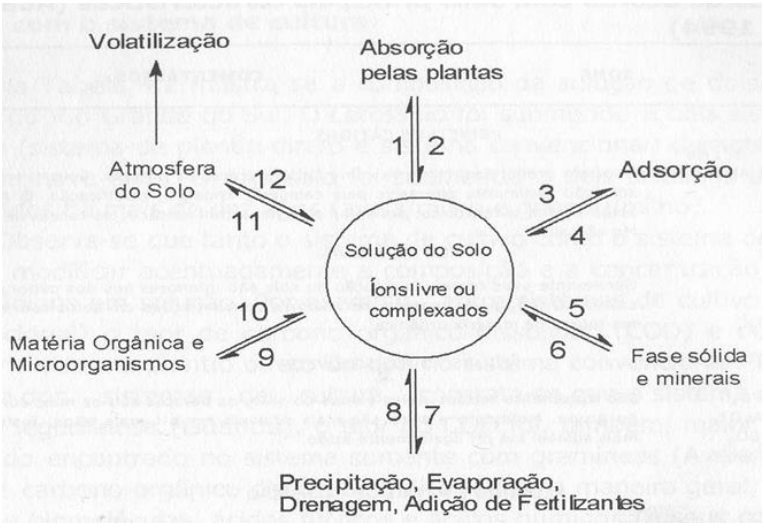


Figura 02. Reações entre as fases sólidas, líquida e gasosa do solo que afetam a quantidade e qualidade de elementos químicos na solução do solo (modificado de LINDSAY, 1979).

As reações que promovem a dissolução da fase sólida adicionada ao solo tradicionalmente são agrupadas em cinco tipos de reação que se reúnem em dois mecanismos de dissolução. As reações incluem: hidratação da fase sólida, hidrólise de seus componentes, ação de ácidos produzidos pela atividade biológica ou adicionados pelo homem, a carbonatação e as reações de oxidação e redução. No processo de hidratação praticamente não ocorre reação química mas já ocorre a transformação mineral. O caso mais clássico de hidratação é a anidrita que se transforma em gipsita (reação 1).

$$CaSO_4 + 2H_2O \leftrightarrow CaSO_4.2H_2O \qquad (1)$$

É importante mencionar que o solo possui umidade relativa do ar próxima a 100% mesmo quando está praticamente seco. Esta umidade relativa alta já é suficiente para as reações de hidratação da anidrita em gipsita. Uma forma especial de $CaSO_4.2H_2O$ é o mineral selenita que adquire formas particulares sendo denominado de rosa do deserto (Figura 03).

Figura 03. Fotografia do mineral selenita conhecido como a "Rosa do Deserto".

A hidrólise é a principal reação de dissolução dos minerais presentes nos remineralizadores. A ação da água é universal e sua presença em quantidades que excedem os fenômenos de evaporação e transpiração são garantia de intensa dissolução mineral. Dependendo da quantidade água disponível no sistema para dissolver os minerais, dois produtos podem ser obtidos. Quando a quantidade de água é elevada e a remoção dos produtos da hidrólise é acelerada, os produtos da hidrólise serão íons em solução como as reações de dissolução da gipsita ($CaSO_4.2H_2O$), caulinita ($Al_4Si_4O_{10}(OH)_8$) e o ortoclásio ($KAlSi_3O_8$).

$$CaSO_4.2H_2O + H_2O(l) \leftrightarrow Ca^{2+}_{(aq)} + SO_4^{2-}{}_{(aq)} + 4\,H_2O(l) \quad (2)$$

$$KAlSi_3O_8 + 4H_2O + 4H^+ \leftrightarrow K^+_{(aq)} + Al^{3+}_{(aq)} + 3H_4SiO_4{}^0 \quad (3)$$

$$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 12H^+ \leftrightarrow 4Al^{3+}_{(aq)} + 4H_4SiO_4{}^0_{(aq)} + 2H_2O(l) \quad (4)$$

Como resultado da dissolução congruente os íons em solução (cargas +, - e 0) podem ser absorvidos pela atividade biológica ou movimentar-se, com a solução, para fora do perfil do solo, sendo lixiviados. Outra característica importante das reações de dissolução congruente é o consumo de prótons induzindo ao aumento do pH da solução do solo. Esta reação tem, portanto um efeito de calagem e é um dos aspectos benéficos da aplicação de remineralizadores ao solo. O outro tipo de dissolução ocorre quando o volume de água é menor e o tempo de permanência dos íons é maior, favorecendo as reações de síntese de novos minerais (secundários). No caso da aplicação de gipsita em solos ácidos (ricos em Al^{3+}, na presença de K^+ em solução) e da dissolução incongruente da caulinita e do ortoclásio, é possível a formação

de minerais como a alunita ($KAl_3(OH)_6(SO_4)_2$) (Reação 05), a gibbsita (Reação 06) e a esmectita (Reação 07), respectivamente. Na dissolução incongruente elementos em solução poderão ser utilizados na composição na nova fase cristalina formada, empobrecendo-a neste íon.

$$K^+ + 3Al^{3+}_{(aq)} + 2CaSO_4.2H_2O(s) + 2H_2O_{(l)} \leftrightarrow KAl_3(OH)_6(SO_4)_{2(s)} + 6H^+_{(aq)} + 2Ca^{2+}_{(aq)} \quad (5)$$

$$Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 10H_2O_{(l)} \leftrightarrow 4Al(OH)_{3(s)} + 4H_4SiO_4{}^0_{(aq)} \quad (6)$$

$$3KAlSi_3O_{8(s)} + Mg^{2+}_{(aq)} + 4H_20(l) \leftrightarrow K(Si_8)(Al_3Mg)O_{20}(OH)_{4(s)} + H_4SiO_4{}^0_{(aq)} + 2K^+_{(aq)} \quad (7)$$

As reações de carbonatação envolvem a hidrólise do $CO_{2(g)}$ e que em concentrações crescentes ($10 < P_{CO2} < 0,03\%$) promove a acidificação (Reação 08) da solução do solo devido aos processo de respiração radicular e dos organismos do solo. O pH de equilíbrio da solução do solo com as concentrações crescentes de CO_2 ($0,03 < 0,3 < 1$ e 10%) encontradas no ar do solo são todos ácidos e variam de $5,6 < 5,2 < 5,0 < 4,0$, respectivamente.

$$CO_2(g) + H_20_{(l)} \leftrightarrow HCO_3{}^-_{(aq)} + H^+_{(aq)} \quad (08)$$

As reações redox envolvem trocas de elétrons afetam a disponibilidade de elementos que possuem mais de uma valência. Nas rochas magmáticas os elementos Fe, Mn, S, Pb, As, Se ocorrem na forma reduzida. A cominuição associada à hidratação e hidrólise dos minerais libera estes elementos em solução que em um ambiente rico em $O_{2(g)}$ que sofrem oxidação. Para os minerais primários anteriormente descritos teríamos a equação geral redox (reação 09).

$$-Si\text{-}0\text{-}Fe^{2+} + 0_2 + H_20 \rightarrow Fe^{3+} + Si0H^{4-} + e- \quad (09)$$

Por exemplo, a oxidação da faialita (Fe_2Si0_4) mineral do Grupo das Olivinas seria:

$$Fe_2Si0_{4(s)} + 0,50_{2(g)} + 2H_2O(l) \leftrightarrow Fe_2O_{3(s)} + Si0_4{}^{4-}_{(aq)} + 2e-_{(aq)} + 4H+_{(aq)} \quad (10)$$

De forma geral, o Fe^{2+} sobre oxidação a Fe^{3+}, na presença de $O_{2(g)}$, e precipita na forma de óxidos (Hematita - αFe_2O_3), hidróxidos (Forma pobremente cristalina de óxidos de ferro - $Fe(OH)_3$) e oxi-hidróxidos (Goethita-$\alpha FeOOH$), todos minerais de baixa solubilidade. No caso da redução da goethita acoplada à produção de elétrons pela respiração biológica seria:

$FeOOH_{(s)} + 3H^+(aq) + e^-_{(aq)} \rightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 2H_2O_{(l)}$ (11)

$0{,}042C_6H_{12}O_6 + 0{,}25\ H_20 \rightarrow 0{,}25CO_2 + 1H^+ + 1e-$ (12)

$FeOOH_{(s)} + 0{,}042C_6H_{12}O_6 + 2H^+(aq) \leftrightarrow Fe^{2+}_{(aq)} + 0{,}25CO_{2(g)}$ (13)

O processo de redução é, portanto semelhante à dissolução congruente de minerais primários pois ambos consomem prótons, tendo o efeito de calagem.

Processo de acidificação da solução do solo ocorre próximos à regiões metropolitanas com intensa atividade industrial que produz gases SOx e NOx. Estes gases após hidrólise formarão ácido sulfúrico (H_2SO_4) e ácido nítrico (HNO_3) em um evento conhecido como chuva ácida, intensificando a hidrólise dos minerais primários constituintes dos remineralizadores.

ATRIBUTOS INTRÍNSECOS DOS MINERAIS QUE AFETAM SUA SOLUBILIDADE

Minerais são compostos naturais que possuem uma composição química definida mas não fixa e que apresentam uma estrutura cristalina única definida por planos de átomos que os compõem. As ligações entre os diferentes componentes podem ser fortes (forte caráter covalente) ou fracas (caráter fortemente eletrostático). A remoção dos íons formadores de sua estrutura cristalina ocorrem associadas a dois mecanismos de reação. A desestabilização pode ocorrer devido à protólise ou quando ligantes (orgânicos e inorgânicos) se associam aos elementos que estão na superfície da partícula neutralizando suas cargas residuais não satisfeitas. Ambas reações desarranjam a estrutura eletrônica próxima do complexo formado favorecendo sua ejeção da estrutura. Hidratação, hidrólise, carbonatação, oxidação/redução e acidificação são reações específicas que se encaixam em um destes dois mecanismos de reação. Íons e complexos formados solvatados tem como destino final a solução do solo onde poderão ser lixiviados, absorvidos pelas plantas e animais ou participar de uma das demais 10 reações mencionadas na Figura 2.

As taxas de dissolução das principais espécies de minerais primários (Tabela 04) varia de $\sim 10^{-18}$ a 2×10^{-14} mol cm^{-2} s^{-1} para o quartzo (SiO_2) e enstatita ($MgSiO_3$) ou olivina (Mg_2SiO_4), respectivamente. No quartzo há predominância das ligações covalentes em toda a estrutura mineral reduzindo significativamente sua solubilidade (cerca de 10.000 vezes) quando comparada com a presença do íon Mg^{2+} que apresenta forte caráter eletrostático com os tetraedros de silício da enstatita e da forsterita. A larga margem de variação nos valores da taxa de dissolução mostram que o tipo e quantidade de elementos liberados na dissolução da estrutura são muito variados, dificultando estabelecer garantias de disponibilização de nutrientes dos remineralizadores após sua incorporação ao solo.

O outro aspecto relevante associado aos atributos dos remineralizadores é o tamanho de partícula. A cominuição dos remineralizadores diminuem o tamanho das partículas e aumentam significativamente a área de exposição para o ataque dos prótons, elétrons e agentes complexantes. Considerando o tamanho de partícula fixo, a taxa de dissolução controlará a liberação dos íons constituintes do mineral. Na Tabela 05, pode-se verificar que para o mesmo tamanho de partícula (1 mm) o quartzo necessitará de cerca de 34 $x10^6$ anos enquanto a calcita necessitará de 36 dias para se dissolver completamente.

Tabela 04. Minerais primários, suas fórmulas químicas e as taxas de dissolução em condições de pH definidas

Mineral	Fórmula química	Taxa de dissolução*	pH
Quartzo	SiO_2	$\sim 10^{-18}$	7
Albita	$NaAlSi_3O_8$	3×10^{-17}	5
Ortoclase	$KAlSi_3O_8$	4×10^{-17}	5
Flogopita	$K_2(Si_6Al_2)Mg_6O_{10}(OH,F)_2$	4×10^{-17}	5
Biotita	$K_2(Si_6Al_2)(Mg,Fe)_6O_{20}(OH)_4$	6×10^{-17}	5
Muscovita	$K_2\ (Si_6Al_2)Al_4O_{20}(OH)_4$	1×10^{-17}	5
Montmorillonita	$Ca_{0,6}Si_8\ (Al_{3,4}Mg_{0,6})O_{20}(OH)_4$	4×10^{-18}	5
Talco	$Si_8Mg_6O_{20}(OH)_4$	1×10^{-16}	5
Antofilita (Anfibólio)	$(Mg,Fe)_7Si_8O_{22}(OH)_2$	3×10^{-16}	5
Diopsídio (Piroxênio)	$CaMgSi_2O_6$	2×10^{-15}	4,8
Enstatita (Piroxênio)	$MgSiO_3$	2×10^{-14}	4,8
Forsterita (Olivina)	Mg_2SiO_4	2×10^{-14}	5

*Banfield e Hamers (1997)

Tabela 5. Dissolução completa de uma esfera ou cubo de diâmetro 1 mm de diferentes minerais a pH 5 e 25ºC

Mineral	Tempo(anos)*
Quartzo	34×10^6
Caulinita	6×10^6
Muscovita	$2,6 \times 10^6$
Epidoto	$9,23 \times 10^5$
Albita	$5,75 \times 10^5$
Gibbsita	$2,76 \times 10^5$
Biotita	$3,8 \times 10^4$
Enstatita	$10,1 \times 10^4$
Diopsidio	$6,8 \times 10^3$
Forsterita	$2,3 \times 10^3$
Anortita	112
Calcita	1,6

*Drever (1997); Langmuir (1997)

A sequência de transformações dos minerais primários em secundários devido às diferentes reações anteriormente descritas acarretam modificações não somente nos atributos mineralógicos mas também nos químicos dos solos. Considerando a muscovita como sendo o

mineral primário precursor dos demais secundários, sua sequência teórica de transformações incluiria: Muscovita → Clorita → Vermiculita → Esmectita → Caulinita + óxidos de Ferro → Óxidos de Ferro e de Alumínio (Figura 04). Considerando que os atributos químicos do solo mais relevantes para definir seu aproveitamento agrícola são relacionados à sua acidez |(pH e Al^{3+}) e a sua capacidade de troca catiônica (CTC ou valor T) esta sequência de formação de minerais secundários implicaria em:

i. Redução do pH e acúmulo de H^+ e Al^{3+} associado à perdas das bases e sílica;

ii. Perdas de cargas permanentes existentes nos minerais de argila 2:1 (clorita > vermiculita > esmectita) e acúmulo de cargas variáveis ou dependentes de pH primeiramente negativas (caulinita) e, no final do processo, a total perda de sílica e acúmulo de óxidos de ferro e alumínio onde somente ocorre a capacidade de troca aniônica-CTA.

Solos neste último estágio de intemperismo são encontrados em regiões com excedentes maiores do que 2000 mm na região amazônica ou em áreas litorâneas onde ocorrem depósitos de bauxito. Os solos do Brasil na sua grande maioria são dominados por caulinita e em menores proporções por minerais de argila 2:1 com aluminio na entrecamada e óxidos de ferro e alumínio. Em duas condições especiais, no semiárido nordestino e no pantanal matogrossence, por falta de água e impedimento da lixiviação, respectivamente, os solos são dominados por minerais de argila 2:1 (esmectitas e vermiculitas) em ambientes com pH próximo á neutralidade.

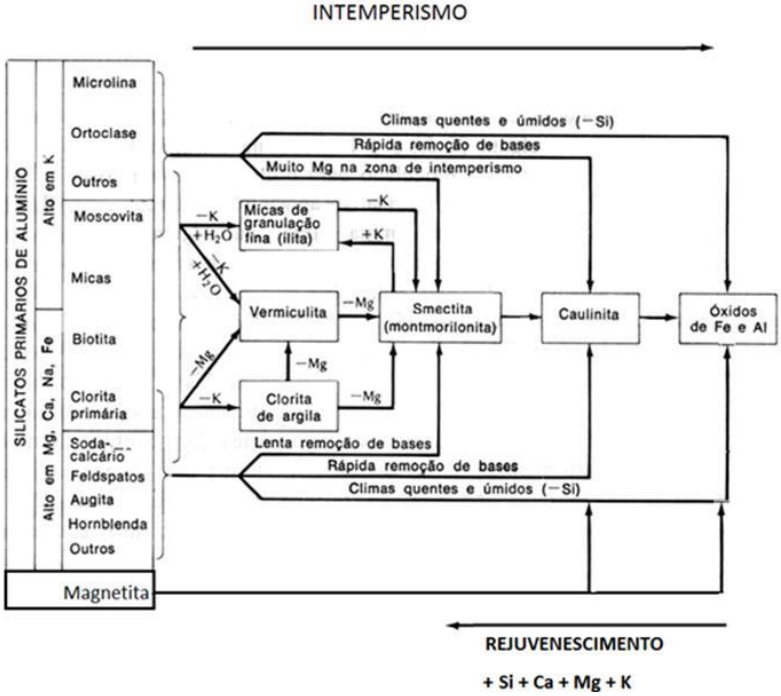


Figura 04. Intemperismo e rejuvenescimento de minerais primários formando minerais secundários em relação às perdas/ganhos de sílica e cátions metálicos, respectivamente (Modificado de Brady e Weil, 2010).

REJUVENESCIMENTO DO SOLO → PROCESSO INVERSO AO INTEMPERISMO

A aplicação de remineralizadores de corretivos de acidez do solo, de gesso agrícola reintroduz no solo aqueles íons que forma perdidos nos milhares de anos de intemperismo. Enquanto a calagem feita com rochas sedimentares que contém $CaCO_3$, $MgCO_3$ e $(Ca,Mg)CO_3$ corrige o pH do solo e aumenta a disponibilidade de Ca e Mg, também incorpora sílica ao solo. Os remineralizadores utilizados, notadamente aqueles produzidos de rochas magmáticas básicas como o basalto além de adicionarem macro e micronutrientes incorporam grandes quantidades de sílica ao solo, alterando as reações de equilíbrio entre as diferentes fases do solo.

Assim a adição de bases Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+ e mais sílica cria condições termodinâmicas para qtransformação de Al^{3+}→ gibbsita (Reação 14); gibbsita → caulinita (Reação 15) e finalmente caulinita → esmectitas/vermiculitas (Reação 16).

$$Al^{3+}_{(aq)} + 3H_2O_{(l)} \rightarrow Al(OH)_3 + 3H^+_{(aq)} \quad (14)$$

$$4Al^{3+}_{(aq)} + 4H_4SiO_4{}^0_{(aq)} + 2H_2O_{(l)} \rightarrow Al_4Si_4O_{10}(OH)_8 + 12H^+_{(aq)} \quad (15)$$

$$2{,}94Al^{3+}(aq) + 0{,}67Fe^{3+}(aq) + 1{,}31Mg^{2+}(aq) + 7{,}64H_4SiO_4{}^0_{(aq)} \rightarrow$$
$$Mg_{0,56}(Si_{7,64}Al_{0,36})Al_{2,58}Fe^{3+}{}_{0,67}Mg_{0,75})O_{20}(OH)_4(s)+6{,}56H_2O+13{,}45H^+ \quad (16)$$

Estas reações de síntese de novos minerais ocorrem a partir da dissolução e diagênese dos novos minerais. Transformações topotáticas de fase sólida em fase sólida somente ocorrem entre minerais que apresentam muitas semelhanças estruturais e químicas o que não é o caso da gibbsita, caulinita e esmectita.

CONSOLIDAÇÃO DA TÉCNICA DE REMINERALIZAÇÃO

O número de publicações utilizando a técnica de remineralização e seus sinônimos é relativamente pequena se considerarmos ao numenro de publicações sobre adubação mineral. No entanto, nos últimos 20 anos, a qualidade e a quantidade de artigos, livros, revistas e publicações para o publico em geral tem crescido sistematicamente. A consolidação definitiva de que a técnica deixou de ser um mito e que tem sido avaliada sob o crivo científico foram os três congressos Brasileiros realizados (2010, 2013 e 2016) nas cidades de Planaltina-DF, Poços de Caldas-MG e Pelotas-RS, respectivamente. Além destes três eventos, livros (Fernandes et al., 2010; van Straaten, 2002) e um grande número de artigos nacionais e internacionais têm enriquecido o conhecimento sobre a ciência da remineralização.

Vale a pena destacar a recente publicação de Silveira et al. (2019) que sugere um protocolo de experimentos para avaliação de remineralizadores e sua capacidade de liberar nutrientes quando comparado com adubos minerais.

Finalmente, o que precisa ser feito para se consolidar a ciência da remineralização?

i. Levantamento da literatura existente sobre a utilização destes materiais e a proposição de novos protocolos de testes e validação destes materiais para fins específicos.

ii. Conhecimento profundo e divulgação dos atributos físicos, químicos, mineralógicos e biológicos dos minerais, rochas e resíduos utilizados como remineralizadores;

iii. Sistematização destas informações e a classificação dos diferentes remineralizadores de acordo com seus atributos principais, secundários e terciários;

iv. Desenvolvimento de tecnologias que possam garantir nos materiais remineralizadores um ou mais dos seguintes atributos: Disponibilidade de nutrientes, produtos de seu intemperismo; alterações promovidas nos diferentes atributos intrínsecos dos solos.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os solos da região tropical são geralmente ácidos e pobres em macro e micronutrientes. A utilização de remineralizadores é uma excelente opção de estancar o processo de perdas de bases e de sílica pelo processo de intemperismo e pela exportação pelas culturas. A utilização de remineralizadores na forma de calcários, fosfatos naturais, pós de rochas (evaporitos, basaltos, gabros, etc.) e de minerais (calcita, gipsita, olivinas, piroxênios, micas plagioclásios, zeólitas, etc.) além de reduzir a acidez do solo e aumentar a disponibilidade de macro e micronutrientes ao solo promove seu rejuvenescimento transformando minerais residuais como os óxidos de ferro e alumínio e aluminossilicatos de baixa CTC (caulinita) em minerais de argila 2:1 com alta densidade de cargas negativas permanentes (elevada CTC).

A definição de qual remineralizador utilizar e qual a melhor dose deverá ser elucidada na próxima década quando estudos mais detalhados sobre os atributos intrínsicos destes materiais e seus efeito nos solos forem conduzidos e for possível a padronização (rocha, mineral, granulometria, composição química) e definição de seus efeitos sobre o solo favorecendo sua produção, embalagem e comercialização.

AGRADECIMENTOS

Aos meus professores, aos meus alunos de graduação e pós-graduação e a todos aqueles que trabalham comigo e que souberam superar as dificuldades que apareceram no caminho e que ainda estão para aparecer.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Banfield, JF, Hamers RJ. Processes at minerals and surfaces with relevance to microorganisms and prebiotic synthesis. In Geomicrobiology: Interactions between Microbes and Minerals (eds. Banfield, JF e Nealson, KH). Mineralogical Society of America, Washington, DC, 1997. vol. 35, pp. 81–122

Bowen, NL. The evolution of the igneous rocks. Oxford University Press. 1928, 326 p.

Brady, NC, Weil, RR. Elements of the nature and properties of soils (3rd ed.). Upper Saddle River, N.J.: Pearson Prentice Hall. 2010. 458 p.

Cornell, RM, Schwertmann, U. The iron oxides. Weinheim, VHC, 2003. 573p.

Drever, JI. The geochemistry of natural waters. Surface and groundwater 298 Environments. Prentice Hall, 1997. 71 pp

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

Fernandes, FRC, Luz, AB, Castilhos, ZC. Agrominerais para o Brasil. Rio de Janeiro: Centro de Tecnologia Mineral - CETEM/MCT, 2010. 380 p.

Langmuir, DA. Aqueous environmental geochemistry. Prentice-Hall, Upper Saddle River, NJ., 1997, 600 p.

Lindsay, WL. Chemical equilibria in soils. John Wiley & Sons, New York, USA, 1979. 449 p.

Silveira, CAP, Bambira, AL, Martinazzo, R, Pillon, CM, Martins, ES, Piana, CFB, Ferreira, LHG, Pereira, IS, Stumpf, L. Protocolo para avaliação da eficiência agronômica de remineralizadores de solo – primeira versão. EMBRAPA Clima Temperado. Série Documentos, 2019. 23p.

van Straaten, P. Rocks for crops: Agrominerals of Sub-Saharan Africa. ICRAF, Nairobi, Kenya, 2002. 338 p.

DIVERSIDADE MICROBIANA NOS SOLOS: RECURSOS GENÉTICOS PARA A PRODUÇÃO SUSTENTÁVEL E QUALIDADE AMBIENTAL

Fatima Maria de Souza Moreira

IMPORTÂNCIA DA BIODIVERSIDADE DO SOLO

A conscientização de diversos segmentos sociais sobre a importância dos solos e suas biodiversidades aumentou exponencialmente nos últimos anos. O solo é a principal fonte de biodiversidade que contém recursos genéticos para fins: agrícola, medico, industrial e ambiental. A enorme biodiversidade sob nossos pés pode compreender trilhões de indivíduos por m^2, 10.000 espécies bacterianas por grama solo, 1 tonelada de biomassa fúngica por hectare e pelo menos 10 toneladas de organismos por hectare. Esses organismos, os quais que compreendem micro-organismos, microfauna, mesofauna, macrofauna e até, megafauna, realizam processos imprescindíveis para a manutenção da vida no planeta relacionados a funções como a decomposição da matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, manutenção da estrutura do solo e controle biológico que fornecem uma gama de bens e serviços dos ecossistemas para toda a sociedade (**Kibblewhite et al., 2008)**.

A maior parte dessas espécies são multifuncionais, ou seja, são capazes de executar diversas funções. Para citar o exemplo de um grupo não microbiano: existem 4.500 espécies besouros comumente denominados de rola bostas (Família Scarabaeidae) e no Brasil 49 gêneros e 618 espécies **(Vaz de Mello, 2000).** Trabalhos conduzidos a campo na Amazônia mostram que o aumento na intensidade do uso da terra reduz a riqueza, a biomassa e a abundância dos besouros, assim como seus serviços ambientais como: pedoturbação (remoção de solo e excrementos), dispersão secundária de sementes e potencial do controle biológico de moscas. Além disso, houve correlação positiva entre sua diversidade e seus serviços ambientais **(Braga et al., 2012, 2013)**.

Ressalta-se que a macrofauna em geral tem relações importantes com os micro-organismos como sua dispersão, fragmentação da matéria orgânica permitindo maior área superficial para degradação microbiana e controle biológico, entre outros.

Departamento de Ciência do solo. Universidade Federal de Lavras, INCT Biodiversidade do Solo. E-mail:fmoreira@dcs.ufla.br

A redundância funcional (ou seja, várias espécies realizando uma mesma função) é outro resultado da biodiversidade em geral pois quanto mais importante é a função para o ecossistema, maior diversidade de organismos está envolvida na sua realização o que garante a resiliência (poder de recuperação) dos processos quando as condições ambientais se modificam e/ou se tornam adversas. Como exemplo, na degradação da matéria orgânica e sua relação com a ciclagem de micronutrientes estão envolvidos vários grupos não só microbianos, mas também da fauna.

EVOLUÇÃO DOS MÉTODOS DE AVALIAÇÃO: DOS GENES RIBOSSOMAIS AO GENOMA

Nos anos 80, a taxonomia era baseada em métodos fenotípicos que eram aplicados na comparação de bactérias em enormes bancos de dados, para posteriormente aplicar a hibridização DNA:DNA **(De Ley, 1968, 1974)**, técnica muito criticada, mas amplamente utilizada e obrigatória na descrição de espécies até recentemente. E sobretudo disponível apenas em laboratórios do hemisfério norte. No entanto, nas últimas décadas o desenvolvimento de técnicas confiáveis e precisas para avaliar e compreender a biodiversidade, especialmente a diversidade microbiana, aumentou exponencialmente. Grandes avanços foram: o desenvolvimento do sequenciamento **Sanger (1977- ganhador de 2 prêmios Nobel em 1958 e 1980)**, os "Relógios evolucionários" (**Kimura (1983**) que permitiram o estabelecimento de relações filogenéticas entre micro-organismos por **Carl Woese** após e sequenciamento de ácidos ribonucleicos (RNA-relógio evolucionário) que causou uma revolução na taxonomia de Procariotos **(1987, 1990).** Em 1986 a Reação em cadeia da polimerase desenvolvida por Kay Mullis e colaboradores (prêmio Nobel 1993) foi outra grande revolução. Os métodos de sequenciamento e os sequenciadores também evoluíram muito. Por exemplo, em 1995 usei sequenciamento manual (**Moreira et al., 1998**). Os primeiros sequenciadores de segunda geração (Roche/454/Pirosequenciamento; Ion Torrent; ABI SOLiD; Solexa/Illumina) surgiram em 2005-2006 e em 2010-2012 houve o lançamento dos primeiros sequenciadores de terceira geração (Oxford Nanopore e PacBio).

Outra evolução no conhecimento foi o surgimento de novos cronômetros moleculares como o usados por **Guimarães et al. (2015)** para demonstrar a alta diversidade de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de várias espécies de leguminosas e de sistemas de uso da terra no Brasil. Mas a hibridização DNA:DNA que continuava a ser criticada ainda era obrigatória.

Nesse interim o custo dos sequenciamentos barateou e também o sequenciamento dos genomas possibilitando uma nova e revolucionária técnica muito mais confiável (ani= average

nucleotide identity) **(Konstantinos et al., 2005).** Todos esses avanços possibilitaram o crescimento do número de sequências depositadas nos bancos de dados (e.g. https://www.ncbi.nlm.nih.gov/Taxonomy/taxonomyhome.html/index.cgi?chapter=statistics&uncultured=hide&unspecified=hide) , tanto de micro-organismos cultiváveis como não cultiváveis e atualizações da árvores da vida que mostram a enorme diversidade bacteriana em relação a dos eucariotos **(Hug et al., 2016).**

QUAL DIVERSIDADE? INDEPENDENTE OU DEPENDENTE DE CULTIVO?

As duas são importantes mas tanto uma como outra devem considerar as relações complexas, dinâmicas e heterogêneas entre os componentes do ecossistema solo (**Figura 1**), uma vez que qualquer alteração em um desses componentes afeta o outro, o que poderá ocorrer em diferentes magnitudes dependendo do grau de relação deste componente com os demais. A diversidade vegetal também é um componente importante desse ecossistema pois dela decorre a diversidade de compostos orgânicos que serão depositados no solo via efeito rizosférico e/ou deposição de material vegetal morto o que por sua vez permitirá o estabelecimento de comunidades microbianas e da fauna com diferentes requerimentos nutricionais, ou seja, maior biodiversidade. Por isso, é importante a diversificação das espécies vegetais utilizadas na atividade agrícola.

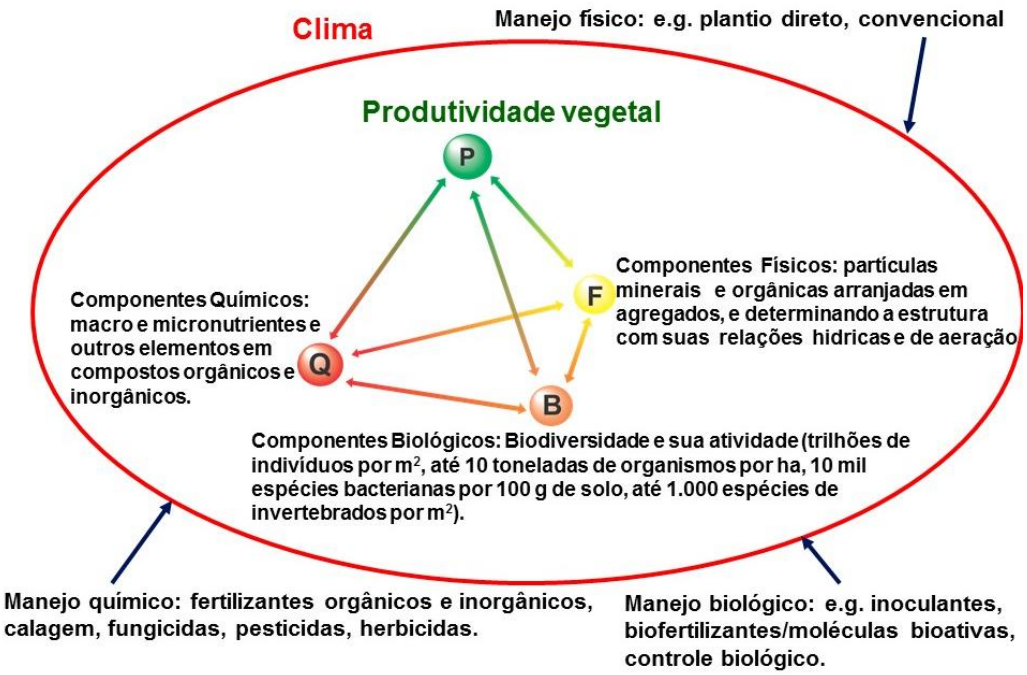


Figura 1. Ecossistema solo: complexidade e dinâmica das relações entre os diversos componentes **(Moreira et al., 2013)**

DIVERSIDADE INDEPENDENTE DE CULTIVO

Como exemplo da evolução de resultados obtidos com métodos independentes de cultivo e sua aplicação apresento dois trabalhos de nosso grupo conduzidos em épocas diferentes e que avaliaram a diversidade bacteriana por técnicas independentes de cultura em áreas opostas da região amazônica bem preservadas**.**

No primeiro, conduzido na parte oeste obtiveram-se 654 sequências parciais (Sanger) por clonagem com um comprimento médio de 760 pares de bases utilizando o iniciador 63F para reações de amplificação num analisador de sistema ABI 3700 (Sanger) **(Jesus et al., 2009)**. Neste trabalho demonstrou-se efeito dos sistemas de uso na riqueza de espécies e na estrutura das comunidades bacterianas. Embora metade da variação nas comunidades esteja ligada a fatores não-determinados, diferenças nos atributos do solo, especialmente aqueles ligados à acidez do solo e concentração de nutrientes, relacionam-se às diferenças na estrutura das comunidades de bactérias. No segundo trabalho conduzido na parte leste da Amazônia **(Carvalho et al., 2016)** os primers 515f/806r foram utilizados para amplificar a região hipervariável V4 do gene 16S *rRNA*. Os amplicons foram normalizados e em seguida sequenciados usando a plataforma Illumina MiSeq obtendo-se um número bem mais elevado de sequências: 6 milhões com aproximadamente 150 pares de bases. Mostrou-se que a intensificação do uso da terra não homogeneiza as comunidades bacterianas do solo na Amazônia Oriental; que a heterogeneidade do pH do solo está fortemente associada à diversidade beta de bactérias do solo; e que a fertilidade do solo, especialmente a acidez, medeia o impacto da intensificação do uso da terra sobre a estrutura e diversidade de comunidades bacterianas do solo e que as mudanças nas estrutura da comunidade associadas à intensificação do uso da terra altera a abundância predita de genes funcionais com possíveis implicações sobre o funcionamento do ecossistema.

Nesses dois estudos embora o uso do solo e os seus atributos tenham afetado significativamente os vários grupos estudados, efeitos desconhecidos também foram significativos para todos eles. Estas informações além de mostrarem a dimensão da diversidade bacteriana mostram o efeito do manejo do solo na estrutura da comunidade bacteriana que podem ser úteis para planejamento mais sustentável do uso da terra.

DIVERSIDADE DEPENDENTE DE CULTIVO

Apesar dos métodos independentes de cultivo abrangerem uma diversidade muito maior de organismos do solo, somente técnicas dependentes de cultura podem extrair do solo recursos genéticos que podem ser manipulados para manejo sustentável na agricultura, qualidade

ambiental e segurança alimentar, uma vez que o isolamento, cultivo e multiplicação desses organismos permite estudo das suas características e seu manejo para os mais diversos fins!

A Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável foi adotada pelos Estados-Membros da ONU em setembro de 2015. Incluídos na Agenda estão 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. A biodiversidade do solo tem uma forte relação com a maior parte dessas metas e, certamente, a base da sustentabilidade é aumentar a contribuição dos processos biológicos do solo nos sistemas agrícolas e florestais (reduzir ou eliminar o uso de fertilizantes e agroquímicos e, portanto, seus efeitos na emissões de gases de efeito estufa), para melhorar o sequestro de carbono e aumentar a segurança / segurança alimentar.

Um bom exemplo de processos de solo que podem ser gerenciados com esse objetivo é a fixação de nitrogênio simbiótico realizados por rizóbios em espécies de leguminosas. Rizóbios são também bactérias multifuncionais capazes de realizar vários processos como fixação de N_2 associativa e de vida livre, solubilização fosfatos insolúveis, entre outros **(e.g. Marra et al., 2011 ; Marra et al., 2012; Silva et al., 2012; Silva et al.2013; Silva-Longatti et al., 2014,),** Produção fito-hormônios (AIA, etileno) **(Oliveira-Longatti et al., 2013, 2014; Costa et al., 2014)** e podem ter relações antagonistas com outros organismos (**Silva et al., 2012).**

Leguminosae é a segunda família com maior diversidade de espécies: cerca de 20.000. Além da importância econômica dessas espécies, a maioria delas consegue estabelecer relações simbióticas com rizóbios. A soja é um grande sucesso de aplicação dessa biotecnologia. No entanto, é o único sucesso, porque quase todo o inoculante produzido pelas empresas é para a soja. É bom conhecido o potencial de outras espécies como o amendoim, guandu, crotalaria, pueraria, guandu. Infelizmente, essas e outras culturas importantes não se beneficiam da inoculação da mesma forma que a soja, apesar da pesquisa brasileira ter estirpes selecionadas para cerca de 100 espécies (grãos, florestais, adubo verde, forrageiras)(http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/fertilizantes/legislacao/in-sda-13-de-24-03-2011-inoculantes.pdf).

As razões para este fato são:

- A soja é uma commodity ocupando grandes áreas e demandando grandes quantidades de inoculantes, o que é atrativo para empresas que os produzem. Além disso, estes grandes agricultores geralmente têm consultores cientes dos benefícios desta Biotecnologia

-Por outro lado, pequenos e médios agricultores, que são responsáveis pela maior parte da produção de alimentos para a população brasileira desconhecem que esta Biotecnologia está disponível.

-Para as companhias que produzem estes inoculantes, é mais atrativo vender grandes quantidades (atacado) aos grandes agricultores do que pequenas quantidades (varejo) a pequenos agricultores.

Ou seja, é uma questão de típica lei de oferta e procura associada a falta de conhecimento (**Sousa & Moreira, 2011).**

Estratégias de popularização da ciência podem auxiliar em difundir esse conhecimento. Hoje diversas cartilhas são disponíveis on line mostrando não só a diversidade microbiana mas também seus usos (e.g. **Moreira et al. 2009**: Curumin e Cunhantã ajudando a biodiversidade do solo (www.biosbrasil.ufla.br; **Toma et al., 2017:** Conhecendo a vida do solo: www.editora.ufla.br).

RECURSOS GENÉTICOS: DIVERSIDADE

Considerando o potencial de aplicações práticas da Fixação biológica de N_2, pelas simbioses rizóbio & leguminosas vamos toma-las como exemplo para abordar a diversidade microbiana. Além disso, dentre os 16 gênero de rizóbio vamos abordar principalmente o gênero *Bradyrhizobium* pois tem:

-Ampla distribuição geográfica e faixa de hospedeiros (espécies relevantes para agricultura e floresta);

-Alta diversidade fenotípica, genética e simbiótica;

-Estabilidade genéticas: genes no cromossoma

-Alta diversidade fenotípica, genética e simbiótica

- É multifuncional realizando processos como: Fixação de N2, solubilização de fosfatos, produção e AIA, etc.

A diversidade de rizóbios pode ser acessada diretamente no solo pela coleta de nódulos no campo ou em condições de viveiro ou utilizando espécies de leguminosas promiscuas (e.g. siratro, caupi) que nodulam após inoculação com suspensões de solo **(Figura 2) (Moreira, 2010)**. Após isolamento testes genéticos, fenotípicos e simbióticos são realizados visando sua identificação e poetncial de uso agrícola.

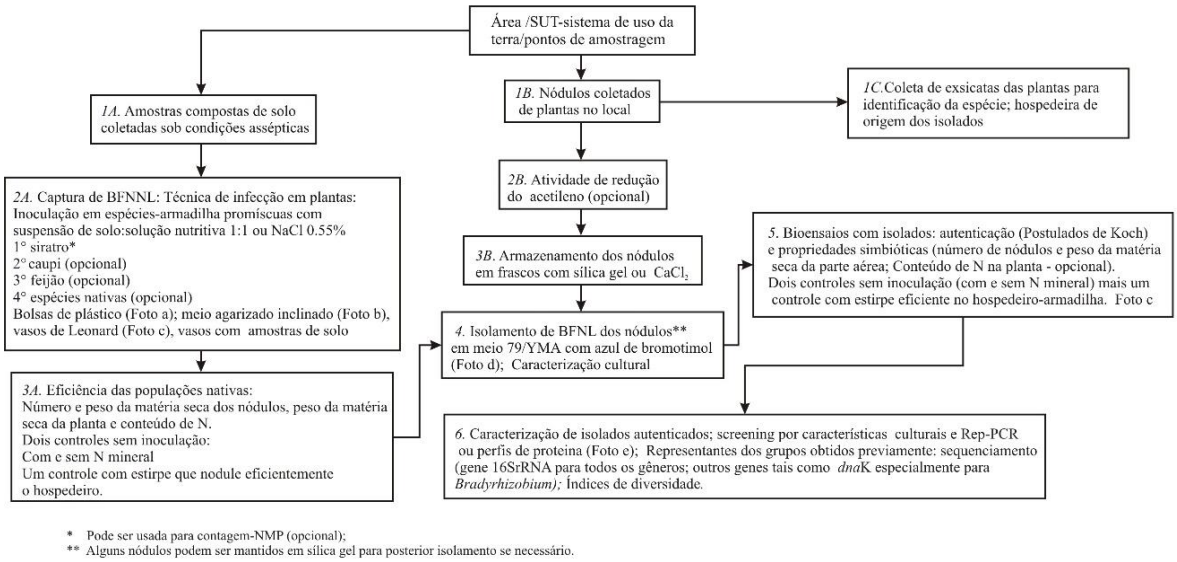
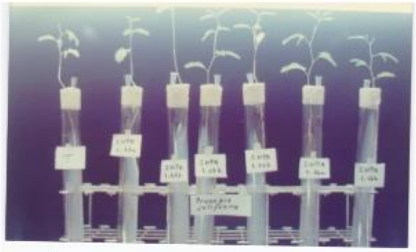


Figura 2. Avaliação de bactérias fixadoras de nitrogênio nodulíferas de Leguminosae em diversos sistemas de uso da terra, sumarizada em seis etapas

Nota: 1A. 12 subamostras em cada ponto de amostragem (ver esquema geral do projeto CSM-BDBG, Capítulo 2). 2A. Captura de BFNNL utilizando a técnica de infecção em plantas. 3A. Eficiência das populações nativas é avaliada na época da floração ou quando diferenças significativas forem observadas entre os tratamentos em relação às testemunhas com e sem N mineral. 4. Caracterização cultural (experimentos preliminares com solo de culturas agrícolas e de floresta são necessários para determinar o número de isolados requerido para caracterizar as comunidades de BFNNL como um todo, baseando-se nas curvas de coleta/extinção/acumulação). 6. Inclui características culturais obtidas na etapa 4 para analisar toda a coleção de isolados (i.e. para obtenção de grupos). Sequencias de Rep-PCR (Repetitive Extragenic Palindromic elements/DNA sequences) ou outro método tal como perfis de proteína total obtidos por eletroforese em gel de poliacrilamida podem ser complementares a este método. Representantes dos grupos obtidos, baseados nos grupos culturais e/ou outro método devem ter sequenciado o gene 16SrRNA (e) outros genes tais como dnaK (e.g. para *Bradyrhizobium* mas pode ser aplicado a outros gêneros).

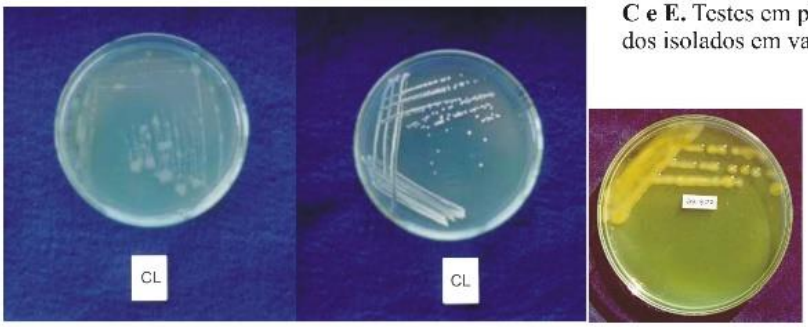
Fotos a –e: Ilustração dos passos na metodologia de BFNNL: caracterizações aplicadas no projeto BiosBrasil/CSM-BGBD

A. Siratro em bolsas plásticas com solução nutritiva

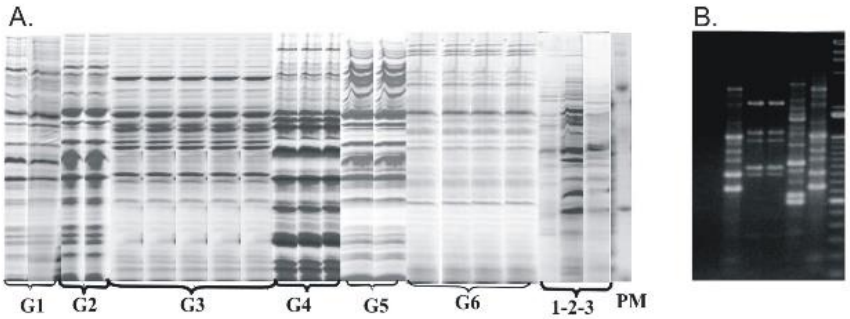


B. Ágar inclinado com solução nutritiva

C e E. Testes em plantas - eficiências dos isolados em vasos de Leonard



D. Características de dois isolados de *Bradyrhizobium* (CL-crescimento lento) e *R. tropicil* (crescimento rápido) crescidos em YMA



F. A) Perfis de proteína total obtidos por eletroforese em gel de poliacrilamida e B) Perfis de Rep-PCR de várias estirpes

A diversidade genética, fenotípica e simbiótica de estirpes nativas de *Bradyrhizobium* foi mostrada em estudos envolvendo vários sistemas de uso e diversas espécies de leguminosas (Moreira et al., 1993, 1998; Guimarães et al., 2015), incluindo a soja (essa em diversas regiões)

(Ribeiro et al., 2015) e que levaram recentemente a descrição da espécie *B. brasilense* (Costa et al., 2017) com estirpes oriundas de Minas Gerais e da Amazônia (Jaramillo et al., 2013; Rufini et al., 2014). A *e*stirpe UFLA04-0212 – isolada da Amazônia por exemplo é eficiente em fixação de N2 simbiótica com caupi, guandu, e siratro.

RECURSOS GENÉTICOS: FUNCIONALIDADE

A seleção de estirpes eficientes em determinado processo como a FBN compreende testes sob condições axênicas até condições de campo como mostrado na Figura 3 e que tem sido aplicados nos testes de seleção de estirpes eficientes, competitivas e adaptadas a diversas condições edáficas pelo nosso grupo.

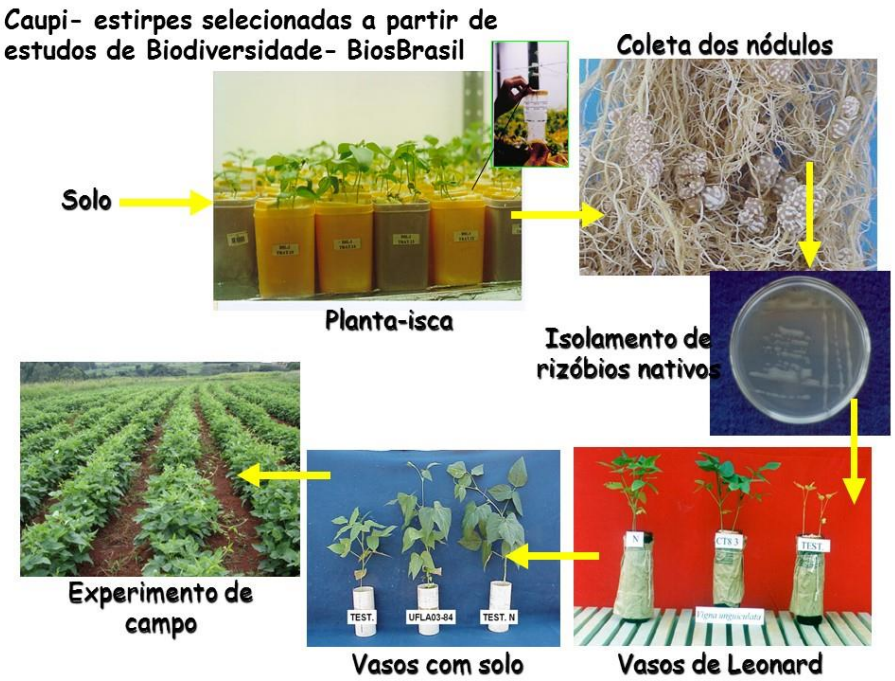


Figura 3. Passos para seleção de estirpes para inoculação de leguminosas. Estirpes nativas são capturadas da biodiversidade edáfica e isoladas utilizando plantas iscas (geralmente a espécie alvo). Estirpes isoladas são testadas em condições axenicas (comparadas a controles sem e com N mineral e eventualmente a estirpe já disponível como inoculante), sem seguida em vasos com solo e campo.

SIMBIOSE *BRADYRHIZOBIUM* & CAUPI

Esta espécie é cultivada principalmente nas regiões Norte e Nordeste do Brasil por pequenos agricultores sem insumos e com baixíssimos rendimentos (cerca de 400 kg / ha).

As duas estirpes selecionadas pelo nosso grupo INPA 03-11B e UFLA 3-84, respectivamente *B. viridifuturi* (Costa et al., 2019) e *B. elkanii* (Guimarães et al., 2015) foram isoladas em 1980 e 1997 e até hoje, mantêm sua eficiência em simbiose com o feijão-caupi

(Lacerda et al., 2004; Soares et al., 2006). A estirpe aprovada pelo MAPA anteriormente (BR2001) não era eficiente em condições axênicas ou não em vasos (Lacerda et al., 2004) e no campo (Soares et al., 2006) (Figura 4).

No primeiro experimento de campo, apenas a adubação com P e K (70 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 40 kg ha^{-1} de K_2O, usando, como fontes, superfosfato triplo e cloreto de potássio), aumentou a produtividade até 1.000 kg / ha e a inoculação com estirpes de *Bradyrhizobium* selecionadas aumentou o rendimento até 1400 kg / há (Lacerda et al., 2004). Essas estirpes foram testadas em outras regiões brasileiras e tiveram o mesmo bom desempenho (Zilli et al., 2009; Chagas et al.,2001; Almeida et al., 2010 ; Gualter et al., 2011; Santos et al. 2011; Souza & Moreira, 2011; Costa et al., 2011, Costa et al., 2013; Rufini et al., 2014; Ferreira et al., 2013; Faria et al., 2016 a e b; Ferreira et al., 2019). Essas estirpes são inoculantes oficiais do feijão-de-corda, junto com duas outras estirpes selecionadas pela Embrapa. O uso de feijão caupi está aumentando no Brasil, principalmente devido ao seu recente cultivo na região central na sucessão de culturas de soja e por isso está aumentado também o uso de inoculantes.

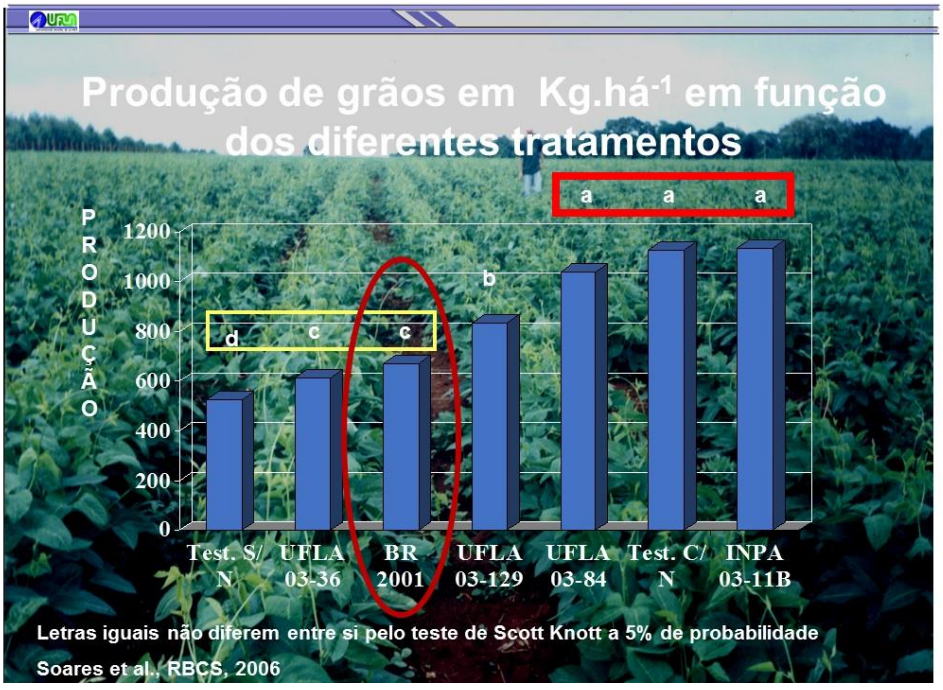


Figura 4: Inoculação de estirpes selecionadas de *Bradyrhizobium* em feijão caupi.
Simbiose *Bradyrhizobium* & Feijão fava

Phaseolus lunatus é outro exemplo de espécie com potencial de uso não só para produção de vagens e grãos mas também como adubo verde e que já tem estirpes eficientes selecionadas em condições axênicas (Costa et al., 2017; Costa Neto et al., 2017) ou não (Costa et al. 2017). Muitas estirpes foram testadas de origens diversas (espécies hospedeiras e regiões)

em condições axênicas para esta espécie, e duas estirpes de espécies florestais exibiram melhor desempenho; este resultado foi repetido em vasos com solo. Experimentos de campo estão sendo realizados em Minas Gerais e no Maranhão. Essas duas estirpes pertencem a nova espécie *B. forestalis*. (Costa et al., 2018).

SIMBIOSE *BRADYRHIZOBIUM* & ESPÉCIES FLORESTAIS

As estirpes mais eficientes em feijão fava também tiveram boa performance com duas espécies de leguminosas florestais: *Enterolobium contortisiliquum* e *Adenanthera macrocarpa* (Santos, 2013). Outra simbiose bastante estudada por nosso grupo é da espécie florestal *Sesbania virgata* com *Azorhizobium doebereinerae*, que pode ser considerada a mais eficiente e específica até hoje registrada entre as simbioses rizóbio & leguminosas (Gonçalves & Moreira, 2004; Moreira et al., 2006).

Simbiose *Rhizobium* Feijão comum

Estirpes de *Rhizobium* isoladas de: Floresta primária, Capoeira, pastagem, agricultura, agrofloresta (Ferreira et al., 2012) foram testadas em *testadas em Phaseolus vulgaris* e comparadas a CIAT 899 com resultados promissores (Ferreira et al., 2009). São elas: UFLA 2-86, UFLA2-68, UFLA2-127, UFLA2-100, UFLA4-195, UFLA 4-173 e UFLA 4-202. As isoladas do Amazonas são tolerantes a acidez e Al. Algumas delas também foram testadas em feijão vagem com bons resultados (Oliveira et al., 2018).

Fungos micorrízicos arbusculares

Alta diversidade de fungos micorrízicos arbusculares foi encontrada na Amazônia onde poucos levantamentos tinham sido realizados (Stürmer &Siqueira, 2008). Essa diversidade também foi relatada com relação ao efeitos na produção de caupi que variaram em função do tipo de solo (Silva et al., 2018). O uso de formononetina, estimulante da micorrização em soja inoculada com estirpes de *Bradyrhizobium*, Quando aplicada com 60 kg ha^{-1} de P_2O_5, a formononetina aumentou a micorrização e a produtividade da soja, alcançando valores semelhantes aos observados quando foi aplicado 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Ribeiro et al., 2016).

OUTRAS BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO VEGETAL

Bactérias endofíticas de nódulos oriundas de diversos sistemas de uso da terra da Amazônia produtoras de AIA, solubilizadoras de fosfato e fixadoras associativas de N2 foram testadas em arroz com fosfato Bayovar e compararadas a diferentes doses de fosfato solúvel. As estirpes aumentaram a matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total,

número de perfilhos e acúmulo de fósforo, nitrogênio, cálcio, magnésio, enxofre e boro em comparação com o tratamento com BRP sem inoculação (Tabela 1). Os aumentos na matéria seca da parte aérea e das raízes foram de 52% e 120%, respectivamente, com o tratamento de inoculação da linhagem UFLA 03-10 (*Paenibacillus kribbensis*). As quatro cepas promoveram aumentos da matéria seca da parte aérea, equivalente a aproximadamente 60% da matéria seca da parte aérea no tratamento com 150 mg dm 3 de P solúvel e aumentaram o acúmulo de P na parte aérea com os tratamentos com 50 e 100 mg de P_2O_5 dm 3 de P. solúvel (Costa et al., 2015). Esses resultados indicam que a inoculação com PSB combinado com fosfato de rocha é uma estratégia econômica e sustentável para melhorar a crescimento e acumulação de nutrientes das plantas de arroz.

Tabela 1: Acumulo de N e P na parte aérea arroz inoculado com Estirpes de bactérias solubilizadoras de fosfato (Costa e al., 2015)

Treatments	N (mg pot^{-1})	P
Without I Without P	8.88 f	0.09 e
150 mg P_2O_5 dm^{-3} (BRP)	326.05 e	27.16 c
UFLA 04-155 + 150 mg P_2O_5 dm^{-3}(BRP)	302.10 e	25.09 c
UFLA 04-21 + 150 mg P_2O_5 dm^{-3}(BRP)	431.97 d	34.21 b
UFLA 03-10 + 150 mg P_2O_5 dm^{-3}(BRP)	490.38 c	37.73 a
UFPI B5-6 + 150 mg P_2O_5 dm^{-3} BRP)	440.55 d	34.68 b
UFPI B5-8A + 150 mg $P_2O_5dm^{-3}$ (BRP)	405.30 d	30.59 b
50 mg $P_2O_5dm^{-3}$ (MAP)	404.28 d	19.02 d
100 mg P_2O_5 dm^{-3} (MAP)	520.62 c	26.35 c
150 mg P_2O_5 dm^{-3} (MAP)	631.48 b	31.39 b
200 mg P_2O_5 dm^{-3} (MAP)	766.58 a	40.88 a
250 mg P_2O_5 dm^{-3} (MAP)	758.85 a	36.57 a
CV (%)	7.22	11.08

BRP—Bayóvar rock phosphate; MAP—Monoammonium phospha

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O solo é um sistema complexo, dinâmico e heterogêneo onde todos os componentes físicos, químicos e biológicos, incluindo as plantas interagem. Por isso, uma abordagem holística deve ser adotada para seu manejo adequado. A maior diversidade vegetal nos ecossistemas naturais e manejados propicia também uma maior diversidade de organismos do solo com reflexo positivos na redundância funcional e resiliência dos importantes processos que asseguram a sustentabilidade. Métodos independentes de cultivo mostram a enorme diversidade microbiana do solo e que mudanças no sistema de uso da terra alteram a estrutura

dessas comunidades e estão sendo desenvolvidos para relacionar essa diversidade genética com funções do ecossistema. Tanto os ecossistemas naturais como os manejados são uma fonte valiosa de recursos genéticos com potencial biotecnológico os quais devem ser considerados em programas de conservação. Para isso, coleções microbianas devem ser incentivadas e financiadas. Dados ambientais, informações sobre o solo, GPS, números de acesso de sequências gênicas e outros dados úteis devem ser incluídos nas informações sobre as estirpes existentes nestas coleções. Os estudos de seleção dessas estirpes, principalmente com fins agrícolas devem considerar sua multifuncionalidade, o que tem sido uma linha de pesquisa relativamente recente de vários grupos. Apesar da existência de estirpes selecionadas já disponibilizadas pela pesquisa brasileira, esses resultados não são conhecidos e e nem aplicados pelos agricultores, portanto a difusão de biotecnologias tais como a dos inoculantes de rizóbio devem ser encorajadas por práticas de extensão e educacionais. O aumento da contribuição dos processos biológicos do solo será possível com mais estudos que revelem a biodiversidade e suas funções, assim como pelo aumento da consciência de seu papel entre os diversos segmentos sociais. Assim, o conhecimento sobre a biodiversidade deve ser considerado estratégico dos pontos de vista político, econômico, social, e ambiental e a comunicação efetiva entre o governo, sociedade e a comunidade cientifica deve ser estabelecida para que a produção agrícola sustentável aliada à qualidade ambiental seja alcançada.

AGRADECIMENTOS

As agências de fomento Capes, CNPq e Fapemig pela concessão de bolsas de Iniciação, cientifica, mestrado e doutorado aos vários discentes participantes dos artigos citados nesse artigo, pela bolsa de produtividade em pesquisa da autora e financiamento de projetos. Ao Programa ambiental da Nações Unidas, Finep e Vale pelo financiamento de projetos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Braga RF, Korasaki V, Audino L, Louzada JN. Are dung beetles driving dung-fly abundance in traditional agricultural areas in the Amazon?. Ecosystems. 2012; 15: 1173-1181.

Braga RF, Korasaki V, Andresen E, Louzada, J. Dung Beetle Community and Functions along a Habitat-Disturbance Gradient in the Amazon: A Rapid Assessment of Ecological Functions Associated to Biodiversity. Plos One. 2013; 8: e57786.

Carvalho TS, Jesus EC, Barlow J, Gardner TA, Soares IC, Tiedje JM, Moreira FMS. Land use intensification in the humid tropics increased both alpha and beta diversity of soil bacteria. Ecology. 2016; 97: 2760-2771.

Chagas Junior AF, Rahmeier W, Santos GR, Chagas LFB. Eficiência agronômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão-caupi no Cerrado, Gurupi-TO. Revista ciência agronômica. 2010; 41: 709-714.

Costa Neto VP, Mendes JBS, Araújo ASF, Alcântara Neto F, Bonifacio A, Rodrigues AC. Symbiotic performance, nitrogen flux and growth of lima bean (*Phaseolus lunatus* L.) varieties inoculated with different indigenous strains of rhizobia. Symbiosis. 2017; 73: 117-124.

Costa EM, Carvalho TS, Guimarães AA, Leão ACR, Cruz LM, De Baura VA, Lebbe L, Willems A, Moreira FMS. Classification of the inoculant strain of cowpea UFLA03-84 and of other strains from soils of the Amazon region as *Bradyrhizobium viridifuturi* (symbiovar tropici). Brazilian Journal of Microbiology.2019; 50: 1-12.

Costa EM, Guimarães AA, Carvalho TS, Rodrigues TL, De Ribeiro PRA, Lebbe L, Willems A, Moreira FMS. *Bradyrhizobium forestalis* sp. nov., an efficient nitrogen-fixing bacterium isolated from nodules of forest legume species in the Amazon. Archives of Microbiology. 2018; 200: 743-752.

Costa EM, Guimarães AA, Vicentin RP, Ribeiro PRA, Leão ACR, Balsanelli E, Lebbe L, Aerts M, Willems A, Moreira FMS. *Bradyrhizobium brasilense* sp. nov., a symbiotic nitrogen-fixing bacterium isolated from Brazilian tropical soils. Archives of Microbiology. 2017; 199: 1211-1221.

Costa EM, Lima W, Oliveira-Longatti SM, De Souza FM. Phosphate-solubilising bacteria enhance *Oryza sativa* growth and nutrient accumulation in an oxisol fertilized with rock phosphate. Ecological Engineering. 2015; 83: 380-385.

Costa EM, Nóbrega RSA, De Carvalho F, Trochmann A, Ferreira LVM, Moreira FMS. Promoção do crescimento vegetal e diversidade genética de bactérias isoladas de nódulos de feijão-caupi. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 2013; 48: 1275-1284.

Costa EM, Nóbrega RSA, Ferreira LVM, Amaral FHC, Silva AFT, Nóbrega JCA, Moreira F MS. Growth and yield of the cowpea cultivar BRS Guariba inoculated with rhizobia strains in southwest Piauí. Semina. Ciências Agrárias. 2014; 35: 3073-3084.

Costa EM, Nóbrega RSA, Martins LV, Amaral FHC, Moreira FMS. Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. Revista Ciência Agronômica, 2011; 42: 1-7.

Costa EM, Ribeiro PRA, Lima W, Farias TP, Moreira FMS. Lima bean nodulates efficiently with *Bradyrhizobium* strains isolated from diverse legume species. Symbiosis. 2017; 73:125-133.

De Ley J. DNA base composition hybridization in the taxonomy of phytopathogenic bactéria. Ann. Rev. Phytopathology. 1968a; 6: 63-90.

De Ley J. Phylogeny of Prokaryotes. Taxon. 1974; 23: 291-300.

Farias TP, Soares BL, Araújo ARA, Moreira FMS. Symbiotic Efficiency Of Rhizobia Strains With Cowpea In Southern Maranhão. Revista Caatinga. 2016; 29: 611-618.

Farias,TP, Trochmann A, Soares BL, Moreira FMS. Rhizobia inoculation and liming increase cowpea productivity in Maranhão State. Acta Scientiarum. Agronomy.2016; 38: 387-396.

Ferreira LVM, Nóbrega RSA, Nóbrega JCA, Aguiar FL, Moreira FMS, Pacheco LP. Biological Nitrogen Fixation in Production of *Vigna unguiculata* (L.) Walp, Family Farming in Piauí, Brazil. Journal of Agricultural Science. 2013; 5: 153-160.

Ferreira PAA, Pereira, Rezende JPA, Oliveira DP, Vale HMM, Jesus EC, Soares ALL, Nogueira COG, Andrade MJB, Moreira FMS. New rhizobia strains isolated from the Amazon region fix atmospheric nitrogen in symbiosis with cowpea and increase its yield. Bragantia. 2019; 78: 1-5.

Ferreira PAA, Silva MAP, Cassetari AS, Ruffini M, Moreira FMS, Andrade MJB, Moreira F MS. Inoculação com cepas de rizóbio na cultura do feijoeiro. Ciência Rural. 2009; 39: 2210-2212.

Ferreira PAA, Bomfeti CA, Soares BL, Moreira FMS. Efficient nitrogen-fixing *Rhizobium* strains isolated from amazonian soils are highly tolerant to acidity and aluminium. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 2012; 28: 1947-1959.

Gonçalves M, Moreira FMS. Specificity of the legume *Sesbania virgata* (Caz.) Pers. and its nodule isolates *Azorhizobium johannae* with other legume hosts and rhizobia. I. Symbiosis. 2004; 36: 57-68.

Gualter RMR, Boddey RM, Rumjanek NG, Freitas ACR, Xavier GR. Eficiência agronômica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi cultivado na região da Pré-Amazônia Maranhense. Pesquisa Agropecuaria Brasileira. 2011; 46: 303-308.

Guimarães AA, Florentino LA, Almeida KA, Lebbe L, Silva KB, Willems A, Moreira FMS. High diversity of *Bradyrhizobium* strains isolated from several legume species and land uses in Brazilian tropical ecosystems. Systematic and Applied Microbiology. 2015; 38: 433-441.

Hug LA, Baker NJ, Anantharaman K, Brown CT, Probst AJ, Castelle CJ, Butterfield CN, Hernsdorf AW, Amano Y, Ise K, Suzuki Y, Dudek N, Relman DA, Finsta KM, Amundson R, Thomas BC, Banfield JF. A new view of the tree of life .Nature Microbiology. 2016; 1:| www.nature.com/naturemicrobiology

Jaramillo PMD, Guimarães AA, Florentino LA, Silva KB, Nóbrega RSA, Moreira FMS. Symbiotic nitrogen-fixing bacterial populations trapped from soils under agroforestry systems in the Western Amazon. Scientia Agricola. 2013; 70: 397-404.

Jesus EC, Marsh TL, Tiedje JM, Moreira FMS. Changes in land use alter the structure of bacterial communities in Western Amazon soils. The ISME Journal. 2009; 3: 1004-1011.

Kibblewhite MG, Ritz K, Swift MJ. 'Soil health in agricultural systems', Philosophical Transactions of the Royal Society Series B. 2008; 363: 685–701.

Kimura M. The neutral theory of molecular evolution. New York: Cambridge University Press, 1983.

Konstantinidis KT, Tiedje JM. Genomic insights that advance the species definition for prokaryotes. Proc Natl Acad Sci U S A. 2015; 102(7): 2567–2572.

Lacerda AM, Moreira FMS, Andrade MJB, Soares, ALL. Efeito de estirpes de rizóbio sobre a nodulação e produtividade do feijão caupi. Revista Ceres. 2004; 51:293: 67-82.

Marra LM, Oliveira SM, Soares CRFS, Moreira FMS. Solubilisation of inorganic phosphates by inoculant strains from tropical legumes. Scientia Agricola. 2011; 68: 603-609.

Marra LM, Soares CRFS, Oliveira SM, Ferreira PAA, Soares BL, Carvalho RF, Lima JM, Moreira FMS. Biological nitrogen fixation and phosphate solubilization by bacteria isolated from tropical soils. Plant and Soil. 2012; 357: 289-307.

Moreira FMS, Haukka K, Young JPW. Biodiversity of rhizobia isolated from a wide range of forest legumes in Brazil. Molecular Ecology. 1998; 7: 889-895.

Moreira FMS, Cares JE, Zanetti RB, Sturmer SL. O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. In: Fatima Maria de Souza Moreira, Juvenil E. Cares, Ronald Zanetti, Sidney L. Stürmer. (Org.). O ecossistema solo: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. 1ed.Lavras: Editora UFLA, 2013, v. 1, p. 13-30.

Moreira FMS. Bactérias Fixadoras de Nitrogênio que Nodulam Espécies de Leguminosae. In: Fatima M. S. Moreira, E. Jeroen Huising, David E. Bignell. (Org.). Manual de Biologia dos Solos Tropicais ? Amostragem e Caracterização da Biodiversidade. 1ed.Lavras: UFLA, 2010, v. 1, p. 279-313.

Moreira FMS. (Org.), Louzada JNC. (Org.), Zanetti RB (Org.) . Curumim e Cunhantã ajudando a biodiversidade do solo. 1. ed. Lavras: UFLA, 2009. v. 1. 38p .

Moreira FMS, Cruz L, Faria SM, Marsh T, Martinez-Romero E, Pedrosa FO, Pitard RM, Young JPW. *Azorhizobium doebereinerae* sp. Nov. Microsymbiont of *Sesbania virgata* (Caz.) Pers. Systematic and Applied Microbiology. 2006; 29 (3): 197-206.

Moreira FMS, Gillis M, Pot B, Kersters K, Franco AA. Characterization of Rhizobia Isolated from Different Divergence Groups of Tropical Leguminosae by Comparative Polyacrylamide Gel Electrophoresis of their Total Proteins. Systematic and Applied Microbiology. 1993; 16: 135-146.

Mullis K, Fallona F, Scharf S, Saiki R, Horn G, Erlich H. Specific enzymatic amplification of DNA in vitroThe Polymerase chain reaction. Cold Spring Harbor Symposia on quantitative biology. 1986; 51:263-273.

Oliveira DP, Ferreira S, Soares BL, Ferreira PAA, Morais AR, Moreira FMS, Andrade MJB. *Rhizobium* strains selected from the Amazon region increase the yield of snap bean genotypes in protected cultivation. Bragantia. 2018; 77: 292-298.

Oliveira SM, Marra LM, Moreira FMS. Evaluation of plant growth-promoting traits of Burkholderia and Rhizobium strains isolated from Amazon soils for their co-inoculation in common bean. African Journal of Microbiology Research. 2013; 7: 948-959.

Oliveira-Longatti SM, Marra LM, Soares BL, Bomfeti CA, Silva K, Ferreira PAA, Moreira F MS. Bacteria isolated from soils of the western Amazon and from rehabilitated bauxite-mining areas have potential as plant growth promoters. World Journal of Microbiology & Biotechnology. 2014; 30: 1239-1250.

Ribeiro PRA, Santos JV, Carvalho TS, Silva JS, Resende PM, Moreira FMS. Formononetin associated with phosphorus influences soybean symbiosis with mycorrhizal fungi and *Bradyrhizobium.* Bioscience Journal. 2016; 32: 940-951.

Ribeiro PRA, Santos JV, Costa EM, Lebbe L, Assis ES, Louzada MO, Guimarães AA, Willems A, Moreira FMS. Symbiotic efficiency and genetic diversity of soybean bradyrhizobia in Brazilian soils. Agriculture, Ecosystems & Environment. 2015; 212: 85-93.

Rufini M, Silva MA, Ferreira PAA, Cassetari AS, Soares BL, Andrade MJB, Moreira FMS. Symbiotic efficiency and identification of rhizobia that nodulate cowpea in a Rhodic Eutrudox. Biology and Fertility of Soils. 2014; 50: 115-122.

Sanger F, Nicklen S, Coulson, AR. DNA sequencing with chain-terminating inhibitors (DNA polymerase/nucleotide sequences/bacteriophage 4X174). Proc. Nati. Acad. Sci. 1977; 74 (12): 5463-5467.

Santos JGD, Aguiar ACF, Silva Júnior EM, Dadauto DL, Sousa MR, Xavier GR, Moura EG. Soil Management And Efficiency Of Rhizobia Strains Of Cowpea *Vigna unguiculata* (L.) Walp. In The Tropics. Chilean Journal of Agricultural Research. 2011; 71: 594-600.

Santos MP. Fixação de N2, solubilização de fosfato e produção de AIA por estirpes de *Bradyrhizobium* simbiótroficas em angico e tamboril vermelho. 2013. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Universidade Federal de Lavras.

Silva GA, Siqueira JO, Stürmer SL, Moreira FMS. Effectiveness of Arbuscular Mycorrhizal Fungal Isolates from the Land Uses of Amazon Region in Symbiosis with Cowpea. Anais Da Academia Brasileira De Ciências. 2018; 90: 357-371.

Silva K, Cassetari AS, Lima AS, De Brandt E, Pinnock E, Vandamme P, Moreira FMS. Diazotrophic Burkholderia species isolated from the Amazon region exhibit phenotypical, functional and genetic diversity. Systematic and Applied Microbiology. 2012; 35: 253-262.

Soares ALL, Pereira JPAR, Ferreira PAA, Vale HMM, Lima AS, Andrade MJB, Moreira FM S. Eficiência agronômica de rizóbios selecionados e diversidade de populações nativas nodulíferas em perdões (MG): I - caupi. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2006; 30: 795-802.

Sousa PM, Moreira FMS. Potencial econômico da inoculação de rizóbios em feijão-caupi na agricultura familiar: um estudo de caso. Revista em Extensão. 2011; 10: 37-54.

Stürmer SL, Siqueira JO. Diversidade de Fungos Micorrízicos Arbusculares em Ecossistemas Brasileiros. In: Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O., Brussaard, L.. (Org.). Biodiversidade do Solo em Ecossistemas Brasileiros. Lavras, MG: Editora UFLA, 2008, p. 537-583.

Toma MA. (Org.), Vilas Boas RC. (Org.), Moreira FMS. (Org.) . Conhecendo a vida do solo: Solos. 1. ed. Lavras: Editora UFLA, 2017. Vol 1-6

Vaz-De-Melo FZ. Estado de Conhecimento dos Scarabaeidae do Brasil. In: F Martín-Piera, J. J. Morrone, A. Melic. (Org.). Hacia un proyecto CYTED para el inventário y estimación de la diversidad entomológica en Iberoamérica: PRIBES 2000. 1ed.Zaragoza: Sociedad Entomológica Aragonesa, 2000, p. 183-195.

Woese CR. Bacterial Evolution. Microbiological Reviews. 1987; 51(2), 221-271.

Woese CR, Kandler O, Wheelis ML. Towards a natural system of organisms: proposal for the domains Archae, bacteria and Eucarya. Procedings of the National Academy Science.1990; 87:4576-4579.

Zilli, JE, Marson LC, Xavier GR, Rumjanek NG. Contribuição De Estirpes De Rizóbio Para O Desenvolvimento E Produtividade De Grãos De Feijão-Caupi Em Roraima. Acta Amazonica. 2009; 39: 749-758.

RIBOPEAKS: UM CLASSIFICADOR TAXONÔMICO DE RIZOBACTÉRIAS BASEADO EM ESPECTROMETRIA DE MASSA

Rafael Mazer Etto

RESUMO: A espectrometria de Massa do tipo MALDI-TOF é uma ferramenta rápida, sensível e econômica para identificação bacteriana. Proteínas bacterianas altamente abundantes são detectadas por esta técnica, incluindo proteínas ribosomais (r-proteínas), e os espectros de massa gerados são comparados com um banco de dados de espectros de massa do tipo MALDI-TOF. Atualmente, essa metodologia permite principalmente a classificação de bactérias clínicas devido ao número limitado de rizobactérias presentes nas bases de dados. Nesse trabalho, será apresentado uma ferramenta de classificação de bactérias, chamada Ribopeaks, que foi criada com base nos dados de r-proteína do Genbank. O banco de dados Ribopeaks tem mais de 28.500 registros taxonômicos bacterianos e é o maior banco de dados de massas moleculares de r-proteínas existente. Ele compara os dados m/z gerados por espectrometria de massa do tipo MALDI-TOF de rizobacterias com modelos armazenados no seu banco de dados, criado por aprendizado de máquina e classifica taxonomicamente as rizobactérias.

Universidade Estadual de Ponta Grossa, Setor de Ciência Exatas e Naturais, Departamento de Química (DEQUIM).

NOVIDADES E DESAFIOS DO MAPEAMENTO DIGITAL DO SOLO DE ALTA RESOLUÇÃO

Alessandro Samuel-Rosa[(1)], Lucas Rios do Amaral[(2)]

RESUMO: O mapeamento digital do solo (MDS) ganhou popularidade nos últimos anos. O principal motivo é a facilidade e rapidez com que permite produzir informações do solo. Neste artigo nós descrevemos algumas das mais importantes novidades e alguns dos maiores desafios do MDS de alta no Brasil. Para isso, o MDS é analisado em função das suas aplicações em grandes e pequenas extensões territoriais. No primeiro caso, a grande novidade é o rápido desenvolvimento da capacidade computacional instalada, principalmente via computação na nuvem. Sem a computação de alto desempenho não seria possível realizar MDS de alta resolução em grandes extensões. Da mesma maneira como vem sendo fundamental a disponibilidade cada vez maior de dados espaciais de alta resolução do sensoriamento remoto. Mas para que as informações do solo produzidas em escala global ou nacional tenham utilidade local, é necessário vencer o desafio de aumentar a disponibilidade de dados de observações do solo. O compartilhamento aberto dos dados existentes é fundamental para isso, mas nada substituirá a coleta de novos dados do solo no campo. Já nas aplicações do MDS de alta resolução em pequenas extensões, sendo a agricultura de precisão o principal exemplo, a disponibilidade de dados não é um problema. De fato, nessas aplicações é mais o alto custo com a obtenção periódica de dados que mais preocupa. Por isso, ganha cada vez mais espaço o uso de sensores proximais para obtenção de dados indiretos sobre as propriedades do solo. Mas outras possibilidades também precisam ser exploradas. Uma delas são as configurações amostrais otimizadas via algoritmos inteligentes. Outra são informações espaciais auxiliares sobre o terreno e as práticas de uso e manejo das lavouras ao longo do tempo. Inclusive, essas informações, quando disponíveis em alto nível de detalhe espacial e temporal, poderiam ser usadas para construir modelos mecanísticos do funcionamento espaço-temporal das lavouras e fazendas. Isso permitiria produzir informações relevantes sobre o solo com menor demanda de dados e, portanto, custos mais baixos.

Palavras-chave: Modelagem espacial preditiva, Agricultura de precisão, Geoestatística, Bases de dados, Covariáveis ambientais.

[(1)] Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Santa Helena, Paraná, Brasil. E-mail: alessandrorosa@utfpr.edu.br.

[(2)] Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola, Campinas, São Paulo, Brasil. E-mail: lucas.amaral@feagri.unicamp.br.

NOVELTIES AND CHALLENGES OF HIGH RESOLUTION DIGITAL SOIL MAPPING

ABSTRACT: Digital soil mapping (DSM) has gained popularity in recent years. The main reason is the ease and speed with which it allows to produce soil information. In this article we describe some of the most important novelties and some of the biggest challenges of high resolution DSM in Brazil. DSM is analyzed according to its applications in large and small territorial extensions. In the first case, the great novelty is the rapid development of the installed computational power, mainly through cloud computing. Without high performance computing it would not be possible to perform high resolution DSM over large areas. In the same way, the increasing availability of high resolution remote sensing data has been fundamental. But for soil information produced on a global or national scale to have local utility, the challenge of increasing the availability of soil observation data needs to be addressed. Openly sharing the existing soil data is critical to this, but it will not replace the sampling of new soil data in the field. In the case of small-scale high-resolution DSM applications, precision agriculture being the main example, data availability is not a problem. In fact, in these applications it is more the high costs with the periodical collection of data that worries most. Therefore, the use of proximal sensors to obtain indirect data on soil properties is gaining more and more space. But other possibilities also need to be explored. One of these are sample configurations optimized via intelligent algorithms. Another is ancillary spatial information about the terrain and land use and management practices over time. These information, when available in a high level of spatial and temporal detail, could be used to construct mechanistic models of the spatio-temporal functioning of fields and farms. This would make it possible to produce relevant soil information with lower data demand and, therefore, lower costs.

Key words: Predictive spatial modeling, Precision agriculture, Geostatistics, Databases, Environmental covariates

O mapeamento digital do solo (MDS) é uma técnica que ganhou bastante popularidade nos últimos anos. O principal motivo é a facilidade e rapidez com que o MDS permite produzir informações espaciais do solo. Não é à toa que o MDS está se tornando a técnica oficial de produção de informação espacial do solo tanto para instituições nacionais (Polidoro et al., 2016) como internacionais (Hengl et al., 2014). Mas assim como qualquer tecnologia, apesar da sua popularidade, o MDS ainda enfrenta alguns desafios.

DEFININDO O MAPEAMENTO DIGITAL DO SOLO

Um dos desafios enfrentados pelo MDS no Brasil é a percepção equivocada de que o mesmo consiste numa técnica usada apenas por pedólogos – cientistas do solo especializados em gênese, morfologia, classificação e levantamento do solo – para produzir mapas de tipos de solo em áreas de média a grande extensão (municípios, estados, países). Talvez a principal razão para o surgimento dessa percepção é o fato de que foram os pedólogos, abordando o mapeamento de tipos de solo via métodos numéricos – regressão logística, árvore de decisão, redes neurais –, que primeiro usaram a expressão *digital soil mapping* em publicações (Giasson et al., 2006; Figueiredo et al., 2008; ten Caten et al., 2012) Uma característica interessante dessas primeiras publicações é a tradução da expressão *digital soil mapping* como *mapeamento digital de solos*, com o termo *solos*, no plural. Para pedólogos, mapear *solos* significa estabelecer limites abruptos arbitrários para separar áreas homogêneas, sendo cada uma delas considerada *um solo*, o qual recebe um nome conforme a classe de solo mais comum. Publicada concomitantemente aos primeiros trabalhos dos pedólogos brasileiros, a definição formal do MDS mostrava que o mesmo trata o solo como um todo contínuo, sem limites abruptos arbitrários, abrangendo muito mais do que o mapeamento de classes de solo:

> *O mapeamento digital do solo consiste na [...] criação e população de sistemas de informação espacial do solo usando modelos numéricos que inferem as variações espacial e temporal dos tipos e propriedades do solo a partir de observações e conhecimento do solo e de variáveis ambientais relacionadas.* (McBratney et al., 2003; Lagacherie e McBratney, 2007; Ma et al., 2019)

Se revisarmos o uso de métodos numéricos e observações do solo coletadas no campo para produção de informação espacial do solo, veremos que os primeiros trabalhos de MDS no Brasil foram realizados, pelo menos, já na década de 1980 (Tabela 1). Trata-se de trabalhos conduzidos principalmente por edafólogos – cientistas do solo especializados em química, física e biologia do solo com enfoque na produção vegetal –, que aplicaram o método numérico da geoestatística para estudar a variação espacial de propriedades do solo em campos

experimentais e lavouras. Mais tarde, tais trabalhos serviram de base para os primeiros estudos de agricultura de precisão no Brasil, a qual é um sistema de gerenciamento agrícola que leva em conta o conhecimento e manejo ultradetalhado da variação espacial e temporal das lavouras (Molin et al., 2015), conforme revelado pelo uso de dados empíricos e métodos numéricos. Infelizmente, muitos dos cientistas do solo que trabalham com agricultura de precisão, ao mapearem as propriedades do solo usando métodos numéricos como a geoestatística, ou mesmo interpoladores determinísticos, não percebem que o que estão praticando é MDS.

Tabela 1. Alguns dos trabalhos pioneiros de mapeamento digital do solo conduzidos no Brasil utilizando o método numérico da krigagem ordinária para predição espacial.

Ano	Trabalho
1987	PREVEDELLO, B. M. S. Variabilidade espacial de parâmetros de solo e planta. Piracicaba, SP, 1987. 166 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1987.
1988	SILVA, A. P. Variabilidade espacial de atributos físicos do solo. Piracicaba, SP, 1988. 98 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1988.
1989	DOURADO NETO, D. Variabilidade espacial das alturas de chuva e irrigação e de potenciais da solução do solo. Piracicaba, SP, 1989. 180 p. Dissertação (Mestrado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1989.
1990	TURATTI, A. L. Variabilidade espacial do armazenamento de água em Terra Roxa Estruturada. Piracicaba, SP, 1990. 88 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, 1990.
1991	CARVALHO, T. M. Variabilidade espacial de propriedades físico-hídricas de um Latossolo Vermelho Amarelo através da geoestatística. Lavras, MG, 1991. 84 p. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG, 1991.
1993	GUIMARÃES, E. C. Variabilidade espacial da umidade e da densidade do solo em um Latossolo Roxo. Campinas, SP, 1993. 138 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Faculdade de Engenharia Agrícola, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, 1993.

Há muito tempo, edafólogos e pedólogos têm alguma dificuldade para trabalhar juntos e aprender uns com os outros. Uma das principais razões para isso é a maneira como cada um desses especialistas aborda o estudo da variação espacial e temporal do solo. Ao mesmo tempo em que cada especialidade se aprofunda, afunila o seu conhecimento, reduzem-se as oportunidade de contato com outras áreas do conhecimento, as quais nem sempre são tão distantes quanto se poderia imaginar. Como era de se esperar, essa dificuldade trouxe mais malefícios do que benefícios à ciência do solo e à agricultura brasileiras. Ambos os especialistas, edafólogos e pedólogos, deixaram de acompanhar e compartilhar importantes

evoluções tecnológicas que estavam ocorrendo no início da década de 1990. Entre elas, a combinação de dados espaciais auxiliares e métodos numéricos (Heuvelink e Bierkens, 1992; Moore et al., 1993; Odeh et al., 1995) e os novos métodos numéricos de mineração de dados e aprendizado de máquina (Wolpert, 1992; Breiman, 1996; Schumacher et al., 1996). Demoraram quase duas décadas para que os mapeadores do solo, atuando em pequenas, médias ou grandes extensões, começassem a atualizar e compartilhar suas caixas de ferramentas.

MDS DE ALTA RESOLUÇÃO

Conforme dito acima, o objetivo do MDS é produzir mapas, tanto de classes, como de propriedades do solo. Para isso, são usados métodos numéricos – geoestatística, mineração de dados, aprendizado de máquina – e observações do solo coletadas no campo. Por muito tempo, a produção dessas informações do solo em alta resolução esteve restrita às áreas de pequena extensão (lavouras e campos experimentais). Contudo, o acelerado desenvolvimento da capacidade computacional instalada observada nos últimos anos fez caírem por terra muitas das limitações impostas pela extensão da área mapeada. Amplamente customizáveis, os serviços de computação de alto desempenho na nuvem são capazes de atender a praticamente qualquer necessidade que por ventura possa surgir em um trabalho de MDS. Eles permitem utilizar volumes imensos de dados para realizar MDS de alta resolução – por exemplo, 5 m de resolução espacial – para qualquer extensão espacial, desde o nível de campo experimental até todo o planeta, inclusive considerando as dimensões vertical (profundidade) e temporal.

Dentre os serviços de computação de alto desempenho na nuvem, o mais popular deles é o Google Earth Engine (GEE) (Gorelick et al., 2017), sendo utilizando por iniciativas como o MapBiomas, projeto multi-institucional de mapeamento anual da cobertura e uso do solo no Brasil que cobre o período de 1985 a 2017. Além de gratuito, o GEE dispõe de uma longa lista de métodos de mineração de dados e um imenso catálogo de dados do sensoriamento remoto, incluindo os programas Landsat, Sentinel, MODIS, ASTER, SRTM, WorldClim, WorldPop, entre outras. A Figura 2 mostra a interface do GEE, que pode ser acessada utilizando qualquer navegador da Internet. A interface é composta por quatro janelas, sendo a inferior aquela onde são mostrados os resultados dos processamentos. Na parte superior, ao centro, localiza-se a aba para entrada dos comandos para processamento dos dados, utilizando a linguagem de programação JavaScript. Para a maioria dos cientistas do solo interessados em utilizar o GEE, a necessidade de aprender a linguagem JavaScript será o maior desafio a ser enfrentado. Entretanto, trata-se de desafio que não pode ser encarado como impeditivo. A atividade científica depende cada vez mais da computação e o cientista do solo moderno, assim como os

demais cientistas, precisa conhecer, pelo menos, uma linguagem de programação. Do contrário, será incapaz de acompanhar a evolução da ciência.

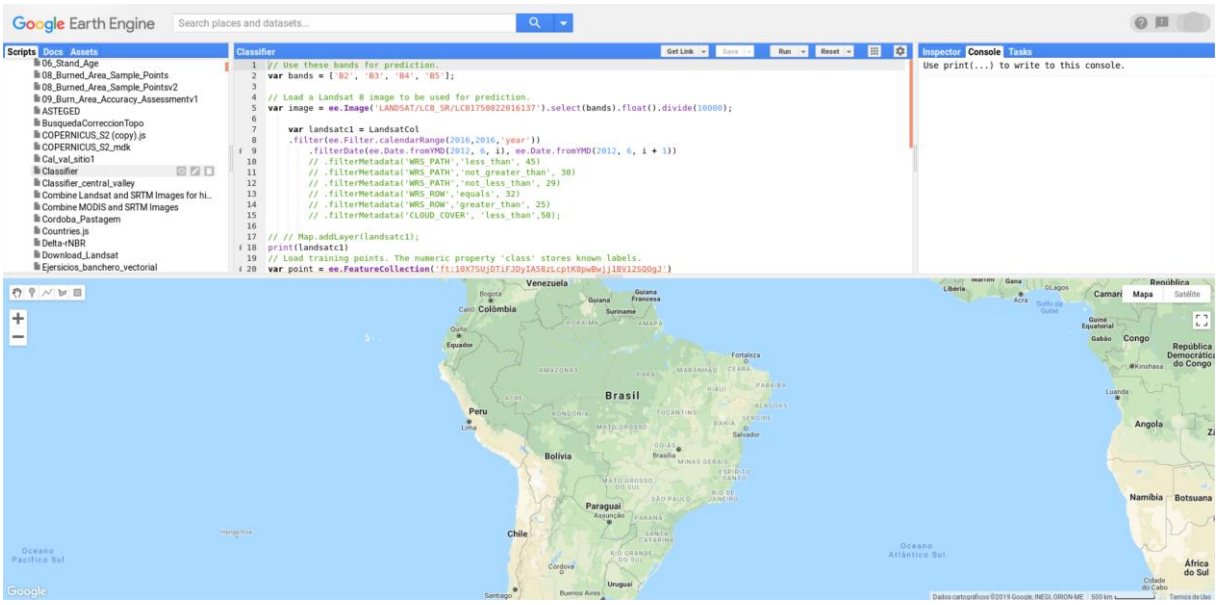


Figura 2. Visão do ambiente de desenvolvimento interativo do Google Earth Engine.

DADOS DE OBSERVAÇÕES DO SOLO

Os resultados do uso dos serviços de computação de alto desempenho no MDS aplicado em grandes extensões já são conhecidos há alguns anos. O principal desses resultados é o sistema de mapeamento global SoilGrids, desenvolvido e mantido pelo ISRIC World Soil Information. O SoilGrids já produziu versões de mapas de propriedades e classes de solo, com cobertura global e em várias profundidades, com resoluções espaciais de 1 km (Hengl et al., 2014) e 250 m (Hengl et al., 2017). Em breve, versões com resolução espacial de 90-100 m deverão ser disponibilizadas – preparadas a partir do trabalho conjunto com os projetos globais Global Soil Partnership (GSP) e GlobalSoilMap.

Garantida a capacidade computacional de alto desempenho e a disponibilidade de métodos numéricos de predição espacial, o maior desafio do MDS de alta resolução aplicado a grandes extensões territoriais é conseguir um maior volume de dados de observações do solo (Mulder et al., 2016; Somarathna et al., 2017). Quando maior o volume de dados, maior é a capacidade dos métodos numéricos capturarem estruturas de mais curto alcance de variação espacial e temporal do solo, ou seja, produzir informação mais detalhada. A Figura 3 mostra a distribuição espacial das cerca de 150 000 observações do solo, abertas para uso, disponíveis no World Soil Information Service (WoSIS), sistema que alimenta o SoilGrids. Além do pequeno número, uma característica marcante da Figura 3 é a heterogeneidade da distribuição

espacial das observações do solo: poucos países, entre eles o Brasil, concentram a maior parte delas. Isso significa que, além do baixo nível de detalhe, há grande chance de que os mapas resultantes sejam incapazes de representar a variação espacial do solo daqueles países em que este é menos investigado ou cujos dados sejam menos comumente compartilhados de maneira aberta como, por exemplo, a Mongólia, o Paraguai, a Arábia Saudita e a Suécia.

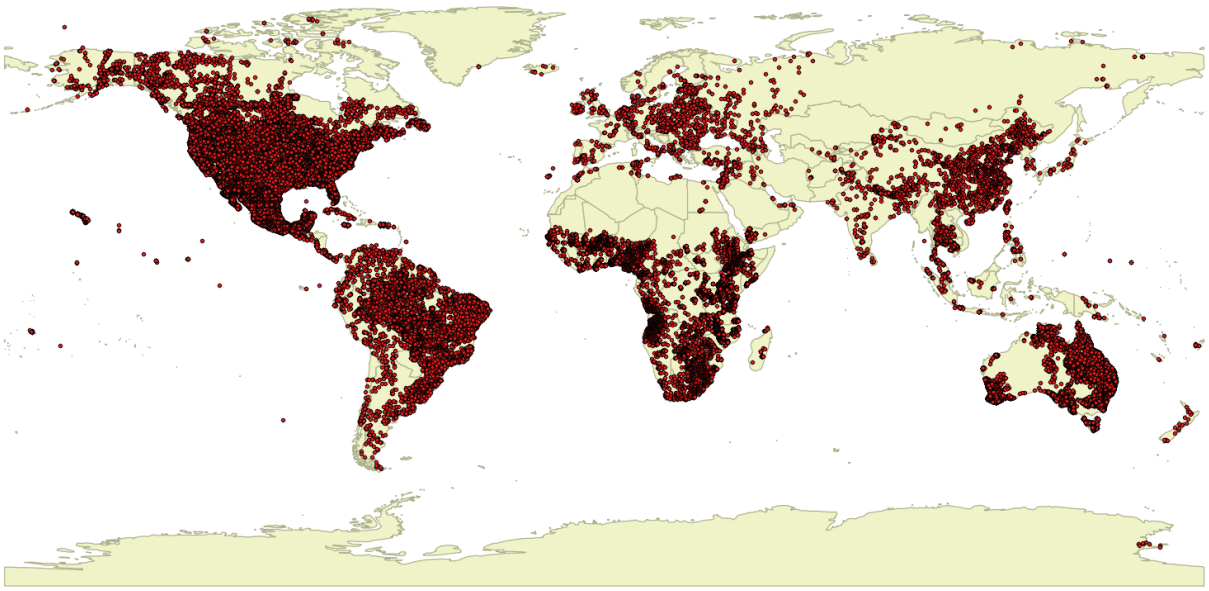


Figura 3. Localização das observações do solo utilizadas para produção dos mapas de propriedades e classes de solo pelo sistema SoilGrids.

A Figura 3 fornece uma visão relativamente otimista da disponibilidade de dados de observações do solo abertas para uso no Brasil. Um olhar mais aproximado revela que o cenário não é assim tão positivo. A Figura 4 mostra as cerca de 15 mil observações do solo disponíveis no Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo (febr). Trata-se da maior coleção pública de dados abertos do solo do Brasil, prontamente disponíveis para trabalhos de MDS. Assim como na escala global, a distribuição espacial das observações do solo é bastante concentrada em alguns estados brasileiros – como Rondônia, Rio Grande do Sul e Rio de Janeiro. Na iminência do início do Programa Nacional de Levantamento e Interpretação de Solos do Brasil (PronaSolos), a maior preocupação deve ser a obtenção de maior volume de dados de observações do solo que fique aberto para uso. Contudo, o processo de coleta de novos dados no campo de maneira a cobrir todo o território nacional em alta densidade deverá demorar, pelo menos, algumas décadas. A solução para o momento seria resgatar e compartilhar, abertamente, os dados de trabalhos preexistentes de mapeamento do solo, de pequenas a grandes extensões, e iniciar a produção de versões preliminares dos mapas de

propriedades e classes de solo. Isso possibilitaria indicar as áreas prioritárias para as futuras campanhas de coleta de dados no campo e paulatinamente aumentar o nível de detalhe das informações do solo em escala nacional.

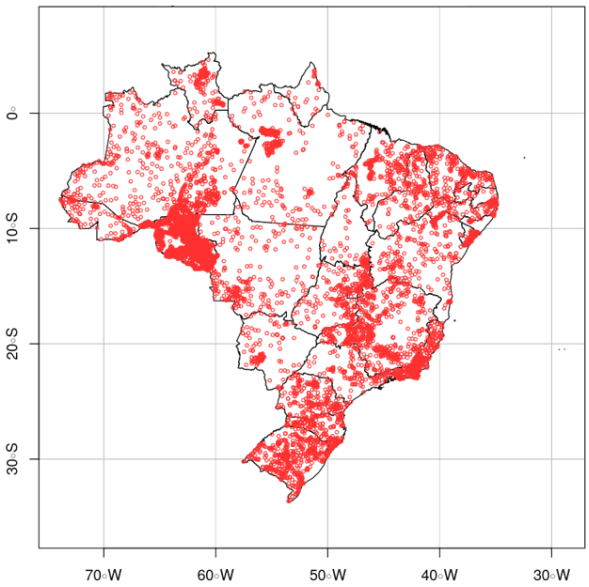


Figura 4. Localização das observações do solo abertas para uso disponíveis no Repositório Brasileiro Livre para Dados Abertos do Solo.

SENSORIAMENTO PROXIMAL E INFORMAÇÕES ESPACIAIS AUXILIARES

A disponibilidade de dados do solo não costuma ser um problema no mapeamento de campos experimentais, sítios arqueológicos e lavouras sob agricultura de precisão. Isso ocorre porque a pequena extensão territorial da área mapeada exige menor volume de dados, mesmo que em alta densidade amostral. Na agricultura de precisão, por exemplo, ao invés da coleta de uma única amostra composta do solo para representar a fertilidade de todo um talhão, são coletadas dezenas a centenas de amostras individuais. O lado negativo dessa prática é o aumento do custo para mapeamento do solo: quanto maior o nível de detalhe espacial e/ou temporal desejado, maior costuma ser o número de amostras necessárias. Assim, novas estratégias de obtenção de dados vêm ganhando espaço. Cada vez mais se tem pesquisado o uso de sensores no campo, os quais utilizam-se de princípios físicos para obtenção de informações indiretas sobre as propriedades do solo (Figura 5). Essas informações podem então ser utilizadas no auxílio à predição das propriedades do solo por métodos numéricos de correlação empírica (Heil e Schmidhalter, 2017). Diversas são as tecnologias para essa finalidade, indo de imagens diárias coletadas por satélites de alta resolução (sensoriamento remoto) até sensores e câmeras

embarcadas em máquinas agrícolas e drones (sensoriamento proximal) (Heege, 2013).

Figura 5. Sensores proximais utilizados no mapeamento digital do solo de alta resolução.

Dois equipamentos sensores têm se destacado no auxílio ao mapeamento de propriedades do solo: os sensores de condutividade elétrica aparente do solo (CEa) e os espectroradiômetros. O primeiro permite que, de forma simples e rápida, obtenha-se dados de solo com alta densidade espacial (Corwin e Lesch, 2005). Diversas são as propriedades do solo que influenciam as leituras deste tipo de equipamento, sendo que uma das mais importantes é a umidade do solo, a qual geralmente está intimamente relacionada à granulometria do solo. Isso permite que a variação espacial da granulometria do solo seja predita usando dados de CEa. Já o segundo equipamento permite que diversas propriedades do solo, especialmente a granulometria e o conteúdo de matéria orgânica – e propriedades correlatas –, sejam preditas simultaneamente com base no comportamento espectral do solo (Soriano-Disla et al., 2013). A principal limitação do uso da técnica de espectroscopia do solo é que muitas das propriedades de interesse agrícola, como a disponibilidade de nutrientes e o pH, não têm influência direta no comportamento espectral, o que torna a criação de bancos de dados e modelos preditivos um processo altamente complexo e desafiador. Muitas iniciativas para resolver essa limitação existem ao redor do mundo, mas ainda nenhuma alcançou a eficiência preditiva necessária para a agricultura de precisão.

Além das técnicas de coleta de dados por sensores remotos e proximais, outros tipos de

informações espaciais auxiliares também podem auxiliar na predição das propriedades do solo em pequenas áreas – assim como já é feito no MDS aplicado a grandes extensões (Samuel-Rosa et al., 2015a). Novamente, o principal interesse no uso de tais variáveis espaciais auxiliares é a redução da dependência de amostras do solo coletadas diretamente no campo. No longo prazo, uma menor dependência de observações diretas do solo deve reduzir os custos de produção de informação do solo na agricultura de precisão.

Um tipo de informação auxiliar com grande potencial são os atributos de terreno, como declividade, índice de umidade topográfica e curvatura, derivados de modelos digitais de elevação – como aquele do projeto TOPODATA, com 30 m de resolução espacial (Valeriano e Rossetti, 2012). Isso porque o relevo costuma apresentar marcada influência na formação do solo e, assim nas suas propriedades, via redistribuição das águas e sedimentos.

Outro exemplo de variável espacial auxiliar em áreas de produção agrícola, pecuária ou florestal, é o histórico das práticas de manejo e conservação do solo. Por exemplo, numa área subdividida em talhões delimitados por terraços, em geral, é de se esperar que as propriedades do solo variem de talhão para talhão; alguma variação também é esperada entre os piquetes de uma área de produção de gado de corte. Já numa área de integração lavoura-pecuária-floresta, será a distância das linhas de cultivo da espécie florestal que produzirá variação nas propriedades químicas e na disponibilidade de água no solo. Curiosamente, apesar do seu grande potencial e facilidade de obtenção, a utilização desse tipo de informação espacial auxiliar ainda é pouco usada no MDS na agricultura de precisão.

MODELOS GEOESTATÍSTICOS E OTIMIZAÇÃO DE CONFIGURAÇÕES AMOSTRAIS

Apesar do grande potencial de uso das informações espaciais auxiliares, o MDS sempre dependerá dos dados de observações do solo obtidas no campo. No Brasil, o MDS aplicado a pequenas extensões costuma utilizar, principalmente, configurações amostrais regulares retangulares para obter os dados do solo no campo (Figura 6, painel esquerdo). Contudo, já se sabe há bastante tempo que, quando o interesse é a interpolação espacial (krigagem), as configurações amostrais regulares retangulares (também chamadas de grades ou malhas amostrais) somente são eficientes se a área for perfeitamente retangular (van Groenigen, 1999) – na verdade, as melhores configurações amostrais para esse caso são as configurações regulares triangular ou hexagonal (Yfantis et al., 1987). A popularidade da configuração amostral regular retangular está associada ao ainda comum limitado planejamento amostral em trabalhos de mapeamento do solo.

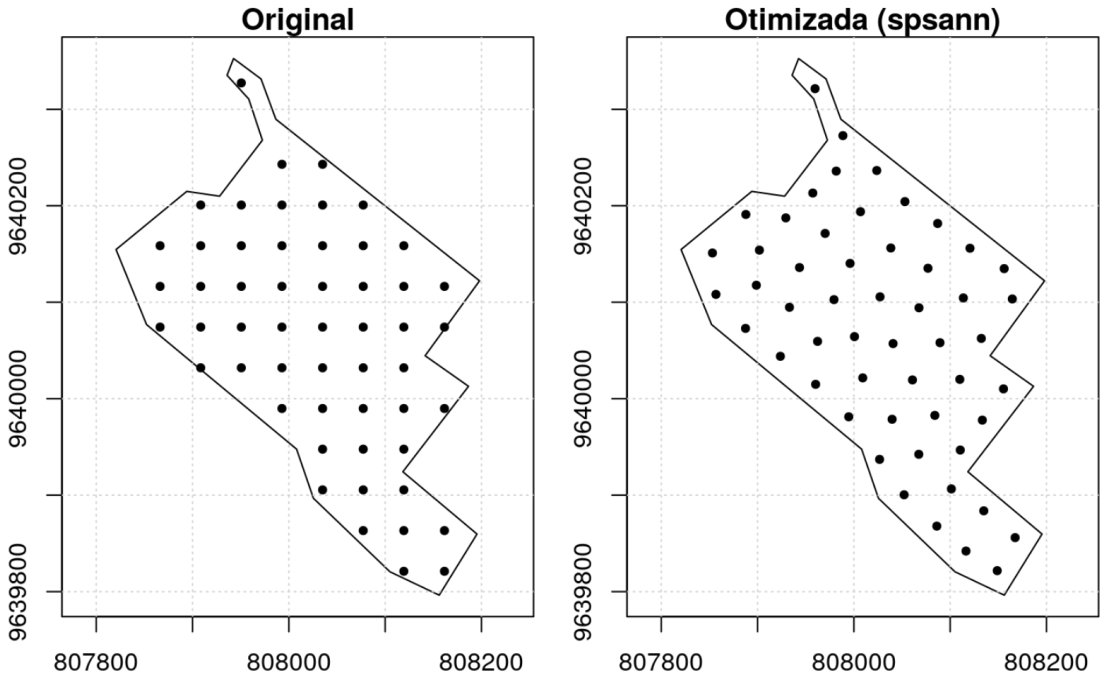


Figura 6. Comparação entre uma configuração amostral regular retangular (esquerda) e uma configuração amostral otimizada usando o pacote *spsann* em ambiente R (Samuel-Rosa et al., 2015b) para maximizar a cobertura espacial (direita).

Quando o formato da área em questão é irregular, apresentando áreas alongadas e estreitas, ou mesmo regiões não mapeáveis em seu interior, uma configuração amostral regular retangular geralmente apresenta amplos espaços não amostrados. Além disso, muitas amostras acabam sendo posicionadas muito próximas das bordas – ou mesmo sobre as bordas. Isso prejudica a capacidade dos dados capturarem a estrutura da variação espacial do solo, resultando em mapas de menor qualidade, o que significa uma má aplicação dos recursos disponíveis. Para obter uma distribuição espacial ótima dos pontos amostrais, em função do método numérico a ser utilizado, deve-se lançar mão de algoritmos inteligentes (Minasny e McBratney, 2006; Brus e Heuvelink, 2007; Walvoort et al., 2010), já comumente usados no MDS aplicado a grandes extensões. Com esses algoritmos, uma configuração amostral otimizada para a interpolação espacial vai adquirir um padrão praticamente irregular, mas mantendo distâncias aproximadamente regulares entre os pontos vizinhos, de maneira a reduzir ao máximo o tamanho dos espaços vazios (subamostrados) (Figura 6, painel direito).

Outro elemento raramente encontrado em trabalhos de MDS no Brasil que utilizam métodos de interpolação espacial como a krigagem é a quantificação explícita do chamado

efeito pepita do modelo do variograma (Figura 7), a porção da variância dos dados devida a erros aleatórios. Para determinar tais erros basta selecionar, aleatoriamente, algumas observações e determinar as propriedades do solo com, pelo menos, uma repetição laboratorial. Feito isso, a média da variância dessas repetições pode ser utilizada como estimativa do efeito pepita do modelo do variograma (Kuensch et al., 2011). Na prática, o efeito pepita costuma ser estimado de maneira indireta, extrapolando o modelo do variograma até a origem. O problema dessa estratégia é que ela pode sub ou superestimar o efeito pepita. A subestimativa poderia mostrar dependência espacial quando não há nenhuma; já a superestimativa poderia incorretamente indicar ausência de dependência espacial nos dados. Em ambos os casos, o prejuízo aparece nos mapas gerados, que invariavelmente fornecerão indicações imprecisas para recomendação de fertilizantes.

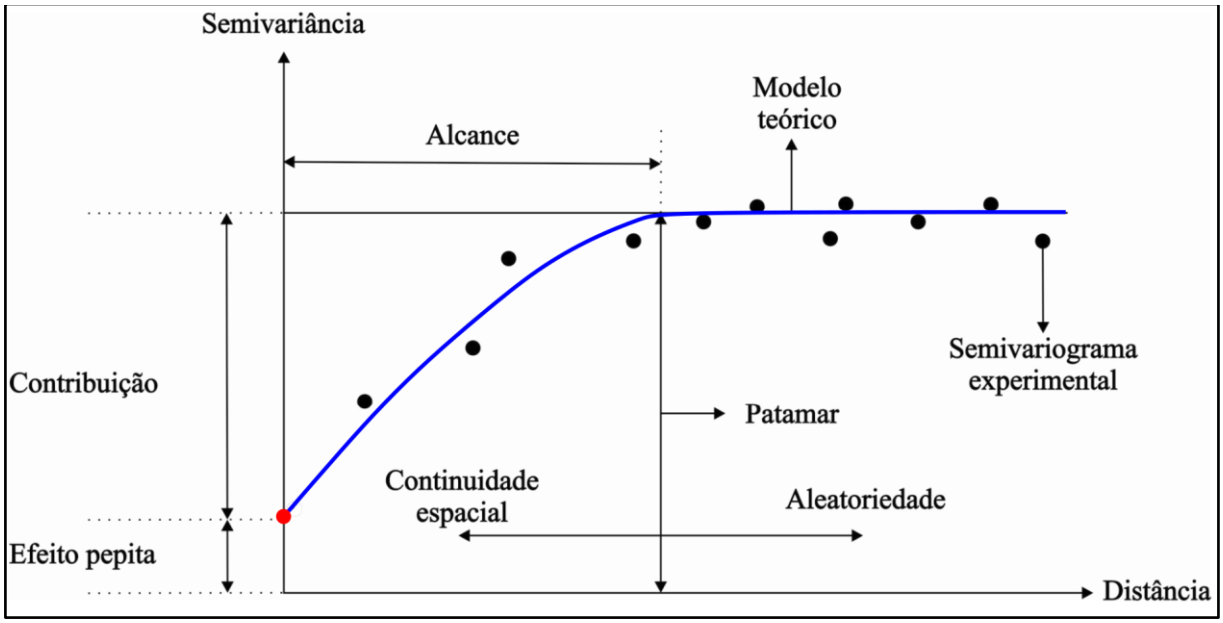


Figura 7. Representação esquemática do variograma experimental (pontos pretos) e respectivo modelo teórico ajustado (linha azul). O ponto vermelho representa o efeito pepita, estimado usando repetições de laboratório (distância de separação igual a zero).

MODELOS PREDITIVOS "MECANÍSTICOS"

Conforme visto acima, a agricultura de precisão é um sistema que utiliza e produz um volume muito grande de informações espaciais e temporais, em alta resolução, como imagens orbitais e mapas de produtividade. Com esse conhecimento ultradetalhado, deveria ser possível aventurar-se mais frequentemente no uso de modelos preditivos de cunho mais mecanístico. Em vez de depender apenas das correlações empíricas entre propriedades do solo e informações

espaciais auxiliares, esses modelos mecanísticos seriam construídos a partir do conhecimento das práticas de manejo do solo, executadas ao longo das safras, utilizando relações algébricas e físicas baseadas, por exemplo, nos princípios da conservação da matéria e da energia. Considere, por exemplo, o seguinte modelo mecanístico de explicação do conteúdo de potássio (K^+) no solo:

$$K^+ = K^+_{i=0} + K^+_{i=1} + K^+_{i=2} + K^+_{i=3} - K^+_{i=4} - K^+_{i=5} - K^+_{i=6}$$

Segundo o modelo acima, o conteúdo atual de K^+ no solo depende, em primeiro lugar, do conteúdo inicial de K^+ ($i = 0$) no solo, por exemplo, antes da semeadura da última cultura agrícola. Essa informação costuma estar disponível na forma de um mapa do conteúdo de K^+. O conteúdo atual de K^+ também depende da adubação potássica daquela cultura ($i = 1$) – geralmente disponível na forma de um mapa de aplicação de K^+ – e dos ganhos de K^+ por mineralização da matéria orgânica ($i = 2$) – que pode ser estimada a partir de um mapa de cobertura do solo com palha – e deposição de sedimentos vindos das partes mais altas do terreno ($i = 3$) – calculada em função do modelo digital de elevação. O conteúdo atual de K^+ também depende das perdas, por exemplo, por remoção de sedimentos para as partes mais baixas do terreno ($i = 4$) ou por lixiviação ($i = 5$) e pela exportação da cultura anterior ($i = 6$) – disponível na forma de mapa de produtividade. Outros fatores podem interferir no conteúdo de K^+ no solo, mas é provável que a solução de uma equação com apenas essas informações já produzia uma estimativa, pelo menos, bastante aproximada do conteúdo de K^+ no solo. É provável que novas observações do solo sejam necessárias para corrigir erros sistemáticos, mas certamente em número muito inferior ao requerido tradicionalmente em métodos empíricos de interpolação espacial com a krigagem.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O está se tornando a técnica oficial de produção de informação espacial do solo em todo o mundo. Sua aplicação em grandes extensões, inclusive em alta resolução, se tornou uma realidade a partir do momento em que os cientistas do solo começaram a ter maior acesso à computação de alto desempenho na nuvem. Com uma grande disponibilidade de informações espaciais auxiliares, produzidas por um número cada vez maior de sistemas sensores orbitais, e uma ampla gama de avançados métodos numéricos de mineração de dados e aprendizado de máquina, os cientistas do solo enfrentam dois grandes desafios. O primeiro é aprender uma linguagem de programação para que possam desfrutar dos avanços computacionais. O segundo é obter mais dados do solo, em quantidade e qualidade, no espaço e no tempo, para que seja possível produzir informação do solo em escala global e com nível de detalhe local. A sugestão

é que compartilhem mais os dados existentes para construir e compartilhar uma grande base de dados do solo.

Na agricultura de precisão, o uso de métodos numéricos para a produção de informação do solo já é uma realidade há muito mais tempo. Da mesma maneira que o uso de técnicas de sensoriamento remoto de alta resolução e proximal para obter dados indiretos do solo. Hoje o maior desafio é utilizar novas estratégias para reduzir a dependência dos dados do solo coletados no campo. Dentre elas estão a otimização das configurações amostrais usando algoritmos inteligentes e o uso de outras informações espaciais auxiliares, como aquelas relacionadas ao terreno e ao uso e manejo das áreas de produção. Nas áreas onde a agricultura de precisão é praticada há mais tempo, o desafio é transformar o grande volume de informações espaçotemporais disponíveis para construir modelos mecanísticos. Modelos baseados no mecanismo de funcionamento da unidade de produção, que permitam fazer predições espaciais e temporais com menor demanda de dados e, portanto, menor custo para os agricultores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BREIMAN, L. Bagging predictors. Mach Learn, 24:123-140, 1996.

BRUS, D.J.; HEUVELINK, G.B.M. Optimization of sample patterns for universal kriging of environmental variables. Geoderma, 138:86-95, 2007.

TEN CATEN , A.; DALMOLIN, R.S.D.; MENDONÇA-SANTOS, M. D.L.; GIASSON, E. Digital soil mapping: characteristics of the Brazilian approach. Cienc Rural, 42:1989-1997, 2012.

FIGUEIREDO, S.R.; GIASSON, E.; TORNQUIST, C.G.; NASCIMENTO, P.C. D. Multiple logistic regression applied to soil survey in Rio Grande do Sul state, Brazil. Rev. Bras. Cienc. Solo, 32:2779-2785, 2008.

GIASSON, E.; CLARKE, R.T.; INDA JUNIOR, A.V.; MERTEN, G.H.; TORNQUIST, C.G. Digital soil mapping using multiple logistic regression on terrain parameters in Southern Brazil. Sci Agric, 63:262-268, 2006.

GORELICK, N.; HANCHER, M.; DIXON, M.; ILYUSHCHENKO, S.; THAU, D.; MOORE, R. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. Remote Sens Environ, 202:18-27, 2017.

VAN GROENIGEN , J.-W. Constrained optimisation of spatial sampling: a geostatistical approach. Wageningen, Wageningen University, 1999. 148p. (Doctorate Thesis)

HEIL, K.; SCHMIDHALTER, U. The application of EM38: determination of soil parameters, selection of soil sampling points and use in agriculture and archaeology. P Soc Photo-opt Ins, 17:2540, 2017.

HENGL, T.; JESUS, J.M.; HEUVELINK, G.B.M.; GONZALEZ, M.R.; KILIBARDA, M.; BLAGOTIÇ, A.; SHANGGUAN, W.; WRIGHT, M.N.; GENG, X.; BAUER-MARSCHALLINGER, B.; GUEVARA, M.A.; VARGAS, R.; MACMILLAN, R.A.; BATJES, N.H.; LEENAARS, J.G.B.; RIBEIRO, E.; WHEELER, I.; MANTEL, S.; KEMPEN, B. SoilGrids250m: Global Gridded Soil Information Based on Machine Learning. PLoS One, 12:e0169748, 2017.

HENGL, T.; JESUS, J.M. D.; MACMILLAN, R.A.; BATJES, N.H.; HEUVELINK, G.B.M.; RIBEIRO, E.; SAMUEL-ROSA, A.; KEMPEN, B.; LEENAARS, J.G.B.; WALSH, M.G.; GONZALEZ, M.R. SoilGrids1km–global soil information based on automated mapping. PLoS One, 9:e105992,

2014.
HEUVELINK, G.B.M.; BIERKENS, M.F.P. Combining soil maps with interpolations from point observations to predict quantitative soil properties. Geoderma, 55:1-15, 1992.
KUENSCH, H.R.; PAPRITZ, A.; SCHWIERZ, C.; STAHEL, W.A. Robust estimation of the external drift and the variogram of spatial data. In: PROCEEDINGS OF THE ISI 58TH WORLD STATISTICS CONGRESS OF THE INTERNATIONAL STATISTICAL INSTITUTE, 2011. Anais. 2011. p.1-8.
LAGACHERIE, P.; MCBRATNEY, A.B. Spatial soil information systems and spatial soil inference systems: perspectives for digital soil mapping. In: P. LAGACHERIE, A.M.; VOLTZ, M. (eds.). Digital soil mapping – an introductory perspective. Elsevier, 2007. 3 - 22p.
MA, Y.; MINASNY, B.; MALONE, B.P.; MCBRATNEY, A.B. Pedology and digital soil mapping (DSM). Eur J Soil Sci, 70:216-235, 2019.
MCBRATNEY, A.B.; MENDONÇA-SANTOS, M.L.; MINASNY, B. On digital soil mapping. Geoderma, 117:3-52, 2003.
MINASNY, B.; MCBRATNEY, A.B. A conditioned Latin hypercube method for sampling in the presence of ancillary information. Comput Geosci, 32:1378-1388, 2006.
MOLIN, J.P.; DO AMARAL, L.R.; COLAÇO, A.F. Agricultura de precisão. Oficina de Textos, 2015. 224p.
MOORE, I.D.; GESSLER, P.E.; NIELSEN, G.A.; PETERSON, G.A. Soil attribute prediction using terrain analysis. Soil Sci. Soc. Am. J., 57:443-452, 1993.
MULDER, V.L.; LACOSTE, M.; DE-FORGES, A.C.R.; MARTIN, M.P.; ARROUAYS, D. National versus global modelling the 3D distribution of soil organic carbon in mainland France. Geoderma, 263:16-34, 2016.
ODEH, I.O.A.; MCBRATNEY, A.B.; CHITTLEBOROUGH, D.J. Further results on prediction of soil properties from terrain attributes: heterotopic cokriging and regression-kriging. Geoderma, 67:215-226, 1995.
POLIDORO, J.C.; MENDONÇA-SANTOS, M.L.; LUMBRERAS, J.F.; COELHO, M.R.; CARVALHO FILHO, A.; MOTTA, P.E.F.; CARVALHO JUNIOR, W.; ARAÚJO FILHO, J.C.; CURCIO, G.R.; CORREIA, J.R.; MARTINS, É.S.; SPERA, S.T.; OLIVEIRA, S.R.M.; BOLFE, E.L.; MANZATTO, C.V.; TÔSTO, S.G.; VENTURIERI, A.; SÁ, I.B.; OLIVEIRA, V.Á.; SHINZATO, E.; ANJOS, L.H.C.; VALLADARES, G.S.; RIBEIRO, J.L.; MEDEIROS, P.S.C.; MOREIRA, F.M.S.; SILVA, L.S.L.; SEQUINATTO, L.; AGLIO, M.L.D.; DART, R.O. Programa Nacional de Solos do Brasil (PronaSolos). Rio de Janeiro, 2016. 53p.
SAMUEL-ROSA, A.; HEUVELINK, G.B.M.; VASQUES, G.M.; ANJOS, L.H.C. Do more detailed environmental covariates deliver more accurate soil maps? Geoderma, 243–244:214-227, 2015a.
SAMUEL-ROSA, A.; HEUVELINK, G.B.M.; VASQUES, G.M.; ANJOS, L.H.C. spsann – optimization of sample patterns using spatial simulated annealing. In: GEOPHYSICAL RESEARCH ABSTRACTS – EGU GENERAL ASSEMBLY 2015, 2015b. Anais. Copernicus, 2015b. p.EGU2015-7780.
SCHUMACHER, M.; ROSSNER, R.; VACH, W. Neural networks and logistic regression: Part I. Comput. Stat. Data Anal., 21:661-682, 1996.
SOMARATHNA, P.D.S.N.; MINASNY, B.; MALONE, B.P. More data or a better model? Figuring out what matters most for the spatial prediction of soil carbon. Soil Sci. Soc. Am. J., 81:1413, 2017.
SORIANO-DISLA, J.M.; JANIK, L.J.; ROSSEL, R.A.V.; MACDONALD, L.M.; MCLAUGHLIN, M.J. The Performance of Visible, Near-, and Mid-Infrared Reflectance Spectroscopy for Prediction of Soil Physical, Chemical, and Biological Properties. Appl Spectrosc Rev, 49:139-186, 2013.
VALERIANO, M.M.; ROSSETTI, D.F. Topodata: Brazilian full coverage refinement of SRTM data. Appl Geogr, 32:300-309, 2012.
WALVOORT, D.J.J.; BRUS, D.J.; DE GRUIJTER , J.J. An R package for spatial coverage sampling and random sampling from compact geographical strata by k-means. Comput Geosci, 36:1261-1267, 2010.
WOLPERT, D.H. Stacked generalization. Neural Networks, 5:241-259, 1992.

YFANTIS, E.A.; FLATMAN, G.T.; BEHAR, J.V. Efficiency of kriging estimation for square, triangular, and hexagonal grids. Math Geol, 19:183-205, 1987.

.

ESTUDO DE DIVERSIDADE DE RIZOBACTÉRIAS NA QUALIDADE BIOLÓGICA DE DIFERENTES MANEJOS DE SOLO

Lucas Mateus Hass[1], Matteus dos Santos Simonato[2], Sara Tiemi Nishida[2], Marco Antônio Bacellar Barreiros[3], Luciana Grange[3]

RESUMO: A produtividade dos solos depende diretamente de funções ecossistêmicas promovidas por microrganismos rizosféricos. Cultivos que proporcionem a manutenção da biodiversidade deste microbioma garantem a longevidade destes serviços. O presente trabalho teve por objetivo avaliar distintos manejos através do estudo da diversidade morfológica de rizobactérias como um bioindicador da qualidade dos sistemas de cultivo. Amostras de solo foram coletadas e submetidas à diluição seriada para obtenção de colônias. Pela tipagem morfológica por agrupamento através do algoritmo UPGMA, nove distintos grupos foram obtidos apontando que no manejo sob prática de revolvimento intenso do solo, houve menor presença de grupos morfológicos e que os sistemas com cobertura permanente apresentam maior diversidade de rizobactérias.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, sustentabilidade, cobertura vegetal.

INTRODUÇÃO

A biodiversidade e suas diferentes atividades enzimáticas são um dos atributos biológicos utilizados como bioindicadores da qualidade produtiva e ecológica de um solo (Mendes et al., 2015). Uma agricultura em escala de produção mundial deve estar envolvida com a correta exploração e conservação do solo como recurso natural fundamental para o desenvolvimento vegetal. O monitoramento do solo permite um diagnóstico da saúde do mesmo e favorece o entendimento da capacidade de suporte sistêmico (Araújo et al., 2012). Por esse viés, a riqueza de diversidade enzimática do solo apresenta papel importante em diversas funções de sobrevivência de microrganismos no solo, sendo alguns com valioso potencial biotecnológico (Silva e Lima, 2017). A diversidade de bactérias é responsáveis pelas mais diferentes funções de importância agrícola como a ciclagem de nutrientes e a fixação biológica de nitrogênio que reduz a necessidade de fertilizantes, desta forma, o conhecimento da diversidade fenotípica e genética permite a seleção de novos microrganismos eficientes (Moreira et al., 2010).

[1]Estudante, UFPR, Palotina-PR, lucasmateushass@gmail.com
[2]Estudante, UFPR, Palotina-PR.
[3]Docente, UFPR, Palotina-PR

Portanto, o presente trabalho teve por objetivo avaliar distintos manejos através do estudo da diversidade morfológica de rizobactérias como um bioindicador inicial da qualidade destes sistemas de cultivo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos foram coletados em fevereiro de 2017 de áreas sob distintos manejos de cultivo e pertencentes ao perímetro do município de Matelândia-PR sob classificação Nitossolo vermelho eutroférrico (Tabela 1). As amostras compostas foram obtidas por transceptos de 15 pontos a uma profundidade de 10 cm.

TABELA 1: Descrição do histórico dos manejos obtidos a partir de relatos dos proprietários rurais

	Histórico e Local
M1	Área de antiga pastagem degradada convertido ao manejo orgânico, realizando pousio e plantas de cobertura (mucuna, tremoço, guandu), utilizado para o plantio de milho. O preparo do solo faz com o uso de grade.25°21’04” S; 53°53’32” O.
M2	Área utilizada no manejo extensivo de bovinos por 50 anos, utilizando apenas de roçada manual como manejo, sem adubação ou calagem. 25°13’04” S; 53°57’21” O.
M3	Antiga pastagem degradada abandonada que foi utilizada na rotação soja e plantas de cobertura (nabo e azevém). Utilizado na monocultura de milho para silagem e posteriormente realizado calagem e plantio de pastagem.25°15’58” S; 53°55’53” O.
M4	Antiga pastagem degradada abandonada, posteriormente utilizada na rotação soja e plantas de cobertura (nabo e azevém). Atualmente utilizado na monocultura de milho para silagem, com revolvimento periódico do solo.25°15’59” S; 53°55’55” O.
M5	Lavoura utilizada no cultivo do hortelã, rami, café, milho convencional, e atualmente na sucessão milho e soja sem o revolvimento do solo.25°13’09” S; 53°57’10” O.
M6	Vegetação nativa conservada. 25°20’47” S; 53°52’28” O.

De cada amostra composta, dez gramas de solo foram diluídas em 90 ml de solução salina a 0,85%. Estas foram submetidas à agitação com pérolas de vidro a 200 rpm por 20 min. Após uma diluição seriada, a concentração de 10^{-3}de cada amostra foi inoculada em placa de petri pelo método *spread plate* e estas foram incubadas em B.O.D por 72 horas a 27 ºC. A caracterização morfológica das colônias foi realizada segundo Yano (1993) e os agrupamentos foram gerados a partir do programa Bionumerics 7.5, pelo uso do algoritmo UPGMA e cálculo da distância RANK, com ponto de corte de 70% de similaridade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O M1 embora realize boas técnicas como o uso de plantas de cobertura apresentou

perdas de grupos de diversidade morfológica quando comparado aos demais tratamentos. Esta observação pode estar envolvida com a pressão de seleção realizada pelo uso excessivo de técnicas de revolvimento do solo.

Pelos agrupamentos G5 e G6, foi possível observar comportamentos morfológicos semelhantes entre os manejos M2, M3, M5 e M6. O que mais se observou nesta comparação é que todos eles, mesmo sob diferenças formas de uso e ocupação do solo, não realizavam práticas de revolvimento do solo. O não revolvimento do solo combinado com a permanente cobertura vegetal proporciona uma melhor condição para o desenvolvimento dos microrganismos permitindo uma complexa dinâmica energética e biogeoquímica deste solo (Kaschuk et al., 2010).

TABELA 2. Agrupamentos morfológicos obtidos a partir da tipagem morfológica estabelecida pelo algoritmo UPGMA utilizando o Programa Bionumerics 7.5

	Manejos						
Grupos	**M1**	**M2**	**M3**	**M4**	**M5**	**M6**	**TOTAL**
G1	3	7	4	5	4	9	32
G2	5	2	2	2	3	3	17
G3	1	1	2	2	2	2	10
G4	-	-	-	3	1	-	4
G5	-	1	1	-	1	1	4
G6	-	1	1	-	1	1	4
G7	-	2	-	-	1	1	4
G8	-	1	1	-	-	-	2
G9	-	-	-	1	1	-	2
Total	9	15	13	15	14	18	79

O sistema de semeadura direta apresentou representantes exclusivos nos grupos G4 e G9 permitindo sugerir que esses indivíduos foram selecionados através da pressão do uso de plantas de mesma espécie, como o milho em ambos locais, favorecendo a seleção de populações específicas. A observação pode ser atribuída ao manejo de cobertura utilizado, auxiliando a disponibilidade de exsudados radiculares fundamental no desenvolvimento de microrganismos no solo (Compant et al., 2010).

O não revolvimento do solo e a presença de cobertura permanente no solo pode ter influenciado a maior aparição de indivíduos no grupo G1 para os manejos M6 e M2. A explicação pode estar aferida ao sistema de estabilidade encontrado neste ambiente, ao qual, possui um equilíbrio no desempenho dos ciclos biogeoquímicos e no fluxo de carbono (Alves et al., 2011).

[1]Estudante, UFPR, Palotina-PR, lucasmateushass@gmail.com
[2]Estudante, UFPR, Palotina-PR.
[3]Docente, UFPR, Palotina-PR

CONCLUSÕES

Enquanto no manejo sob revolvimento intenso do solo ocorreu à redução de grupos morfológicos, em sistemas com cobertura vegetal permanente a manutenção da biodiversidade de rizobactérias ficou atendida.

REFERÊNCIAS

Alves TS, Campos LL, Neto NE, Matsuoka M, Loureiro MF. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. **Acta Sci-Agron**. 2011;33:341-347. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4841.

Araújo EA, Ker JC, Neves JCL, Lani JL. Qualidade do solo: conceitos, indicadores e avaliação. **Appl Res & Agrotec**. 2012;5:187-206. http://dx.doi.org/*10.5777/PAeT.V5.N1.12*

Compant S, Clément C, Sessitsch A. Plant growth-promoting bacteria in the rhizo-and endosphere of plants: their role, colonization, mechanisms involved and prospects for utilization. **Soil Biol Biochem.** 2010;42:669-678. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.11.024

Kaschuk G, Alberton O, Hungria, M. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biol Biochem**. 2010;42:1-13. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2009.08.020

Mendes IC, Sousa DMG, Reis Junior FBR. **Bioindicadores de qualidade de solo: dos laboratórios de pesquisa para o campo**. 2015. [citado em 26/03/2019]. Disponível em: http://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/23311/13164

Moreira FMS, Silva K, Nóbrega RSA, Carvalho F. Bactérias diazotróficas associativas: diversidade, ecologia e potencial de aplicações. **Comunicata Scientiae**. 2010;1:74-99.

Silva MAC, Lima AOS. Diversity and Prospection of South Atlantic Ocean Microorganisms. In: Azevedo J, Quecine M, editor. **Diversity and Benefits of Microorganisms from the Tropics**. 1st ed. Springer International Publishing; 2017. p 105-136.

Yano DMY. Técnicas assépticas e semeadura de microrganismos. In: Yano DMY, Farris MG, Umino CY, Coutinho HLC, Canhos VP editores. **Técnicas para cultivo, identificação e preservação de bactérias.** 1st ed. Campinas: Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia "André Tosello", 1993. p.1-9.

REFERÊNCIAS PARA USO DE GESSO EM LATOSSOLO ARENOSO CULTIVADO COM SOJA

Antonio Nolla[1], Leonardo Luiz Minosso[2], João Henrique Castaldo[1], Claudinei Minhano Gazola Junior[2], Thaynara Garcez da Silva[2], Suzana Zavilenski Fogaça[2]

RESUMO: A calagem visa a neutralização de Al^{3+} e H^{+} fitotóxicos, entretanto é limitada às camadas superficiais do solo. O gesso é insumo complementar, recomendado sob diferentes métodos, cujas doses variam amplamente. Objetivou-se avaliar métodos de gessagem combinados ou não à calagem, sobre o desenvolvimento de soja em um Latossolo de textura arenosa. Utilizou-se colunas de PVC preenchidas com o solo, e os tratamentos constituíram por doses de gesso (0; 321, 592; 619; 710; 887, 4.198 e 4.308 kg ha^{-1}) combinadas ou não à calagem. Cultivou-se soja e após 130 dias avaliou-se a altura, diâmetro do caule e massa de matéria fresca aérea. A calagem e a gessagem aumentaram desenvolvimento da soja. Com o uso de calcário, a dose média de máxima eficiência técnica de gesso foi de 2181 kg ha^{-1} Houve resposta linear sobre os atributos de planta com o gesso, na ausência de calagem.

PALAVRAS-CHAVE: Soybean, gessagem, máxima eficiência técnica

INTRODUÇÃO

A soja apresenta sensibilidade à acidez do solo, fator que se torna um empecilho ao crescimento de seu sistema radicular em profundidade no solo e que implica na redução da absorção de nutrientes e água, o que reduz o potencial de rendimento da cultura, sobretudo em períodos de estiagens (Martins, 2013). A calagem é uma prática amplamente utilizada para a neutralização da acidez do solo, além de disponibilizar Ca e Mg. Os efeitos da calagem em áreas de sistema de plantio direto (SPD) têm sido verificados somente nos primeiros (0-10 cm) centímetros do solo, limitando a disponibilidade de Ca e Mg em subsuperfície com o passar do tempo (Anghinoni et al., 2007).

O gesso agrícola ($CaSO_4.2H_2O$) apresenta a vantagem de ser um produto 200 vezes mais solúvel que o calcário, que disponibiliza Ca e SO_4^{-2} em solução (Ramos et al., 2006). As recomendações brasileiras para gessagem se baseiam em fórmulas desenvolvidas para diferentes regiões do país (Caires e Guimarães, 2016). O uso dessas fórmulas resulta em diferenças entre as doses de gesso, pois cada fórmula foi elaborada para solos de texturas

[1] Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama – PR, email: anolla@uem.br
[2] Discente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama – PR

diferentes, indicando doses superiores ou inferiores à real necessidade de gessagem.

Objetivou-se avaliar métodos de gessagem combinados com ou sem calcário, para estabelecer a dose ideal de gesso para soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido em área experimental na Universidade Estadual de Maringá (UEM), *campus* Regional de Umuarama - PR. Adotou-se como base experimental um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico de textura arenosa (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização química original e teor de argila da camada de 0-20 cm de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico de textura arenosa,

pH	Al^{3+}	Ca^{2+}	Mg^{2+}	K^{+}	P	S	V	m	SB	CTC	Argila
H_2O	---------- $cmol_c\ dm^{-3}$ ----------				-- $mg\ dm^{-3}$ --		--- % ---		$cmol_c\ dm^{-3}$		%
4,63	1,25	0,85	0,38	0,03	4,72	4,38	22,14	49,80	1,26	5,69	11,83

Al^{+3}, Ca^{2+} e Mg^{2+} - extrator KCl 1 mol L^{-1}; P e K^{+} - Mehlich (HCl 0,05 mol L^{-1} + H_2SO_4 0,025 mol L^{-1}); S - Acetato de amônio e Ácido Acético; V - Saturação por bases; m - Saturação por alumínio; SB - Soma de bases; CTC – Capacidade de troca de cátions a pH 7,0.

O ensaio foi montado em colunas de PVC de 150 mm de diâmetro e 0,5 m de altura, preenchidas pelo Latossolo de textura arenosa. Os tratamentos foram doses de gesso (0, 321, 592, 619, 710, 887, 4.198 e 4.308 kg ha^{-1}) baseadas em métodos de gessagem usados no Brasil (Tabela 3) combinadas com a aplicação ou não de calcário dolomítico (PRNT = 87%) para a V até 60% (2.476 kg ha^{-1}). O delineamento foi fatorial 8X2 com 4 repetições.

Semeou-se soja previamente inoculada (M6410 RR2 PRO), perfazendo 2 plantas por PVC após o desbaste (Estádio VC). A adubação de base foi 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 120 kg ha^{-1} de K_2O. Aos 128 dias após a germinação, coletou-se a parte aérea das plantas e avaliou-se a altura de planta, diâmetro do caule e massa de matéria seca aérea.

Tabela 3 – Métodos de recomendação de gesso agrícola avaliados no experimento

Método de gessagem	Fórmula para cálculo da necessidade de gesso (NG)	Gesso (kg ha^{-1})
Textura do Solo (% Argila)	NG (t ha^{-1}) = 0,00034 – 0,002445 $x^{0,5}$ + 0,0338886 x – 0,00176366 $x^{1,5}$	321
Teor de Argila – Cerrado I	NG (kg ha^{-1}) = 50 x Argila (%)	592
Correção Subsuperficial	NG (kg ha^{-1}) = 0,25 x Necessidade de Calcário	619
Teor de Argila – São Paulo	NG (kg ha^{-1}) = 60 x Argila (%)	710
Teor de Argila – Cerrado II	NG (kg ha^{-1}) = 75 x Argila (%)	887
Elevação % Ca na CTCe[1]	NG (t ha^{-1}) = (0,6 x CTC_e – teor de Ca em $cmol_c\ dm^{-3}$) x 6,4	4.198
CTC e Saturação por bases	NG (t ha^{-1}) = (V_2 – V_1) x T / 50* ou 500*	4.308

[1] Caires e Guimarães (2016).

Os dados de planta foram submetidos à análise de variância (teste F - $p \leq 0,05$), sendo as doses de gesso submetidas à análise de regressão e as doses de calcário por tukey a 5% de

erro. As doses de máxima eficiência de gesso foram estimadas pela derivação da regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O gesso agrícola, sem uso de calcário, promoveu o crescimento da soja, com resposta linear ao aumento da dose (Figura 1). Isto porque o gesso eleva o teor deCa^{2+} e SO_4^{2-} no solo, que se apresentavam em níveis baixos. O gesso também reduz a atividade de Al^{3+}) em camadas profundas do solo (Vitti e Priori, 2009), o que deve ter contribuído para aumentar o crescimento da soja. Na ausência de calagem, o gesso incrementou a massa seca e a altura de plantas em comparação com a testemunha, mas somente em doses superiores a 592 kg ha^{-1} de gesso houve incremento no diâmetro de caule. O valor de pH do solo interfere nas espécies de Al disponíveis, sendo que em valores de pH-H_2O > 5,5 ocorre a neutralização do Al em sua forma fitotóxica (Al^{3+}), o que favorece o crescimento das culturas.

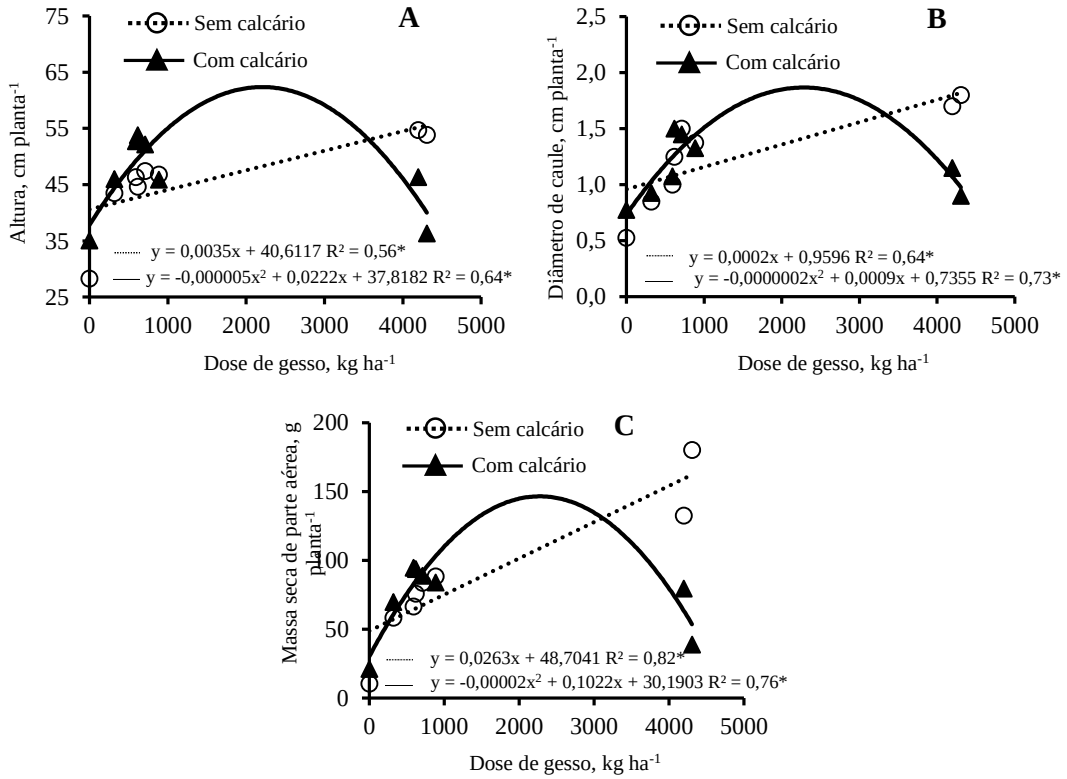


Figura 1 – Altura (A), diâmetro de caule (B) e massa seca de parte aérea (C) de plantas de soja cultivadas em solo submetido a doses de gesso agrícola associado ou não à calagem.

Doses mais elevadas de gesso (> 4 t ha^{-1}) combinadas à calagem reduziram o crescimento da soja, o que pode provocar a lixiviação de nutrientes como magnésio e potássio para camadas profundas no solo (Manetti (2005). Para a altura de planta, diâmetro

[1] Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama – PR, email: anolla@uem.br
[2] Discente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama – PR

do caule e massa de matéria seca aérea, a dose de máxima eficiência técnica (DMET) de gesso foi de 2176, 2045 e 2323, com média de 2181 kg ha^{-1}. As recomendações de gessagem baseadas na V%, na CTC e na elevação da saturação de Ca na CTC efetiva (Vitti et al., 2008; Caires e Guimarães, 2016) cujas doses de gesso calculadas ultrapassaram 4 t ha^{-1}, podem ter elevado demasiadamente a saturação de Ca^{2+} na CTCe da camada subsuperficial, em detrimento de cátions básicos como o Mg^{2+}, que pode ser lixiviado sob altas doses de gesso. Bossolani (2018), ao avaliar a altura de plantas de soja com a gessagem obteve altura máxima eficiência com 2017 kg ha^{-1} de gesso. As doses de máxima eficiência técnica de gesso para soja foram, em média, 48,05% e 49,37%inferiores às doses de gesso baseadas nos métodos de Vitti et al. (2008) e Caires e Guimarães (2016), respectivamente. Isso indica a metade da dose recomendada por estes autores como ideal para o crescimento de soja em solo de textura arenosa. Devido à baixa capacidade de adsorção do sistema coloidal em solos arenosos, doses elevadas de gesso (> DMET média de 2181 kg ha^{-1}) podem ser responsáveis por desequilíbrios nutricionais, interferindo na absorção de nutrientes pela soja.

CONCLUSÕES

A calagem e a gessagem promoveram aumento no desenvolvimento da soja. Com o uso de calcário, a dose média de máxima eficiência técnica de gesso foi de 2.181 kg ha^{-1}.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela disponibilidade de bolsa ao segundo autor.

REFERÊNCIAS

Anghinoni I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: Novais RF; Venegas, AVH, Barros, NF, Fontes, RLF, Cantarutti, RB, Neves, J.C.L, editores. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2007. p.873-928.

Caires EF, Guimarães AM. Recomendação de gesso para solos sob plantio direto da Região Sul do Brasil. In: Fertbio, 2016, Goiânia. Goiânia: SBCS - NRCO. 2016. p 1-4.

Manetti FA. Momento de aplicação de calcário e gesso em um Latossolo Vermelho Distrófico, no desenvolvimento inicial do milho. [Dissertação]. Botucatu: Universidade Estadual Paulista, 2005.

Martins AP Acidez do solo e reaplicação de calcário em sistema de Integração Lavoura-Pecuária em plantio direto. [Dissertação]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2013.

RAMOS, L.A.; NOLLA, A.; KONRDÖRFER, G.H.; PEREIRA, H.S.; CAMARGO, M.S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.30, p.849-857, 2006.

Vitti GC, Priori JC Calcário e Gesso: os corretivos essenciais ao Plantio Direto. Rev Vis Agr, 2009; 9:30-34. https://www.esalq.usp.br/visaoagricola/sites/default/files/VA9-Fertilidade01.pdf

Vitti GC, Luz PHC, Malavolta E, Dias AS, Serrano CGE. Uso do gesso em sistemas de produção agrícola. 1st ed. Piracicaba: GAPE, 2008. 104p.

DESENVOLVIMENTO DE METODOLOGIA PARA O ISOLAMENTO DE BACTÉRIAS METANOTRÓFICAS ORIUNDAS DE SOLOS FLORESTAIS

Rafael Hennel Tulio[1] [redacted] Kauana Brok Ferreira Pepe[2] [redacted] Krisle da Silva[3] [redacted] Marcos Fernando Glück Rachwal[3] [redacted] Josiléia Acordi Zanatta[3] [redacted]

RESUMO: O metano (CH_4) é considerado um dos gases de efeito estufa (GEE) responsáveis pelo aquecimento global. Mitigar suas emissões é primordial para reduzir o impacto do aumento de temperatura mundial. Uma alternativa para isto seria criar tecnologias para aumentar o consumo de metano via a utilização de bactérias metanotróficas, que oxidam o CH_4 reduzindo sua concentração na atmosfera. Todavia, esse grupo microbiano apresenta algumas limitações no cultivo que exige tempo e muitas repicagens para se obter o isolado puro, impossibilitando avanços tecnológicos no sentido de contribuir para mitigação do CH_4. Este estudo objetivou testar duas técnicas para o isolamento das bactérias metanotróficas em solos florestais: por diluição até a extinção e por plaqueamento direto. A primeira técnica mostrou-se trabalhosa e demorada, entretanto o crescimento das bactérias em meio dNMS enriquecido com metano em dessecador foi positivo. A segunda técnica foi prática e rápida, o teste colorimétrico revela de maneira eficiente os metanotróficos para purificação, agilizando o processo inicialmente. A caracterização de bactérias eficientes em solos requer a otimização dos métodos de isolamento testados o que requer a continuidade dos estudos.

PALAVRAS-CHAVE: gases de efeito estufa, metano, aquecimento global.

INTRODUÇÃO

A concentração de CH_4 na atmosfera permaneceu em 0,700 ppm (partes por milhão), durante milhares de anos. Dados obtidos até o ano de dois mil e quinze mostram elevação para 1,800 ppm. Este hidrocarboneto apresenta o segundo maior potencial de aquecimento global, seu efeito é vinte cinco vezes maior que do dióxido de carbono (CO_2), sendo responsável por aproximadamente 16% do aquecimento atmosférico. Onde atividades antrópicas contribuem com 60% das emissões (Silva et al., 2014).

O metano pode ser utilizado como única fonte de carbono e energia por organismos denominados metanotróficos, classificados em três grupos filogenéticos: tipo I, tipo II e tipo X. Estes, oxidam CH_4 a CO_2, processo catalisado pela enzima metano monooxigenase (MMO) (Knief, 2015).

[1]Estudante de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro: Juvevê, Curitiba - PR, rafael.tulio@outlook.com.
[2]Estudante, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, R. Imac. Conceição, 1155 - Prado Velho, Curitiba - PR.
[3]Pesquisadores, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111 - Bairro Guaraituba- Colombo - PR.

Solos de florestas nativas contribuem com aproximadamente 6% para o influxo de CH_4 atmosférico global, mas a conversão para agricultura e florestas comerciais, pode impactar essa contribuição. Apesar do consumo de metano atmosférico por solos de florestas nativas e também plantadas, sua concentração na atmosfera é superior a capacidade dos fluxos biogeoquímicos florestais e outras alternativas devem ser investigadas. Desta forma, os estudos com as bactérias metanotróficas como via de mitigação é de extrema importância, todavia, pesquisas sobre isolamento destes microrganismos são escassos em solos no Brasil (Livesley et al., 2009).

O objetivo do trabalho é avaliar, adaptar e padronizar metodologia de isolamento de bactérias metanotróficas oriundas de solo cultivado com *Eucalyptus benthamii*, *Pinus taeda* e solo sob Floresta Ombrófila Mista.

MATERIAL E MÉTODOS

No método de isolamento por diluição até a extinção o solo foi coletado sob plantio experimental de *Eucalyptus benthamii*, na sede da Embrapa Florestas, localizada no município de Colombo (PR). No método de isolamento por plaqueamento direto o solo foi coletado sob plantio comercial de *Pinus taeda* e sob Floresta Ombrófila Mista, no Município de Rio Negrinho (SC). EM ambas as áreas o solo foi classificado como Cambissolo Húmico Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0-5 e 5-10 cm e homogeneizadas em peneira de 2,00 mm e armazenadas em geladeira.

O método para isolamento por diluição até extinção de bactérias metanotróficas foi proposto por Hoefman et al. (2012). Amostras de 3 g de solos foram inoculadas em 27 mL do meio dNMS líquido (sais de minerais de nitrato diluído), representando a diluição 10^{-1}. As amostras foram então diluídas (10^{-2} a 10^{-11}) em tubos contendo meio dNMS. Os tubos foram vedados e injetou-se metano (20%, v/v). As diluições foram incubadas durante cinco semanas a 28 ^{o}C. O ensaio foi realizado em triplicatas. Amostras dos tubos que apresentaram maior turbidez (crescimento bacteriano), foram diluídas em microplacas e incubadas por duas semanas em atmosfera enriquecida com metano em dessecador.

Após este período, as maiores diluições, onde houve crescimento bacteriano, foram inoculadas em meio dNMS sólido para o isolamento de metanotróficos. Após obter os isolados puros, estes foram cultivados em meio dNMS e incubados em atmosfera sem CH_4.

No método de isolamento por plaqueamento direto foi realizado o teste colorimétrico para identificar a atividade da enzima MMO. Amostras de 5 g de solo de mata nativa e de *Pinus taeda* foram transferidas para Erlenmeyers, contendo 45 ml de solução salina. As amostras

foram diluídas (10^{-2} a 10^{-6}). As diluições 10^{-3} a 10^{-6} foram inoculadas (100 µl) sobre dNMS-ágar com auxílio da alça de Drigalski e incubadas por duas semanas em atmosfera enriquecida com CH_4 em dessecador a 28 °C.

O teste colorimétrico foi realizado utilizando o método descrito por Graham *et al.*, (1992). As bactérias do tipo II oxidam a naftalina em naftol através da enzima MMO. As placas com crescimento bacteriano foram abertas e na tampa foi colocado naftalina, então foram fechadas e incubadas em temperatura ambiente. Posteriormente sobre as colônias borrifou-se o corante Fast Blue B e aguardou-se para o corante reagir com o naftol. A coloração das colônias em roxo ou vermelho indica a atividade da MMO e consequentemente a presença de bactérias metanotróficas. Para a obtenção de culturas puras as colônias com a coloração mencionada acima, foram submetidas ao processo de purificação e incubadas por uma semana com CH_4 (20% v/v). Posterior ao tempo de incubação as placas foram repicadas novamente até obtenção de colônias isoladas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O método de isolamento por diluição até extinção mostrou crescimento de duzentas e sessenta e oito bactérias isoladas, entretanto, estas colônias incubadas em atmosfera sem CH_4 apresentaram crescimento. Indicando não ser metanotróficas.

O método de isolamento por plaqueamento direto mostrou-se eficiente para identificar colônias metanotróficas presentes no meio dNMS - ágar. Através do método colorimétrico com incubação de duas semanas, trinta e duas colônias bacterianas foram indicadas como metanotróficas, destas uma ficou com a coloração avermelhada e as outras ficaram roxas. Quando a incubação foi feita por seis semanas quinze colônias bacterianas foram indicadas como metanotróficas, sendo quatro com coloração avermelhada e as outras púrpuras. Após o tempo de incubação em dessecador, foi realizado o teste colorimétrico novamente. Foram obtidas vinte e duas colônias bacterianas indicadas como metanotróficas, destas onze colônias exibiram cor avermelhada, uma colônia ficou amarela e as outras ficaram roxas.

Existe amplo interesse nas bactérias metanotróficas pela sua capacidade de oxidar CH_4 e assim, reduzir suas concentrações na atmosfera, entretanto o principal problema advém das dificuldades de isolamento e cultivo destas bactérias. Não existe ainda um método universal para o isolamento e purificação destes microrganismos (Brindha & Vasudevan, 2017).

[1]Estudante de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Bairro: Juvevê, Curitiba - PR, rafael.tulio@outlook.com.
[2]Estudante, Pontifícia Universidade Católica do Paraná, R. Imac. Conceição, 1155 - Prado Velho, Curitiba - PR.
[3]Pesquisadores, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111 - Bairro Guaraituba- Colombo - PR.

A maior parte dos estudos foi realizada com solos localizados em áreas temperadas (Ojima *et al.*, 1993). Até o momento não há estudos para padronizar o isolamento de bactérias metanotróficas em solos de florestas tropicais e subtropicais do hemisfério Sul.

O isolamento por diluição até extinção mostrou-se trabalhoso e demorado, exigiu mais de uma etapa de enriquecimento, seguido de diluição em série e extensa purificação. Contudo, a incubação e crescimento de bactérias em atmosfera enriquecida com CH_4 em dessecador mostrou-se promissor.

O isolamento por plaqueamento direto foi eficiente, prático e rápido. Este método não precisa de extensa purificação para obter colônias isoladas, o contato da naftalina com as colônias presentes em meio dNMS- ágar e o corante Fast Blue B indicam as colônias metanotróficas pela sua mudança de coloração, e mostrou-se promissor.

CONCLUSÕES

A técnica apresentada no método de isolamento por diluição até extinção apresenta potencial para a obtenção de metanotróficos, entretanto, neste estudo, apresentou grande crescimento de contaminantes. Assim, são necessários avaliar alguns parâmetros do processo, como tempo de incubação, temperatura e adição de dióxido de carbono. O método de isolamento por plaqueamento direto mostrou-se eficiente para identificar bactérias metanotróficas. No entanto, esta técnica é voltada para as bactérias do tipo II, sendo necessário o uso de outros métodos para isolar os outros grupos metanotróficas.

REFERÊNCIAS

Brindha, R. K., & Vasudevan, N. (2017). Methane oxidation capacity of methanotrophs isolated from different soil ecosystems. *International Journal of Environmental Science and Technology, 15*(9), 1931-1940.

Graham DW, Korich DG, LeBlanc RP, Sinclair NA, Arnold RG (1992) Application of a colorimetric plate assay for soluble methane monooxygenase activity. Appl Environ Microbiol 58:2231–2236.

Hoefman, S., Ha, D. V., Vos, P. D., Boon, N., & Heylen, K. (2012). Miniaturized extinction culturing is the preferred strategy for rapid isolation of fast-growing methane-oxidizing bacteria. *Microbial Biotechnology, 5*(3), 368-378.

Knief, C. (2015). Diversity and Habitat Preferences of Cultivated and Uncultivated Aerobic Methanotrophic Bacteria Evaluated Based on pmoA as Molecular Marker. *Frontiers in Microbiology, 6*.

Livesley, S. J., Kiese, R., Miehle, P., Weston, C. J., Butterbach-Bahl, K., & Arndt, S. K. (2009). Soil-atmosphere exchange of greenhouse gases in a Eucalyptus marginata woodland, a clover-grass pasture, and Pinus radiata and Eucalyptus globulus plantations. *Global Change Biology, 15*(2), 425-440.

Ojima, D., Valentine, D., Mosier, A., Parton, W., & Schimel, D. (1993). Effect of land use change on methane oxidation in temperate forest and grassland soils. *Chemosphere, 26*(1-4), 675-685.

Silva, N. S., Guzmán, Y. S., Dendooven, L., & Guido, M. S., (2014). Methanogenesis and Methanotrophy in Soil: A Review. *Pedosphere, 24*(3), 291-307.

FAUNA EPIEDÁFICA EM PLANTIO DE *Dendrocalamus giganteus* SUBMETIDO À DOSES DE NITROGÊNIO, FÓSFORO E POTÁSSIO

Jéssica Camile da Silva[1], Ketrin Lorhayne Kubiak[2], Luis Felipe Wille Zarzycki[2], Ariane Sommer Rebolho[2], DinéiaTessaro[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a diversidade da fauna epiedáfica em plantio de *Dendrocalamus giganteus* submetido a doses de Nitrogênio, Fósforo e Potássio. Em cada parcela foram dispostas cinco armadilhas *pitfall-trap*, as quais permaneceram a campo por sete dias, sendo então removidas e seu conteúdo identificado ao menor nível taxonômico possível, com posterior análise dos dados através da análise de variância, índices ecológicos e análise de componentes principais. Entre os grupos amostrados, Collembola e Formicidae foram os mais expressivos, não observado-se diferença significativa entre os tratamentos. As doses de Nitrogênio e Fósforo apresentaram maior diversidade e riqueza de Margalef. A análise de componentes principais indicou separação das doses de Potássio, contudo com poucos grupos relacionados, indicando preferência da fauna epiedáfica pelas doses de Nitrogênio e Fósforo.

PALAVRAS-CHAVE: bambu, invertebrados, adubação, fauna do solo.

INTRODUÇÃO

O bambu da espécie *Dendrocalamus giganteus* apresenta potencial de desenvolvimento em quase todas as regiões do Brasil, apresentando rápido crescimento, versatilidade de usos e resistência mecânica (Lopes et al., 2002). No entanto, poucas são as pesquisas referentes ao manejo da adubação do bambu em condições brasileiras e, desta forma, produtores utilizam recomendações de manejos de outras culturas (Mendes, 2010).

A fauna do solo, por mostrar-se sensível as modificações ocorridas no ambiente, principalmente o manejo do solo adotado e cultivos empregados (Baretta et al., 2014), pode sofrer influência direta em sua composição de acordo com o uso de fertilizantes e acúmulo de matéria orgânica no solo (Moço et al., 2010) devido ao seu papel funcional na aceleração da decomposição e na transformação de nutrientes (Yang e Chen, 2009). Portanto, o presente trabalho tem como objetivo avaliar a diversidade dos grupos taxonômicos da fauna epiedáfica

[1]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4, jessika.camile5@gmail.com
[2]Graduando, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.
[3]Professora,Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.

em plantio de *Dendrocalamus giganteus* submetido a doses de Nitrogênio, Fósforo e Potássio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos, em área de plantio experimental de *Dendrocalamus giganteus*, conduzido em delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, possuindo três blocos e quatro repetições, totalizando doze parcelas experimentais. Cada parcela é composta por cinco linhas de quatro plantas, sendo que cada linha corresponde a uma dose. Os tratamentos testados foram: Nitrogênio (N) na forma de ureia: 0, 40, 80, 120 e 160 kg por ha^{-1},Fósforo (P): 0, 40, 80, 120 e 160 kg de P2O5 ha^{-1}; Potássio (K): 0, 30, 60, 90 e 120 kg de K_2O ha^{-1}.

Em cada linha foi implantada uma armadilha do tipo *pitfall-trap* constituída por pote plástico de 250 mL, contendo2/3 de seu volume preenchido por solução fixadora de formol 4% (Moldenke, 1994). Após sete dias a campo, as amostras foram levadas ao laboratório, e os organismos classificados ao menor nível taxonômico possível, com auxílio de microscópio estereoscópico. A análise de variância foi obtida pelo *software* Rbio, os índices ecológicos pelo *software* PAST e análise de componentes principais (PCA) pelo *software* PCORD 6.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados mil seiscentos e seis organismos, pertencentes a dezessete grupos taxonômicos, sendo Collembola e Formicidae os mais expressivos, representando 57,9% do total amostrado. Esses organismos são comuns e abundantes em diversos ecossistemas, apresentando função de decomposição do material orgânico, controle de fungos e pragas e movimentação do solo, sendo sensíveis às alterações no solo e/ou cobertura vegetal (Melo et al., 2009).

De acordo com a análise de variância, a comunidade epiedáfica não apresentou diferença significativa para nenhum tratamento. De modo geral as doses de N apresentam maiores valores para abundância e riqueza de grupos (Tabela 1), embora para o nutriente P, a dose de 80 Kg/ ha^{-1}tenha riqueza destacada em relação às demais. Os índices de diversidade (H) e uniformidade (J) se mostraram similares para os três nutrientes, indicando baixa dominância de grupos durante as coletas, a exceção à dose 90 Kg/ha^{-1} de K, a qual apresentou menor uniformidade e diversidade.

A riqueza de Margalef é considerada baixa para valores abaixo de 2,0 (Richter et al., 2012), indicando maior riqueza para as doses de N e P em detrimento das doses de K, em especial para as doses 40 Kg/ha^{-1} de N e 80 Kg/ha^{-1} de P, as quais foram responsáveis pelos

maiores teores de nutrientes nas folhas das plantas de *D. giganteus* (Müller, 2017), sendo possível sugerir a preferência da fauna do solo por alimentos em que estes nutrientes apresentem maior disponibilidade.

A análise de componentes principais (Figura 1) permite observar a separação das doses de K em relação à distribuição dos grupos. Considerando que as doses de K aumentaram o teor deste nutriente no tecido foliar das plantas (Müller, 2017) pode-se afirmar que o alimento proveniente dessa adubação não é positivo para os grupos da fauna do solo, com exceção da ordem Dermaptera.

As plantas submetidas às doses de N apresentam maior fragilidade, sendo observado maior número de colmos mortos e facilidade de tombamento quando comparado aos demais tratamentos (Müller, 2017), por consequência gerando maior disponibilidade de alimento para a fauna no ambiente. Este fator pode explicar a alta relação entre os grupos da fauna e as doses de N, com destaque para minhocas, besouros e formigas, importantes no processo de bioturbaçãodo solo (Korasakiet al., 2013), podendo indicar melhoria dos atributos físicos.

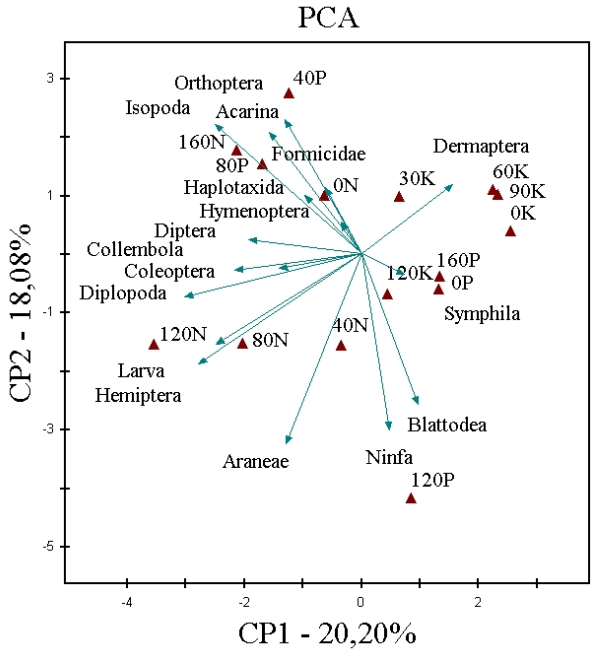


Figura 1 – Análise de componentes principais referentes à fauna epiedáfica em plantio de *Dendrocamalus giganteus* submetido a doses de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

CONCLUSÕES

A fauna epiedáfica apresenta preferência pelas doses de 40 Kg/ha^{-1} de N e 80 Kg/ha^{-1}

[1]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4, jessika.camile5@gmail.com
[2]Graduando, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.
[3]Professora,Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.

de P, estando os melhores resultados para os índices ecológicos associados a estes nutrientes.

REFERÊNCIAS

Baretta D, Bartz MLC, Fachini I, Anselmi R, Zortéa T, Baretta CRDM. Soil fauna and its relation with environmental variables in soil management systems. Rev Ciênc Agron. 2014;45:871-879. http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000500002

Korasaki V, Ferreira RS, Canedo-Júnior EO, Franla F, Audino LD. Macrofauna. In: Toma MA, Boas RCV, Moreira FMS, editores. Conhecendo a vida do solo, v2. Lavras:UFLA; 2017, p. 1-32.

Lopes WGR, Freire WJ, Ferreira GCS. Ensaios de arrancamento e de empuxamento aplicados a taliscas de bambu encravadas em corpos-de-prova de solo-cimento. Rev Bras Eng Agr Amb. 2002; 6:504-510. http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v6n3/v6n3a21

Mendes SDC, Molica SG, Ferreira RLC, Céspedes GHG. Absorção e distribuição de nutrientes em plantios comerciais de bambu (*Bambusa vulgaris*) no nordeste do Brasil. Rev Árv. 2010;34:991-999. https://www.redalyc.org/html/488/48818716004/

Melo FV, Brown GG, Constantino R, Louzada JNC, Luizão FJ, Morais JW, Zanetti R. A importância da meso e macrofauna do solo na fertilidade e como biondicadores. Boletim SBCS. 2009;34:38-43. https://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/428233

Moço MKS. Atributos biológicos em solo e serapilheira sob sistemas agroflorestais de cacau e outras coberturas vegetais. [Tese]. Campos de Goytacazes: Universidade Estadual do Norte Fluminense, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, 2010.

Moldenke AR. Arthropods. In: Weaver RW, Angle S, Bottomley P, Bezdicek D, Smith S, Tabatabai A, Wollum A, editors. Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison: SSSA; 1994, p. 517-54.

Müller SF. Resposta do bambu gigante *Dendrocalamus giganteus* à adubação mineral [TCC]. Dois Vizinhos: Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2017.

Richter C, Peiter M, Robaina A, Souza A, Ferraz R, David A. Levantamento da arborização urbana de Mata/RS. Rev Soc Bras Arb Urb, 2012;7:84-92. http://silvaurba.esalq.usp.br/revsbau/artigos_cientificos/artigo208-publicacao.pdf

Yang, X, Chen, J. Plant litter quality influences the contribution of soil fauna to litter decomposition in humid tropical forests, southwestern China. Soil Biol Bio. 2009;41:910-918. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2008.12.028

Tabela 1 – Índices ecológicos referentes à fauna epiedáfica em plantio de *Dendrocalamus giganteus* submetido a doses de Nitrogênio (N), Fósforo (P) e Potássio (K).

Nutriente	Dose (Kg/ ha^{-1})	Riqueza	Abundância	Simpson (D)	Shannon (H)	Pielou (J)	Margalef
N	0	12	131	0,18	1,96	0,79	2,26
	40	12	126	0,26	1,75	0,70	2,27
	80	11	116	0,26	1,78	0,74	2,10
	120	11	152	0,16	2,06	0,86	1,99
	160	11	161	0,22	1,79	0,75	1,97
P	0	8	79	0,31	1,45	0,70	1,60
	40	11	110	0,23	1,82	0,76	2,13
	80	14	138	0,22	1,89	0,72	2,64
	120	11	96	0,19	2,00	0,83	2,19
	160	9	65	0,29	1,58	0,72	1,92
K	0	8	46	0,28	1,62	0,78	1,83
	30	9	94	0,19	1,83	0,83	1,76
	60	8	62	0,26	1,62	0,78	1,70
	90	8	104	0,38	1,20	0,58	1,51
	120	10	126	0,30	1,54	0,67	1,86

COMUNIDADE DE COLÊMBOLOS EM SOLO HIDROMÓRFICO

Camila Nespolo[1], Jéssica Camile da Silva[2], Dinéia Tessaro[3], Luis Felipe Wille Zarzycki[4], Ketrin Lorhayne Kubiak[4]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o comportamento da classe Collembola em áreas de solo hidromórfico no município de Dois Vizinhos-PR. Foram avaliadas três áreas caracterizadas como solo hidromórfico com graus de drenagem variáveis. Em cada área foram implantadas doze armadilhas *pitfall-trap* contendo solução fixadora de formol a 4%, permanecendo sete dias a campo. Os indivíduos foram classificados em morfotipos para obtenção de índices ecológicos pelo *software* Past. Os grupos epiedáficos foram mais expressivos, sendo favorecidos pelo método de coleta utilizado. A área mais drenada favoreceu o estabelecimento e desenvolvimento de grupos da classe Collembola, apresentando maior diversidade e riqueza de Margalef quando compara as demais áreas, indicando que a saturação do solo por água representa fator limitante para estes organismos.

PALAVRAS-CHAVE:Collembola, Gleissolo, hidromorfismo, fauna do solo.

INTRODUÇÃO

Solos hidromórficos apresentam formação em locais mal drenados, sofrendo inundação durante dias, meses ou permanentemente, por serem locais de baixada e grande acúmulo de matéria orgânica e minerais, podendo apresentar também inúmeras texturas (Coringa et al,. 2012). Dificilmente estão associados à abundância de plantas de grande porte, apresentando de forma geral, flora adaptada e diferenciada, contribuindo para a ocorrência de fauna mais especifica (Moreno, 2001).

Tais ambientes servem como áreas de manutenção da biodiversidade, sendo os organismos aquáticos favorecidos em períodos de maior saturação do solo por água enquanto organismos terrestres se beneficiam em período de menor precipitação, em condições de melhor drenagem (Cunha et al., 2015). Segundo os autores, a mudança do uso da terra causa degradação das áreas alagáveis, principalmente pela drenagem para uso do solo como agricultura e pecuária, afetando diretamente a comunidade da fauna presente.

A classe Collembola apresenta alta sensibilidade às mudanças ambientais, ampla

[1]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4,camilamarianespolo@gmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4.
[3]Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4.
[4]Graduando, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4.

distribuição espacial (Gange, 1997) e se sobressaem na função de indicadores de qualidade do solo (Barettaet al., 2008). Desta forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o comportamento da classe Collembola em áreas de solo hidromórfico no município de Dois Vizinhos-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Dois Vizinhos – PR, em três áreas de preservação permanente caracterizadas como solo hidromórfico. O clima é caracterizado por Köppen-Geiger como Cfa (Alvares et al., 2013) e a fitogeografia da região classificada como Floresta Estacional Semidecidual (FES) em transição para Floresta Ombrófila Mista (FOM) (ITCG, 2009). As áreas apresentam graus de drenagem variáveis, sendo de caráter permanentemente encharcado (A1), de caráter menos encharcado, pois verifica-se deposição de camada de solo erodido das áreas adjacentes, formando uma camada de solo mais seco na superfície (A2) e outra de caráter intermediário (A3) com manchas de solo mais seco e outras de solo permanentemente encharcado.

Foram implantadas doze armadilhas *pitfall-trap* em cada área, preenchidas a 2/3 de seu volume com solução fixadora de formol a 4% (Moldenke, 1994). Após sete dias a campo, as amostras foram levadas ao laboratório e os indivíduos da classe Collembola classificados em morfotipos segundo Carvalho (2012), com auxílio de microscópio estereoscópico, para divisão em grupos de acordo com seu índice ecomorfológico (EMI). Os dados foram submetidos ao *software* Past para obtenção dos índices ecológicos, tomando os diferentes morfotipos como base para a riqueza de grupos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados durante o estudo quatrocentos e dezenove indivíduos da classe Collembola, distribuídos em dezesseis morfotipos, dos quais onze possuem características que os classificam como epiedáficos, dois possuem características semi-edáficas e dois edáficos. É importante destacar que o hábito alimentar dos colêmbolos não sofre influência pelo estrato de solo em que se desenvolvem, podendo diferentes grupos apresentar função ecológica similar nos diferentes ambientes (Malcicka et al., 2017).

A alta frequência de indivíduos epiedáficos (Tabela 1) pode estar associada ao tipo de armadilha utilizada, a qual favorece a captura de organismos vivos que se deslocam sobre o solo e a serapilheira (Bellamyet al., 2018), dificultando a amostragem de organismos presentes no interior do solo. Os poucos exemplares de indivíduos semi-edáficos e edáficos

pode ter ocorrido pela migração destes no perfil do solo, tendo em vista sua sensibilidade aos fatores ambientais (Oliveira Filho e Baretta, 2016).

Tabela 1–Índices ecomorfológicos e ecológicos, referentes a classe Collembola em área de solo permanentemente alagado (A1), bem drenado (A2) e de caráter intermediário (A3).

Índices Ecomorfológicos	**A1**	**A2**	**A3**	**Frequência Total (%)**
Epiedáficos (0 a 6)	71	143	196	97,85
Semi edáficos (8 a 12)	0	5	2	1,67
Edáficos (14 a 20)	0	1	1	0,48
Índices Ecológicos	**A1**	**A2**	**A3**	
Riqueza	7	13	6	--
Abundância	71	149	199	--
Shannon (H)	1,70	1,73	1,03	--
Pielou (J)	0,88	0,68	0,57	--
Margalef	1,41	2,40	0,94	--

Os menores valores para riqueza foram encontrados nas áreas A1 e A3, as quais apresentam solo total ou parcialmente encharcado. Tais dados sugerem que o grau de saturação por água nesses locais pode servir como fator limitante para o desenvolvimento da classe Collembola, tendo em vista a alta sensibilidade dos organismos do solo em relação às condições do ambiente (Moço, 2006).

Embora a abundância seja maior na área A3, pode-se observar baixa distribuição dos indivíduos dentro dos grupos amostrados, favorecendo para a diminuição da diversidade. De modo contrário, observa-se que a menor abundância no interior da área A1, somada à melhor distribuição dos indivíduos, propiciou maior diversidade.

A área A2 foi responsável pela amostragem de maior diversidade, uma vez que se observa a maior riqueza de morfotipos e boa distribuição do número de indivíduos. A menor saturação por água no solo nesse ambiente, associada à vegetação de caráter arbóreo e elevada concentração de serapilheira, favoreceu o estabelecimento e desenvolvimento da classe Collembola, propiciando elevado teor de alimento, abundância de nichos e temperatura adequada (Guimarães et al., 2014).

O índice riqueza de Margalef classifica como baixa riqueza valores abaixo de dois, e média riqueza valores entre dois e cinco (Richter et al., 2012). Desta forma, a área A2 é considerada como de média riqueza, enquanto as áreas A1 e A3 são classificadas como de baixa riqueza.

[1]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4,camilamarianespolo@gmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4.
[3]Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4.
[4]Graduando, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança km 4.

CONCLUSÕES

Os grupos da classe Collembola apresentaram maior diversidade em área de melhor drenagem e solo mais seco, indicando que a saturação do solo por água pode atuar como fator limitante para o estabelecimento e desenvolvimento desses indivíduos. O elevado número de organismos epiedáficos amostrados pode ter sido favorecido pelo método de coleta utilizado no presente estudo.

REFERÊNCIAS

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, de Moraes Gonçalves JL, Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorol Z, 2013;22:711–728. https://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Baretta D, Ferreira CS, Souza JP, Cardoso EJBN. Colêmbolos (Hexapoda: Collembola) como indicadores da qualidade do solo em áreas com *Araucaria angustifolia*. Rev Bras Cienc Solo 2008;32:2693-2699. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000700012

Bellamy AS, Svensson O, van den Brink PJ, Gunnarsson J, Tedengren M. Insect community composition and functional roles along a tropical agricultural production gradient. Environ Sci Pollut R, 2018;25:13426–13438. https://doi.org/10.1007/s11356-018-1818-4

Carvalho FC. Efeito de diferentes tipos de gestão em olivais nos microartrópodes de solo usando uma abordagem funcional [Dissertação]. Portugal: Universidade de Coimbra, 2012.

Coringa EAO, Couto EG, Otero Perez XL, Torrado PV. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. Acta Amazon, 2012;42:19-28. http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672012000100003

Gange AC, Bower E. Interactions between insects and mycorrhizal fungi. In: Gange AC, Brown V K, Organizadores. Multitrophic Interactions in Terrestrial Systems. Oxford: Blackwell Science, 1997. p. 115-131.

ITCG. Instituto de Terra, Cartografia e Geociências. Formações Fitogeográficas - Estado do Paraná. 2009.

Junk WJ, Piedade MTF, Lourival R, Wittmann F, Kandus P, Lacerda LD, Bozelli RL, Esteves FA, Nunes da Cunha C, Maltchik L, Schöngart J, Schaeffer Novelli Y, Agostinho AA, Nóbrega RLB, Camargo E. Parte I: Definição e Classificação das Áreas Úmidas (AUs) Brasileiras: Base Científica para uma Nova Política de Proteção e Manejo Sustentável. In: Cunha CA, Piedade MTF, Junk WJ, editores. Classificação e delineamento das Áreas Úmidas Brasileiras e de seus microhabitats. Cuiabá:edUFMT, 2015. p. 13-82.

Malcicka M, Berg MP, Ellers J. Ecomorphological adaptations in Colembola in relation to feeding strategies and microhabitat. Eur J Soil Biol, 2017;78:82-91. https://doi.org/10.1016/j.ejsobi.2016.12.004

Moço MK, Rodrigues EF, Rodrigues AC, Correia ME. Caracterização da fauna edáfica em diferentes coberturas vegetais na região Norte Fluminense. Rev Bras Cienc Solo, 2005;29:555-564. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000400008

Moldenke AR. Arthropods. In: Weaver RW, Angle S, Bottomley P, Bezdicek D, Smith S, Tabatabai A, Wollum A, editors. Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison: SSSA; 1994, p. 517-54.

Oliveira Filho LCI, Baretta D. Por que devemos nos importar com os colêmbolos edáficos?. Scientia Agrária, 2016;17:21-40. http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v17i2.48242

Richter C, Peiter M, Robaina A, Souza A, Ferraz R, David A. Levantamento da arborização urbana de Mata/RS. Rev Soc Bras Arb Urb, 2012;7:84-92. http://silvaurba.esalq.usp.br/revsbau/artigos_cientificos/artigo208-publicacao.pdf

ADUBAÇÃO COM FERTILIZANTES ORGANOMINERAIS E MINERAL NA CULTURA DO MILHO EM SOLO DE FERTILIDADE CONSTRUÍDA

Carolina Fedrigo Coneglian[1], Rodrigo Sakurada L.[1], Gustavo Adelcio Reis Dias[1], Jéssica Caroline Coppo[1], Edner Betioli Junior[2], Tadeu Takeyoshi Inoue[2], Marcelo Augusto Batista[2].

RESUMO: A oferta de fertilizantes organominerais tem crescido muito nos últimos anos, porém poucas informações se têm a cerca deste fertilizante. Desta forma, o objetivo desta pesquisa foi avaliar o desempenho de diferentes tipos de fertilizantes organominerais e mineral com adubação padrão (100%) e com redução de 34% da dose na cultura do milho primeira safra. Os fertilizantes organominerais utilizados foram o granulado, mistura de grânulos e peletizado e o mineral mistura de grânulos. Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para a produtividade, mas foram observadas diferenças para doses no teor de fósforo no solo na camada de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m. Os diferentes fertilizantes organominerais utilizados na dose recomendada apresentam desempenho semelhantes ao fertilizante mineral. Quando utilizados organominerais e mineral com redução da dose recomendada observou-se diminuição dos teores de fósforo no solo.

PALAVRAS-CHAVE: Cama de aviário. Turfa. Fertilizantes fosfatados.

INTRODUÇÃO

Os fertilizantes organominerais podem aumentar a biodisponibilidade do fósforo devido à competição por sítios de adsorção de fósforo pelos ácidos orgânicos gerados pela mineralização da matéria orgânica (Fernandes et al., 2015).

Os fertilizantes organomineirais são formulados a partir de resíduos orgânicos como estercos, turfa, resíduos da indústria sucroalcooleira, farinhas de ossos, tortas diversas, resíduos agroindustriais e lodo de esgoto. Existe a possibilidade de utilização dos resíduos de suínos e aves sem transformação biológica, utilizando-se apenas processos físicos para secagem e redução do tamanho de partícula, cujas vantagens são curto tempo entre a chegada do resíduo e a obtenção do fertilizante. É esperado um aumento na produção nacional de fertilizantes organominerais de 20 milhões de toneladas por ano até 2020 e esse acréscimo na produção impactará diretamente a demanda externa por NPK no Brasil, que representará cerca de 25% até 2020 (Benites et al., 2010).

Desta forma, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho de diferentes tipos de

[1]Discentes, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790. Carolinafedrigo@hotmail.com.
[2]Docente do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790.

fertilizantes organominerais e mineral com adubação recomendada (100%) e com redução de 1/3 da dose recomendada (66%) na cultura do milho primeira safra.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Floresta-PR, em um Latossolo Vermelho distroférrico, com textura argilosa. O delineamento experimental foi em blocos completos ao acaso, em esquema fatorial 4 x 2 (Fonte x Dose) em 4 repetições. Os fertilizantes organominerais utilizados foram granulado (OG), mistura de grânulos (OM) e peletizado (OP) e o mineral mistura de grânulos (MI), todos os fertilizantes foram padronizados na dose de 60 kg ha^{-1} de P_2O_5 considerada recomendada (100%) e dois terços da dose recomendada 40 kg ha^{-1} de P_2O_5 (66%). O material vegetal utilizado foi milho DOW 2B587PW® com densidade de semeadura de 2,9 sementes por metro e espaçamento de 0,45 metros.

A colheita foi em área útil de 9,45 m^2 e a produtividade de massa de grãos. Uma amostra dos grãos foi separada para determinação do teor de fósforo (Malavolta et al., 1997). A coleta de solo foi realizada após a colheita do milho e o fósforo no solo foi determinado conforme Silva (2009). As análises estatísticas foram realizadas pelo software SISVAR utilizando Tukey ($p<0,10$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para a produtividade, massa de mil grãos (mmg) e teor de fósforo no grão (P grão) estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Produtividade, massa de mil grãos e teor de fósforo no grão na cultura do milho segunda safra 2017/18.

	Variáveis		
Fontes de variação	Produtividade (kg ha^{-1})	mmg (g)	P grão (g kg^{-1})
MI	10520,5	518,7ns	2,50
OP	10305,3	502,2	2,67
OM	10216,1	522,7	2,60
OG	10077,3	515,6	2,64
100	10358,3	522,1 A	2,55
66	10201,3	507,5 B	2,65
Média geral	10279,8^{ns}	514,8	2,60^{ns}
CV%	5,94	3,75	13,38

Médias seguidas por mesmas letras não diferem entre si na coluna pelo teste Tukey a 10%.
^{ns}Não significativo na coluna.

Não foram observadas diferenças estatísticas significativas para a produtividade e teor de fósforo no grão para fonte, dose e interação entre as mesmas. A produtividade do milho não

foi alterada com a redução da dose dos fertilizantes devido a alta fertilidade do solo, que foi capaz de suprir as necessidades nutricionais da cultura. A média dos tratamentos para o teor de fósforo no grão foi 2,60 g kg^{-1}, demostrando que os fertilizantes não interferiram no teor de fósforo translocado para o grão. Foi observada diferença significativa para dose na massa de mil grãos, em que a dose 100% foi superior a dose 66%.

A interação entre as fontes e as doses foi observada para a variável massa de mil grãos, em que o fertilizante organomineral peletizado foi superior na dose 100% quando comparado a dose 60%. Para os demais fertilizantes não foram apresentadas diferenças entre as doses.

Para os teores de fósforo no solo, foram observadas diferença estatísticas para fonte e dose na camada de 0,0-0,10 m e para dose na camada de 0,10-0,20 m (Tabela 2).

Foram observadas diferenças estatísticas significativas para o teor de fósforo no solo na camada de 0,0-0,10 m, em que o fertilizante organomineral peletizado foi superior ao organomineral mistura de grânulos, contudo, ambos não diferiram do organomineal granulado e do mineral. Na camada de 0,10-0,20 m não foram observadas diferenças para as fontes, obtendo valor médio de 12,33 mg dm^{-3}.

Os teores de fósforo responderam positivamente a dose utilizada nas camadas de 0,0-0,10 m e 0,10-0,20 m para os diferentes fertilizantes, pois em ambas as camadas a dose 100% do recomendado foi superior ao 66%. Demostrando que a utilização de fertilizantes organominerais e mineral com redução da dose diminuiu o teor de fósforo no solo.

Tabela 2. Teores de fósforo no solo na camada de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m.

	Variáveis	
Fontes de variação	P 0,0-0,10 (mg dm^{-3})	P 0,10-0,20 (mg dm^{-3})
MI	14,94 AB[1]	13,15
OP	17,18 A	12,21
OM	12,41 B	10,05
OG	14,66 AB	13,93
100%	16,53 A[2]	14,05 A
66%	13,06 B	10,62 B
Média geral	14,80	12,33
CV%	25,5	36,9

[1]Médias seguidas por mesmas letras não diferem entre si na coluna para adubos pelo teste Tukey a 10%.
[2]Médias seguidas por mesmas letras não diferem entre si na coluna para doses pelo teste Tukey a 10%.
[ns]Não significativo na coluna.

A interação entre as fontes e as doses foi observada para o teor de fósforo na camada de 0,10-0,20 m, em que o fertilizante organomineral granulado foi superior na dose 100% do que na dose 60%, enquanto os outros fertilizantes não apresentaram diferença estatística mesmo

[1]Discentes, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790. Carolinafedrigo@hotmail.com.
[2]Docente do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá, Av. Colombo 5790.

reduzindo o teor no solo.

CONCLUSÕES

Os diferentes fertilizantes organominerais utilizados na dose recomendada de P_2O_5 apresentaram desempenho semelhante ao fertilizante mineral, sem prejuízos para a cultura e para solo. Quando utilizados fertilizantes organominerais e mineral com redução da dose recomendada de P_2O_5, ocorreu diminuição nos teores de fósforo no solo nas camadas de 0,0-0,10 e 0,10-0,20 m.

REFERÊNCIAS

Benites VM, Correa JC, Menezes JFS, Polidoro JC. Produção de fertilizante organomineral granulado a partir de dejetos de suínos e aves no Brasil. In: Anais da XXIX Reunião Brasileira de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas; 2010 Set 13-17; Guarapari, Espírito Santo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2010.

Fernandes DM, Grohskopf MA, GOMES ER, Ferreira NR, Büll LT. Fósforo na solução do solo em resposta à aplicação de fertilizantes fluidos mineral e organomineral. Irriga. 2015; 1:14-27. https://doi.org/10.15809/irriga.2015v1n1p14.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato; 1997.

Silva, FC. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ª ed Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; 2009.

PROCESSOS PEDOGENÉTICOS NO PRIMEIRO PLANALTO PARANAENSE REPRESENTADOS POR ÍNDICES DE RELEVO

Nádia Mariane Mucha[1], Daniela Nicole Ferreira[1], Amanda Dias dos Reis[1], Pablo Vidal-Torrado[2], Luiz Claudio de Paula Souza[3], Jairo Calderari de Oliveira Junior[3]

RESUMO: O Primeiro Planalto Paranaense apresenta grande diversidade geológica, geomorfológica e consequente de solos, além de contemplar as nascentes de importantes rios, como o Iguaçu. Todavia, a informação sobre solos na região está disponível somente em escalas mais generalistas. Algumas alternativas mais baratas e menos subjetivas ao mapeamento de solos tradicional têm ganhado destaque na elaboração de mapas mais detalhados, como o uso de índices de representação do relevo. O objetivo deste trabalho é identificar índices de representação do relevo que possam representar os processos pedogenéticos e, consequentemente, as diferentes classes de solos, auxiliando o mapeamento em escala de maior detalhe. Para tanto, foram realizadas descrições morfológicas, coletas e análises de solos de topossequências de três unidades geomorfológicas do Primeiro Planalto Paranaense, na região de Tijucas do Sul. Acima de 1.100m de altitude foram observados Organossolos Fólicos, em que os índices não puderam predizer sua ocorrência, ao passo que para os Organossolos Háplicos, os índices TWI acima de 10 e MRVBF acima de 1 se mostram úteis na indicação de sua ocorrência. Todavia, para o melhor desempenho dos índices, é necessário fazer uma separação das unidades geomorfológicas.

PALAVRAS-CHAVE: Pedologia, Levantamento de Solos, Geomorfometria.

INTRODUÇÃO

O Primeiro Planalto Paranaense (PPP) possui grande diversidade ambiental, compreendendo nascentes de importantes rios, como o rio Iguaçu. A grande variação quanto a geologia e geomorfologia, resulta em igual diversidade de solos, como solos orgânicos de altitude, bem drenados, a solos orgânicos de ambientes hidromórficos, mal drenados (Oka-Fiori et al., 2006).

Apesar de tamanha importância, as informações sobre os diferentes tipos de solos e sua relação com a paisagem estão apresentados em escala generalista (1:250.000), dificultando a discussão de políticas públicas para a área. Pelo fato de os levantamentos de

[1]Mestranda, PPG em Ciência do Solo – UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR.
[2]Professor, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba - SP.
[3]Professor, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR. E-mail: jairocalderari@gmail.com

solos tradicionais demandarem grande soma de recursos materiais e humanos, além de apresentar grande subjetividade na delimitação das unidades, algumas alternativas são apresentadas. Entre elas está o emprego de índices de representação do relevo (IRR) como uma tentativa de estabelecer as relações solos-paisagem de forma menos subjetiva e permitindo a replicação da metodologia em outras áreas e por pessoas com menor experiência (Prates et al., 2012).

O presente trabalho tem como objetivo definir qual(is) IRR são mais efetivos na representação de processos pedológicos e, consequentemente, na predição das classes de solos. Desta forma, seria possível realizar o levantamento de solos em uma escala de maior detalhe, subsidiando políticas públicas e manejo, conservação e ocupação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Tijucas do Sul (PR), porção meridional do PPP. O clima atual da região segundo a classificação de Köppen é Cfb, com temperatura média anual de 16.1 °C e pluviosidade média anual de 1.501 mm.

Para correlacionar as variações dos solos com os IRR, foi escolhida uma topossequência para as unidades geomorfológicas descritas por Oka-Fiori et al. (2006) como: i) SM – Blocos Soerguidos da Serra do Mar, predominando granitos; ii) PC – Planalto de Curitiba, predominando gnaisse e migmatito; e iii) AI – Planalto do Alto Iguaçu, predominando o argilito da Formação Guabirotuba. Em cada perfil da topossequência foram coletadas amostras indeformadas para análises de laboratório e realizada a descrição morfológica.

As amostras indeformadas foram utilizadas para análise da granulometria pelo método do densímetro (Donagema et al., 2011) e análises químicas de rotina. Nesta última foram determinados os valores de pH em água e em KCl, Al^{3+}, H+Al, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}, e C Orgânico (Donagema et al., 2011). A partir dos dados morfológicos, das análises granulométricas e químicas dos solos, os perfis foram classificados de acordo com os critérios definidos por EMBRAPA (2013).

Os dados do modelo digital de superfície (MDS) foram obtidos por meio do satélite utilizado na *Shuttle Radar Topography Mission* (SRTM) com resolução espacial de ~30 m. A partir do MDS foram gerados os IRR *Tographic Wetness Index* (TWI), *Multiresolution of Valley Bottom Flatness* (MRVBF), *Multiresolution of ridge top flatness* (MRRTF), *Loss of Soil* (LS), *Flow Accumulation* (Flow Ac) *e Relative Slope Position* (RSP), além da declividade (Prates et al., 2012). Os valores dos IRR foram extraídos para cada ponto

amostrado, com a finalidade de observar quais IRR melhor representariam os processos pedológicos e as diferentes classes de solos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na unidade geomorfológica da Serra do Mar (SM), foi descrito um perfil de Organossolo Fólico, situado na parte mais elevada, com altitude de 1.165 m e declividade de aproximadamente 20% (Tabela 1). Esta classe de solo é comumente observada nas áreas altimontanas em função do sistema orográfico e das baixas temperaturas que, por sua vez, atenuam a decomposição da matéria orgânica e acentuam o processo de paludização. Já o intemperismo da rocha pelos processos químicos é limitado pela declividade acentuada, a qual impede as reações químicas de alteração. A uma cota altimétrica mais baixa, o perfil apresentou menor teor de C orgânico em sua composição, apresentando somente horizontes minerais A e C (dados não apresentados). Os processos erosivos responsáveis pela pequena profundidade do perfil e sua classificação como Neossolo Regolítico, foram melhor descritos pelo índice LS e a declividade. No final da topossequência, a 1.018 m de altitude, a classe de solo observada foi o Nitossolo Háplico, porém os índices que mais se destacaram foram aqueles associados aos processos erosivos, como LS e a declividade, mas sua ocorrência pode ser explicada pela posição no sopé da encosta, conforme é observado pelo índice RSP, onde os valores mais próximos de zero indicam proximidade com a base da encosta ao passo que o valor 1 indica o divisor de águas ou topo da encosta.

Na unidade geomorfológica do Planalto de Curitiba (PC), somente foram observados Nitossolos Háplicos (NX), desde o topo até o terço inferior da encosta. Os vales presentes nesse compartimento são, em geral, estreitos e dificultam o acúmulo de água e, consequentemente a formação de solos hidromórficos como, por exemplo, Gleissolos ou Organossolos. Os Nitossolos nessa unidade apresentaram declives e valores para LS menores que a unidade anterior.

Já na unidade geomorfológica do Planalto do Alto Iguaçu (AI), os solos observados variaram entre Nitossolos Háplicos e Organossolos Háplicos (Tabela 1). Nessa situação, os índices que melhores representaram a variação de solos foram o MRVBF, TWI e Flow Ac, todos apresentando valores bem superiores para o Organossolo (Tabela 1). Os maiores valores para esses índices são frequentemente associados a ambientes com saturação de água que, na área do estudo, atua como principal fator para a baixa decomposição da matéria orgânica e resulta, consequentemente, no processo de paludização e formação dos

[1]Mestranda, PPG em Ciência do Solo – UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR.
[2]Professor, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba - SP.
[3]Professor, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR. E-mail: jairocalderari@gmail.com

Organossolos Háplicos (Prates et al., 2012). O processo de paludização na unidade AI difere daquele observado na unidade da SM por ocorrer em ambiente anaeróbico e, que na classificação de solos, é representada no segundo nível categórico. Ainda na unidade geomorfológica AI, os valores de MRVBF abaixo de 0,5 e de TWI abaixo de 10 separaram os Nitossolos Háplicos dos Organossolos Háplicos.

Tabela 1. Valores dos Índices de Representação do Relevo para as classes de solos nos diferentes compartimentos geomorfológicos.

Un. Geom.[1]	Solo[2]	Altitude[3]	Flow Ac	LS	MRRTF	MRVBF	RSP	Declive[4]	TWI
SM	OO	1165	1946	2.208	0.0065	0.014	0.73	19.74	5.08
SM	RR	1090	4997	5.388	0.0000	0.000	0.47	34.16	5.67
SM	NX	1018	60353	6.784	0.0000	0.001	0.15	26.24	8.65
PC	NX	962	1710	1.058	0.3833	0.345	0.11	10.80	6.53
PC	NX	911	2270	0.769	0.0416	0.898	0.04	8.43	6.09
PC	NX	908	3503	2.811	0.0045	0.091	0.02	20.38	6.06
AI	NX	945	1235	0.612	1.9509	0.105	0.16	7.54	5.78
AI	NX	943	1519	1.152	0.4079	0.378	0.15	10.26	5.53
AI	OX	929	47568	0.000	0.0009	1.981	0.09	3.77	13.75

[1]Unidade Geomorfológica segundo Oki-Fiori et al. (2006): SM – Serra do Mar; PC – Planalto de Curitiba; AI – Planalto do Alto Iguaçu. [2]Classes de solos: OO- ORGANOSSOLO FÓLICO Hêmico fragmentário; RR – NEOSSOLO REGOLÍTICO Distrófico típco; NX – NITOSSOLO HÁPLICO Distrófico típico; OX – ORGANOSSOLO HÁPLICO Sáprico típico. [3]Altitude em relação ao nível médio do mar, em metros. [4]Declividade em porcentagem.

CONCLUSÕES

Os Índices de Representação do Relevo que melhor demonstraram a variação dos solos foram o MRVBF, LS, TWI, enquanto os índices MRRTF e Flow Ac não apresentaram grande eficiência. Os índices demonstraram desempenho distinto em cada uma das unidades geomorfológicas, implicando que, antes da sua desses índices para mapeamento digital dos solos, é fundamental observar os compartimentos geomorfológicos da área.

REFERÊNCIAS

Donagema GK, Campos DVB, Calderano SB, Teixeira WG, Viana JHM (Org.). Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. rev. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013.

Oka-Fiori C, Santos LJC, Canali NE, Fiori AP, Silveira CT, Silva JMF, Ross JLS. Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná: escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000. Minerais do Paraná – MINEROPAR, Curitiba, 2006.

Prates V, Souza LCP, Oliveira Junior JC. Índices para a representação da paisagem como apoio para levantamento pedológico em ambiente de geoprocessamento. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. 2012. 16, 408–414.

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS
28 a 31 de maio de 2019
Ponta Grossa - PR

FORMAÇÃO EM SOLOS PARA PROFESSORES DA EDUCAÇÃO BÁSICA

Letycia Maria de Brito[1], Marcelo Ricardo de Lima[2], Fabiane Machado Vezzani[2]

RESUMO: Apesar de sua importância para as populações urbanas e rurais e ao meio ambiente, muitas vezes o conteúdo "solo" é apresentado pelos professores em sala de aula de forma pouco interessante, descontextualizada ou até mesmo equivocada. O objetivo deste trabalho foi apresentar as ações de educação inicial e continuada desenvolvidas pelo Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR, voltadas aos docentes da educação básica. Em um dos cursos realizados foi observado que 100% dos participantes afirmaram que o curso contribuiu totalmente para a sua atividade profissional. A nota média atribuída pelos participantes ao curso foi 9,6. Também os questionários indicaram que 100% dos participantes irão indicar o curso a outros colegas. A experiência está sendo ampliada para outras cidades, e também gerou formações na modalidade EaD, além de uma disciplina de graduação "Solos na Educação Básica" visando à formação inicial dos futuros professores.
PALAVRAS-CHAVE: ensino de solos; formação inicial; formação continuada.

INTRODUÇÃO

O solo, juntamente com o ar, água e energia solar, é um dos responsáveis pela existência da vida em nosso planeta. No entanto, apesar de seu relevante papel, o solo vem sendo progressivamente degradado devido a usos inadequados a ponto de diminuir o seu potencial para sustentar o crescimento vegetal e demais funções ambientais.

De acordo com Favarim e Mello (2012), a representação social dos professores pode consistir em uma relação de subsistência com o solo, com a preocupação em conservar o solo

[1] Acadêmica do curso de Agronomia da Universidade Federal do Paraná (UFPR). E-mail: letyciabrito96@gmail.com
[2] Prof.(a) Dr.(a) do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Coordenadores do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR. Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, 80035-050, Curitiba, PR. E-mail: mrlima@ufpr.br; fabianevezzani@gmail.com

para produzir alimentos e fazer construções, sem estabelecer relações concretas entre educação em solos e proteção desse recurso ambiental.

Segundo Silva et al. (2008), os livros didáticos de geografia dos anos finais do ensino fundamental não proporcionam o entendimento do solo como um elemento natural componente da paisagem, e resultante de processos desencadeados nos diferentes ecossistemas sob a atuação de fatos geomorfológicos, climas, material de origem, os organismos vivos e o seu tempo de formação. Ainda, de acordo com Belem (2010), nos livros didáticos de geografia do ensino médio analisados, o solo é discutido em pouco mais de uma página, incluindo texto, gravura e fotos, sendo que em apenas alguns, o solo é apenas citado ao discutirem outros conteúdos.

Tendo em vista estas deficiências no material didático, segundo Souza e Matos (2012), o conteúdo "solos", ministrado no ensino médio, exige exercício de uma prática pedagógica na qual é importante o papel do professor e de ferramentas alternativas de ensino em relação ao contexto em que se inserem na sua realidade local. Estes autores afirmam que, muitas vezes, o que ocorre é o despreparo dos profissionais, bem como do material didático utilizado nas escolas, sobretudo quando se destaca o assunto solos.

Segundo Lima et al. (2003), os cursos de extensão universitária podem ser uma estratégia eficaz de formação continuada de docentes da educação básica, mostrando que o solo não é uma entidade isolada, mas integrante do ambiente natural, fundamental para a manutenção do ecossistema terrestre, tanto no meio rural como urbano.

O objetivo deste trabalho foi apresentar as ações de educação inicial e continuada desenvolvidas pelo Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR, voltadas aos docentes da educação básica.

MATERIAL E MÉTODOS

Esta experiência foi desenvolvida no âmbito do Programa de Extensão Universitária Solo na Escola/UFPR, que é vinculado ao Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da Universidade Federal do Paraná (UFPR) (Lima et al., 2008).

A formação continuada dos professores da educação básica ocorre em cursos com duração variável, normalmente de 16 a 20 horas, sendo ministrados por diversos professores do Departamento de Solos e Engenharia Agrícola da UFPR. Já foram realizadas ações de formação continuada de professores em Curitiba (PR), Pinhais (PR), Paranaguá (PR), Campo Largo (PR) e Cristalina (GO).

Estes cursos apresentam temáticas variadas, conforme o interesse da entidade parceira, sendo geralmente os seguintes: valorização ambiental do solo, composição e poluição do solo,

perfil e morfologia do solo, principais solos da região, solos urbanos, biologia do solo, fertilidade do solo e ciclo dos nutrientes, conservação do solo e água, e solo e água nos ambientes urbanos e rurais.

A aplicação dos questionários de avaliação é realizada ao final dos cursos, tendo como finalidade subsidiar a análise de material didático, os ministrantes, procedimentos didáticos e conteúdo do curso. Essas informações representam a percepção dos participantes e, uma vez tabuladas e interpretadas, constituem-se em material para direcionar as atividades formativas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Desde a criação do Programa Solo na Escola/UFPR, em 2002, já foram realizados mais de 40 cursos de formação continuada de professores, com mais de 2.000 participantes, com participação expressiva de professores da educação básica.

Observa-se que o contato direto com o solo no campo é uma experiência inédita para muitos professores do ensino fundamental e médio e, para preencher essa lacuna, são desenvolvidas atividades práticas a campo na região de realização do curso.

As atividades do projeto têm sido submetidas a um processo de avaliação contínuo. As avaliações são realizadas imediatamente a cada ação, de modo anônimo, para que o resultado possa reverter em melhoria na ação seguinte. Desta maneira pretende-se evitar que a avaliação seja realizada somente ao final do projeto, mas que seja um produto contínuo da atividade extensionista.

Em um dos cursos realizados, para professores da rede pública estadual da região metropolitana de Curitiba (PR), 96% dos participantes afirmaram que a formação contribuiu para a expansão do seu conhecimento sobre solos; 54% afirmaram que os conhecimentos abordados não foram repetitivos em relação ao seu conhecimento e 38% afirmaram que foi parcialmente repetitivo; 100% afirmaram que o curso terá contribuição efetiva para a sua atividade profissional; a maioria afirmou que o curso foi acima (63%) ou dentro da sua expectativa (33%); e 100% iriam sugerir o curso para outros colegas. A nota média atribuída pelos participantes aos para o curso foi 9,6.

As ações de formação continuada em solos estão sendo ampliadas, sendo que já foram realizados quatro cursos na modalidade educação à distância (EaD), bem como em outras cidades, com o apoio de instituições locais (Institutos Federais, Prefeituras, etc.).

Esta experiência gerou a criação de uma disciplina nas licenciaturas em Geografia e Biologia da UFPR, denominada “Solos na Educação Básica”, que vem sendo continuamente ofertada desde 2014, a qual aproveita a experiência adquirida pelo Programa Solo na

Escola/UFPR, visando à formação inicial dos futuros professores articulada à ação extensionista.

CONCLUSÕES

O curso de solos mostrou-se uma ferramenta que contribui na formação continuada dos docentes da educação básica. A experiência está sendo ampliada para outras cidades, e também gerou formações na modalidade EaD, além de uma disciplina de graduação "Solos na Educação Básica" visando à formação inicial dos futuros professores.

REFERÊNCIAS

Belem RP. Análise das abordagens e discussões do conteúdo de pedologia nos livros didáticos de geografia [Dissertação]. Seropédica: Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-Graduação em Educação Agrícola; 2010.

Favarim LG, Mello NA. O solo como tema de educação ambiental na visão de educadores do ensino fundamental da cidade de Pato Branco – PR. In: Resumos Expandidos do 6 Simpósio Brasileiro de Educação em Solos; 2012; Sobral, Ceará. Sobral: Universidade Estadual do Vale do Acaraú; Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2012. CD-Rom.

Lima VC, Lima MR, Melo VF, Motta ACV, Dionísio JA, Favaretto N, Sirtoli AE, Carvalho AR, Bicca Neto H, Rodrigues R. Promoção do ensino de solos através de cursos, eventos e publicações de extensão para professores do nível fundamental e médio. Expressa Extensão. 2003; 8:1-2. CD-Rom.

Lima MR, Lima VC, Melo VF, Motta ACV. Popularização do conhecimento pedológico: a experiência do projeto de extensão universitária Solo na Escola/UFPR. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2008; 33:24-27.

Silva CS, Falcão CLC, Falcão Sobrinho J. O ensino do solo no livro didático de geografia. Revista Homem, Espaço e Tempo. 2008; 2(1):101-112. http://www.uvanet.br/rhet/index.php/rhet/article/view/29

Sousa HFT, Matos FS. O ensino de solos no ensino médio: desafios e possibilidades na perspectiva dos docentes. Geosaberes. 2012; 3(6):71-78. http://www.geosaberes.ufc.br/geosaberes/article/view/201

EFEITO DO MILHETO NA ESTRUTURA DE UM LATOSSOLO ARENOSO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR

Adriana Pereira da Silva[1], Ricardo Ralisch[2], Maria de Fátima Guimarães[2]

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar os volumes estruturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, submetido ao preparo de solo profundo localizado (PSPL) em cultivo de cana-de-açúcar, após cultivo solteiro de milheto. O estudo foi realizado na região Noroeste do Paraná, em solo derivado do arenito Caiuá, em delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados dois sistemas de manejo do solo: 1) PSPL (área controle) e 2) Milheto + PSPL. Em cada manejo foram abertas 2 trincheiras para a descrição do perfil cultural. Os perfis submetidos ao PSPL apresentaram volumes de solo com estrutura morfologicamente mais compactas e com menor porosidade visível, que os perfis com milheto. Mesmo o milheto antecedendo o PSPL, não foi suficiente para remediar o impacto dessa prática no solo naturalmente frágil do arenito.
PALAVRAS-CHAVE: manejo do solo, perfil cultural, *Pennisetum americanum*.

INTRODUÇÃO

Setenta por cento dos solos da região Noroeste do Paraná são derivados do Arenito Caiuá, tendo como classe de maior representatividade o Latossolo Vermelho. De modo geral, são solos distróficos, de textura média a arenosa, com baixos teores de argila e matéria orgânica e, reduzida estabilidade de agregados (Viana et al., 2011).

O preparo convencional (PC) do solo para o cultivo da cana-de-açúcar (aração + gradagem) vem sendo substituído pelo chamado preparo de solo profundo localizado (PSPL), separando as faixas de tráfego daquelas destinadas ao crescimento das plantas.

A hipótese levantada no estudo foi que o PSPL, apesar de ser apontado como prática capaz de reduzir a compactação, por limitar a zona de tráfego de máquinas, promove intenso revolvimento na faixa de cultivo, resultando em modificações na estrutura do solo que podem acelerar o processo erosivo e comprometer as funções do solo, principalmente em solos frágeis como os do arenito. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os volumes estruturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, submetido ao preparo

[1]Pós doutoranda, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Rodovia Celso Garcia Cid | Campus Universitário | Cx. Postal 10.011 | Londrina – PR, drikapera@yahoo.com.br.
[2]Professor Associado, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL.
[3]Professor Titular, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq.

de solo profundo localizado (PSPL) em cultivo de cana-de-açúcar, após o cultivo solteiro de milheto.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

O estudo foi estabelecido no município de Cidade Gaúcha, região noroeste do Paraná, em solo derivado da formação arenito Caiuá, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura arenosa (840 g de areia, 120 g de argila e 40 g de silte por kg^{-1} de solo).

Foram avaliados os sistemas de manejo do solo: 1) Preparo do solo profundo localizado (PSPL), a ~ 0,70 m de profundidade, área controle e 2) Milheto [*Pennisetum americanum* (L.)]+ PSPL (M + PSPL).

A semeadura do milheto foi realizada a lanço, utilizando-se 25 kg ha^{-1} de sementes. O milheto foi dessecado com glifosato, na dose de 2400 g ha^{-1} do ingrediente ativo, aos 128 dias após a semeadura. Posteriormente, foi realizado o PSPL seguido do plantio manual da cana-de-açúcar sobre os resíduos do milheto. A avaliação em ambos tratamentos, PSPL e M + PSPL, foi realizada oito meses após o plantio da cana-de-açúcar.

Em cada tratamento foram abertas 2 trincheiras (3,50 m de comprimento x 2,50 m de largura x 1,20 m de profundidade), para a descrição dos perfis culturais, conforme Tavares Filho et al. (1999). Os perfis foram representados graficamente através do software ArcView versão 10.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis submetidos ao PSPL (Figura 1) apresentaram volumes de solo com estrutura morfologicamente mais compacta e com menor porosidade visível, que os perfis com milheto (Figura 2). O volume de solo visualmente não alterado pelo manejo (NAM) equivale à estrutura microagregada Bw dos Latossolos.

O uso do milheto antecedendo o PSPL, juntamente com o efeito das raízes da cana, proporcionaram estruturas menos compactas nos perfis (Figura 2). A influência benéfica das gramíneas na estruturação do solo é atribuída à alta densidade de raízes, às suas renovações periódicas e à distribuição uniforme dos exsudatos no perfil do solo, que estimulam a atividade microbiana, a qual produz compostos que atuam na formação e estabilização dos agregados (Rashid et al., 2016). Além do que, o milheto apresenta sistema radicular vigoroso e abundante, e alta relação C/N na palhada, o que garante uma

decomposição mais lenta de seu resíduo, prolongando seu efeito na estruturação do solo.

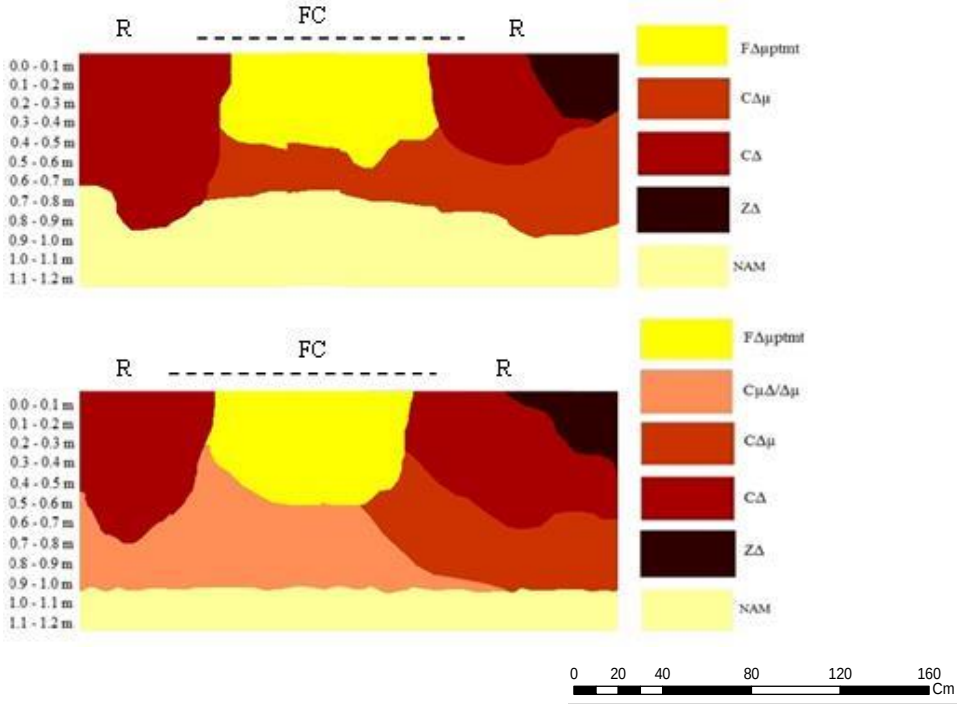
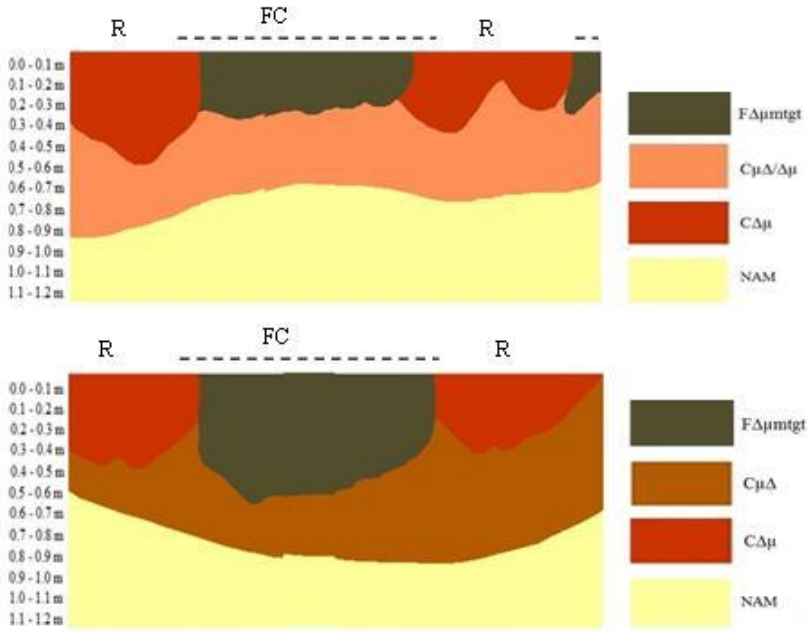


Figura 1. Perfis culturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico submetido ao preparo de solo profundo localizado (PSPL). Modo de organização dos torrões: C, volume de solo contínuo; F, volume de solo fissurado; Z, volume de solo laminar; pt, pequenos torrões (1 cm Ø); mt, médios torrões (5 cm Ø); Estado interno dos torrões: μΔ, poroso com indícios de compactação; μΔ/Δμ, porosidade intermediária; Δμ, compacto com presença de alguma porosidade; Δ, compacto sem porosidade visível a olho nú; NAM, não alterado pelo manejo. R, rodado; FC, faixa de cultivo.



[1]Pós doutoranda, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Rodovia Celso Garcia Cid | Campus Universitário | Cx. Postal 10.011 | Londrina – PR, drikapera@yahoo.com.br.
[2]Professor Associado, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL.
[3]Professor Titular, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq.

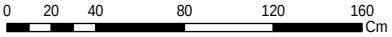


Figura 2. Perfis culturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com plantio de milheto submetido ao preparo de solo profundo localizado (M + PSPL). Modo de organização dos torrões: C, volume de solo contínuo; F, volume de solo fissurado; mt, médios torrões (6 cm Ø); gt, grandes torrões (10,5 cm Ø); Estado interno dos torrões: μΔ, poroso com indícios de compactação; μΔ/Δμ, porosidade intermediária; Δμ, compacto com presença de alguma porosidade; NAM, não alterado pelo manejo. R, rodado; FC, faixa de cultivo.

No PSPL, a presença de estrutura compacta na área destinada ao rodado foi resultado da carga e/ou pressão exercida pelo rodado da máquina, que compactou os agregados e a terra fina desagregada durante seu deslocamento. No sistema de controle de tráfego a compactação na linha do rodado é intensificada, já que o tráfego fica concentrado em faixas permanentes (Figura1).

Os perfis de M + PSPL apresentaram estruturas menos compactas na área do rodado. Entretanto, apesar do uso do milheto antecedendo o PSPL, ter contribuído com a melhoria da estrutura do solo, essa prática não foi suficiente para remediar os efeitos danosos do PSPL sobre o solo naturalmente frágil do arenito.

CONCLUSÕES

1. O PSPL promove o aparecimento de volumes de solo com estrutura compacta e sem porosidade visível a olho nú.

2. O milheto antecedendo o PSPL proporciona melhora na estrutura do solo com aumento da porosidade visível.

REFERÊNCIAS

Rashid MI, Mujawar LH, Shahzad T, Almeelbi T, Ismail IMI, Oves M. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability andaggregate formation in degraded soils. Microbiol Res. 2016, 183:26–41. doi: 10.1016/j.micres.2015.11.007

Tavares Filho J, Ralisch R, Guimarães MF, Medina CC, Balbino LC, Neves CSVJ. Método do perfil cultural para avaliações do estado físico de solos em condições tropicais. Rev Bras Cienc Solo. 1999, 23:393–399. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831999000200022

Viana ET, Batista MA, Tormena CA, Costa ACS, Inoue TT. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. Rev Bras Cienc Solo. 2011, 35:2105–2114. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000600025

PRODUÇÃO DE SEDIMENTOS EM ESCALA DE ENCOSTA COM TERRAÇOS RECÉM IMPLANTADOS

José Francirlei de Oliveira[1], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[2], Jean Carlo Santos de Oliveira[3], Luciano Hideo Ponciano de Oliveira[3], Rafael Jioconda Rodrigues[4]

RESUMO: A conservação do solo é fortemente dependente do controle das perdas de água e solo, e há poucas informações sobre essa perda na escala de encosta. O objetivo do estudo foi avaliar as perdas de solo sob plantio direto em escala de encosta com terraços e sem terraços. Foram instaladas duas parcelas de 2,67 ha, sendo uma com e a outra sem terraços. Os terraços foram implantados em junho de 2017. Foram determinadas a concentração de sedimentos em suspensão (CSS, g L^{-1}) e a produção de sedimentos (PS, Kg s^{-1}). Foram monitorados três eventos de diferentes magnitudes (9,0 a 58,2 mm) com umidade antecedente de solo saturado antes do evento de maior magnitude. Na fase inicial de implantação, em uma encosta sob plantio direto sem rotação de culturas, plantio em nível e baixa cobertura do solo com palhada, os terraços não reduziram a concentração de sedimentos em suspensão e nem a produção de sedimentos

PALAVRAS-CHAVE: erosão, plantio direto, cobertura do solo

YIELD SEDIMENTS IN HILLSIDE SCALE WITH TERRACES NEWLY IMPLEMENTED

ABSTRACT: Soil conservation are strongly dependent on the controlo f soil and water loss, and have few informations available about this loss in hillside scale. The aim of study was evaluate the soil loss on no-tillage in hillside scale with and witthout terraces. Two plots of 2.67 ha were instaled, been one with and another without terraces. The terraces were implanted in june of 2017. Suspended sediment concentration (SSC, g L^{-1}) and yield sediments (YS, Kg s^{-1}) were determined. Three events of different magnitudes (9,0 to 58,2 mm) with antecedent soil moisture saturated before the event of greater magnitude were monitorated. In the initial phase of implantation, on a hillside under no-tillage without crop rotation, level planting and low soil cover crops, the terraces did not reduced the soil suspended sediment concentration and neither the yield sediments.

[1]Analista de Ciência e Tecnologia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR, jfoliveira79@iapar.br
[2]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR
[3]Pós graduando, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR
[4]Bolsista técnico em agronomia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR

KEYWORDS: erosion, no-tillage, soil cover crops

INTRODUÇÃO

A conservação do solo é fortemente influenciada pelo controle da erosão. Nesse sentido, o terraço é um dos principais métodos mecânicos de controle das perdas de água e solo.

Atualmente, o plantio direto (PD) é um dos sistemas predominantes entre os agricultores, porém, há alguns equívocos conceituais na forma como ele é realizado atualmente pelos agricultores. É comum o rebaixamento e ou retirada dos terraços, justificada pela facilidade de mecanização das áreas, assim como o uso indiscriminado de escarificação do solo (Londero et al., 2017).

Dessa forma, o sistema de plantio direto não pode ser considerado como um sistema sustentável, uma vez que pode potencializar as perdas sedimentos e a erosão. Londero et al. (2017) observaram, na escala de encosta, a necessidade do uso de terraços para controle do escoamento superficial e perda de sedimentos. No entanto, a maior parte dos experimentos que evidenciaram a degradação do solo em áreas de plantio direto é realizado em escala de parcelas experimentais. A hipótese do presente estudo é de que, mesmo após curto período de mobilização do solo para reforma, os terraços reduzem as perdas de solo na encosta. O objetivo do estudo foi avaliar as perdas de solo em escala de encosta com terraços e sem terraços sob plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma encosta de 220 m de comprimento localizado no segundo planalto paranaense, na região norte do estado do Paraná. O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido, segundo Koopen. A precipitação média anual é de 1466 mm, sendo a máxima no mês de janeiro (média de 203 mm) e mínima no mês de agosto (50 mm). Foram encontrados os seguintes solos: LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico no topo da encosta, LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico nitossólico na meia encosta e NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico (Santos, 2018) no sopé.

Foram instaladas duas parcelas de 2,67 ha, com topografia plano-convexo e 12% de declividade média, delimitadas por meio de camalhão e nomeadas como encosta com terraço (ECT) e encosta sem terraço (EST). No final das parcelas foi instalada uma calha do tipo H, dimensionadas pelo Método Curva Número e vazão máxima calculada de 1,13 m^3s^{-1}, resultando em calhas de 0,6144 m. Um canal de 2 m foi acondicionado para regular o fluxo de água na entrada da calha.

Os terraços foram dimensionados utilizando-se o Método Curva Número, considerando-se 10 anos de período de retorno, precipitação máxima em 24 horas de 209,4 mm e a classe "C" de infiltração. As dimensões foram determinadas pelo método de Lombardi Neto et al. (1994) com 0,4 m de canal e 0,6 m de altura de camalhão. Os terraços foram construídos com arado de discos (3 discos) em junho de 2017. Os terraços foram alocados na parte leste da encosta considerando a direção do sopé para o topo, dessa forma a distância da calha H até o primeiro terraço subjacente equivale a uma seção de espaçamento entre terraços instalados na encosta.

O manejo adotado nas duas encostas é o PD, com mais de 18 anos, com semeadura de soja no verão e milho no inverno, eventualmente, o trigo é plantado no lugar do milho.

Todas as variáveis foram comparadas entre si pelo Teste "t" de comparação entre médias para amostras pareadas (dependentes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram monitorados três eventos no período de outubro de 2018 a fevereiro de 2019, eles variaram de 9,2 a 58,2 mm. A umidade antecedente aos eventos estava abaixo da capacidade de campo no evento do dia 04/10/2018, na capacidade de campo e acima da capacidade de campo nos eventos dos dias 26/10/2018 e 23/11/2018, respectivamente. Aumentando o potencial de perda de solo na encosta. No entanto, não houve diferença de concentração de sedimentos média ou máxima e nem na produção de sedimentos em função da presença dos terraços na encosta (Tabela 1).

Tabela 1. Concentração de sedimento em suspensão máxima (CSSmax.) e média (CSSmedia) e a produção de sedimentos (PS) geradas nas encostas sem terraço (EST) e com terraço (ECT).

Evento	Precipitação	Umidade antecedente	CSSmax (g L^{-1})		CSSmedia (g L^{-1})		PS (kg s^{-1})	
			EST	ECT	EST	ECT	EST	ECT
04/10/2018	36,1	23,1	6,32	3,55	2,47	1,70	4,10	0,33
26/10/2018	9,2	53,9	3,61	2,69	1,72	1,97	0,02	0,06
23/11/2018	58,2	86,3	1,43	1,82	0,62	0,60	0,17	0,12
Nível de significância			0,35		0,61		0,41	

O solo foi desestruturado recentemente para construção dos terraços (1 ano e seis meses), em uma encosta sem rotação de culturas, com baixa adição de fitomassa e cobertura do solo. Nessa área, a semeadura realizada em linha reta, proporcionando a formação de sulcos de semeadura no sentido do declive em diversos pontos da encosta, inclusive na área

entre terraços, cujos sedimentos passam pela calha H.

A associação desses fatores não promoveu a reestruturação adequada do solo após a reforma dos terraços, proporcionando a formação de uma camada superficial de solo passível de ser desprendida e transportada pelo escoamento superficial.

Além disso, deve-se considerar também que na escala de encosta (com o sem terraços), a saturação do solo e o escoamento superficial não ocorre de forma homogênea. Dunne e Black (1970) observaram que a maior parte do escoamento superficial (com consequente arraste de sedimentos) pode ser produzida a partir de pequenas áreas saturadas, enquanto que o restante da encosta atua principalmente como um reservatório durante o evento de chuva. Os autores enfatizaram ainda que essas áreas saturadas, que contribuem com o fluxo superficial, são dinâmicas e relacionadas à topografia, solos, umidade anterior e características de precipitação. Nesse contexto, para os eventos monitorados no presente estudo, a área de contribuição para produção da CSS, assim como da PS podem ser próximas entre as encostas.

CONCLUSÕES

Na fase inicial de implantação os terraços não reduziram a concentração de sedimentos em suspensão e nem a produção de sedimentos de áreas de plantio direto.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao projeto IBITIBA (Convênio IAPAR/Itaipu/Fapeagro) e à rede Agropesquisa Paraná (SEAB, SETI, OCEPAR, FETAEP e IAPAR)
pelo apoio técnico-financeiro.

REFERÊNCIAS

Dunne T, Black RD. Partial area contributions to storm runoff in a small New, England watershed. Water Resour Res, 1970; 6:1296-1311.

Londero AL, Minella.JPG, Deuschle D, Schneider, FJA, Boeni, M, Merten GH. Impact of broad-based terraces on water and sediment losses in no-till (paired zero-order) catchments in southern Brazil. J. Soil Sed, 2018; 18:1159-1175

Lombardi Neto Neto F, Belinazzi Junior R, Lepsch IF, Oliveira JB, Bertolini, D. Galeti, P.A.; Drugowich, M.I. Terraceamento agrícola. Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, CATI, 1994. 39 p. (Boletim Técnico, 206).

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araujo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa; 2018.

TRANSFORMAÇÃO POLÍTICA DOS PROFESSORES QUE PARTICIPARAM DO CURSO DE SOLOS DO "PROGRAMA SOLO NA ESCOLA/UFPR"

Selma Barbosa Bastos[1]; Fabiane Machado Vezzani[2]; Valentim da Silva[2]; Marcelo Ricardo de Lima[2]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi identificar se houve transformação política nos participantes do curso de solos para professores do "Programa Solo na Escola/UFPR" entre os anos de 2013 e 2017. A partir de um roteiro de registro escrito de narrativas, construído no *Google Forms*, 36 professores da educação básica narraram como chegaram à atual prática pedagógica na Educação em Solos. Nas narrativas, foram observadas as intencionalidades e as ações em Educação em Solos, a fim de identificar, por meio de critérios de qualidade política e não política da educação a transformação política nos mesmos. Observou-se que 19 % dos professores apresentaram equivalência entre intencionalidades e ações em qualidade política. Um indicativo de que o curso, além de outros fatores inerentes à profissão de professor como outros processos formativos, a reflexão-ação-reflexão da sua própria prática, suas crenças e valores podem ter contribuído para a transformação política destes sujeitos.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em solos. Formação de professores. Qualidade política da educação.

INTRODUÇÃO

Uma das formas mais eficazes de conservar o solo e, assim, o ambiente é por meio da educação (Ogelman, 2012). Entretanto, para que a Educação em Solos provoque a transformação dos sujeitos para o modo de pensar e agir com o solo, esta necessita ser um processo emancipatório, dinâmico, permanente e participativo. Para isso, os professores envolvidos precisam vivenciar processos formativos que subsidiem esta intencionalidade.

Nesse contexto, o Programa Solo na Escola/UFPR tem ofertado o curso de solos para professores da educação básica, por meio da abordagem tradicional de educação, visando

[1] Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, 80035-050, Curitiba-PR; selmabbastos@gmail.com

[2] Docente, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, 80035-050, Curitiba-PR; vezzani@ufpr.br; valentimdasilva@gmail.com; marceloricardodelima@gmail.com;

subsidiar a prática pedagógica dos professores. Contudo, Freire (1996) pontua que, mesmo subordinado à prática tradicional, é necessário que o sujeito "mantenha vivo em si o gosto da rebeldia que, aguçando sua curiosidade e estimulando sua capacidade de arriscar-se, de aventurar-se, de certa forma o "imuniza" contra o poder apassivador da "educação bancária", "em que a única margem de ação que se oferece aos educandos é a de receberem os depósitos, guardá-los e arquivá-los" (Freire, 2002). Esta concepção de Freire conduz a uma possibilidade de que professores que participaram do curso tenham sido sensibilizados ao ponto de gerar uma transformação política (passaram a usar seus saberes e conhecimentos na escola e na realidade) e consequente modificações em suas práticas pedagógicas tradicionais, gerando ações políticas em Educação em Solos (ações educativas capazes de condicionar práticas conscientes de uso e apropriação dos solos).

Diante disso, o objetivo deste trabalho foi identificar se houve transformação política nos participantes do curso de solos para professores do "Programa Solo na Escola/UFPR".

MATERIAL E MÉTODOS

Foi elaborado um roteiro de narrativa no *Google Forms* e enviado por e-mail a 317 professores da Educação Básica que participaram do curso de solos entre os anos de 2013 e 2017. Deste total, 36 professores narraram seus percursos formativos até a atual prática pedagógica na Educação em Solos. A narrativa escrita (Cunha, 1997) de cada sujeito da amostra foi utilizada como instrumento de pesquisa. Na narrativa, foi observada a intencionalidade e a ação do professor e classificadas em política e não política, a partir dos critérios de qualidade da educação propostos por Demo (2005).

Na análise dos componentes intencionalidade e ação do professor, foi atribuído o valor 1 para representar a presença de cada critério identificado na narrativa, independente do número de vezes que o critério foi observado para o mesmo professor. Assim, foi contabilizada a frequência das intencionalidades e das ações por critério de qualidade política e não política da educação. Após, foi contabilizada a frequência de correspondência entre a intencionalidade e as ações em Educação em Solos, a fim de constatar a transformação política após o curso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Dos 36 professores investigados, 39 e 30 % demonstraram intencionalidades em qualidade política e não política da educação, respectivamente (Tabela 1).

Tabela 1: Frequência das intencionalidades e ações em qualidade política e não política da educação dos participantes do curso de solos para professores do "Programa Solo na Escola/UFPR" entre os anos de 2013 a 2017.

Componente	Critérios de qualidade da educação	
	Política	Não política
	Frequência em %	
Intencionalidade	39	30
Ação	19	19

As intencionalidades dos professores apontaram características da educação problematizadora, de caráter autenticamente refletivo, as quais privilegiam a emersão das consciências, resultando na inserção crítica dos alunos na realidade (Freire, 2002). Os professores também narraram intenções em desenvolver processos participativos de aprendizagem baseadas em abordagens centradas nos alunos, indo de encontro à abordagem tradicional (Freire, 1996), que era predominante no curso de solos para professores. Além disso, observou-se que os professores apresentaram discursos que privilegiavam a noção de mudança em relação às ações dos alunos frente ao solo, dialogando com a ideia de Demo (2005) de que os processos educativos devem fundamentar e exercitar a cidadania, por meio de ações na realidade.

Para a componente ação, identificou-se que 19 % dos professores desenvolveram ações políticas e outros 19 % desenvolveram ações não políticas em Educação em Solos. As ações políticas foram centradas em uma abordagem participativa de aprendizagem, envolvendo os alunos nos processos de construção do conhecimento. Já as ações não políticas, indicaram que o aluno foi considerado o sujeito que apenas escuta, copia e reproduz (Demo, 2011) e o professor o sujeito que narra os conteúdos (Freire, 2002).

Contudo, o que determina a transformação política é a equivalência entre a intencionalidade e a ação política. Nesse contexto, 19 % dos professores apresentaram intencionalidades e ações em qualidade política. Por outro lado, 8 % dos professores apresentaram intencionalidades em qualidade política, porém as ações desenvolvidas foram classificadas como não política. Além disso, 8 % dos professores apresentaram intencionalidades e ações em qualidade não política (Tabela 2).

Tabela 1 - Frequência das correlações entre intencionalidades e ações na educação dos participantes do curso de solos para professores do "Programa Solo na Escola/UFPR" entre os anos de 2013 a 2017.

Intencionalidade	Ação	
	Política	Não política
	Frequência em %	
Política	19	8
Não política	-	8

Nas palavras de Freire (2000, p. 89), “a educação é sempre uma certa teoria do conhecimento posta em prática [...]”. Neste sentido, é preciso haver equivalência entre a intencionalidade do professor e a efetivação da prática pedagógica para que os objetivos pretendidos sejam alcançados em sua totalidade.

Não se pode atribuir que a transformação política dos professores foi decorrente apenas do curso, já que este processo formativo é apenas uma etapa da formação. Fatores como outros processos formativos, a reflexão-ação-reflexão da sua própria prática, suas crenças e valores também podem ter influenciado para a transformação políticas destes sujeitos.

CONCLUSÕES

Por meio da análise das intencionalidades e ações em Educação em Solos presentes nas narrativas dos 36 professores que fizeram o curso de solos do “Programa Solo na Escola/UFPR”, entre os anos de 2013 a 2017, foi possível identificar a tranformação política de 19 % dos professores. Um indicativo de que o curso, além de outros fatores inerentes à profissão de professor como outros processos formativos, a reflexão-ação-reflexão da sua própria prática, suas crenças e valores podem ter contribuído para a transformação política destes sujeitos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Cunha MI. Conta-me agora! As narrativas como alternativas pedagógicas na pesquisa e no ensino. Rev. Fac. Educ.1997; 23:185-195. http://dx.doi.org/10.1590/S0102-25551997000100010

Demo P. Teoria e prática da avaliação qualitativa. Perspectivas. 2005; 4:106-115.

Demo P. Pesquisa: princípios científicos e educativos. 4 ed. São Paulo: Cortez; 2011.

Freire P. Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa. 25 ed. São Paulo: Paz e Terra; 1996.

Freire P. Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos. São Paulo: Editora UNESP; 2000.

Freire P. Pedagogia do oprimido. 34 ed. São Paulo: Paz e Terra; 2002.

Ogelman H. Teaching preschool children about nature: A project to provide soil education for children in Turkey. Early Childhood Educ J. 2012; 40: 177-185. https://doi.org/10.1007/s10643-012-0510-4

ACÚMULO DE FITOMASSA DE ADUBOS VERDES SOB EFEITO DA APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA EM LONGO PRAZO

Christian Lopes[1], Leysse Silla[2], Victoria Koszalka[3], Ana Carolina Ricardi[3], Marcelo Marques Lopes Müller[4]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi de avaliar a produção de fitomassa de parte aérea de adubos verdes de ciclo hibernal cultivados solteiros ou em consórcio de espécies sob efeito residual de gessagem em plantio direto. Em delineamento de blocos ao acaso com parcelas subdivididas os tratamentos consistiram de 5 doses de gesso aplicadas em superfície no ano de 2009, sendo elas de: 0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1} de gesso agrícola; as subparcelas foram implantadas em 2018 com três diferentes níveis de adubação verde de inverno: sem adubo verde (controle), adubo verde solteiro (aveia preta) e consórcio de adubos verdes (aveia preta + centeio + nabo forrageiro + tremoço branco). Ao final do ciclo dos adubos verdes foi avaliada a sua produção de massa seca de parte aérea. Não houve efeito das doses de gesso ou interação entre doses e níveis de adubação verde para a produção de massa seca das espécies estudadas. Por outro lado o consórcio de adubos verdes obteve maior produção de fitomassa de parte aérea do que o cultivo de aveia solteira, evidenciando o potencial da prática para proteção do solo e reciclagem de nutrientes com a vantagem da diversidade de propriedades das espécies adotadas combinadas.

PALAVRAS-CHAVE: gesso agrícola, massa seca, consórcio.

INTRODUÇÃO

O gesso agrícola vem sendo estudado visando o condicionamento do solo em subsuperfície, pela adição de cálcio (Ca^{2+}), de enxofre (S), que auxilia na movimentação das bases para as camadas mais profundas do solo e pela redução dos problemas com o alumínio (Al^{3+}) tóxico para o crescimento das raízes (Neis et al., 2010). Garantindo um ambiente mais adequado, as raízes podem explorar melhor o perfil do solo, aproveitando os nutrientes e utilizando mais eficientemente a água.

[1]Mestrando, Unicentro, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR. christian42lopes@gmail.com.
[2]Estagiária, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[3]Mestrando, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[4]Professor, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.

O emprego de adubos verdes (AV) em áreas de sistema plantio direto (SPD) é uma prática interessante para a sustentabilidade do sistema de cultivo, pois protege o solo, pode ser adotado durante o outono ou inverno na região sul do Brasil, evitando o pousio e ainda tem potencial de reciclagem de nutrientes, melhor aproveitamento da água do solo e aporte de matéria orgânica (Antil et al., 2011). A adubação verde pode ser conduzida em cultivo solteiro ou em consórcio de diferentes espécies e famílias de AV (Calegari, 2016), dependendo do objetivo da prática quanto à proteção do solo ou eficiência na reciclagem de nutrientes.

A adubação verde combinada à gessagem pode ter seu potencial de exploração do perfil do solo e reciclagem de nutrientes potencializados, logo o objetivo desse trabalho foi de verificar a influência de doses de gesso na produção de fitomassa de parte aérea de AV de ciclo hibernal em cultivo solteiro ou consorciado.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), na área experimental do departamento de agronomia do Campus CEDETEG. O clima se enquadra como Cfb na classificação de Köppen e o solo foi classificado como Latossolo Bruno (Michalovicz, 2012), cultivado sob SPD desde 2005.

Em delineamento de blocos ao acaso cinco doses de gesso foram aplicadas em superfície no ano de 2009: 0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1}, espécies como trigo, feijão, aveia, milho, soja e cevada foram cultivadas ao longo do tempo. Em junho 2018 as parcelas experimentais contendo doses de gesso foram subdivididas com três níveis de adubação verde durante o inverno: sem AV (controle), AV solteiro com aveia preta (IAPAR 61) e consórcio de AV contendo: aveia preta (IAPAR 61) + centeio (IPR 89) + nabo forrageiro (IPR 116) + tremoço branco (comum).

Após a condução dos AV durante o inverno e antes de serem manejados com herbicida e rolo-faca para o cultivo da cultura de verão, amostras de parte aérea foram coletadas, cortando-se as plantas rente ao solo em três repetições de 1 m linear por subparcela. O material coletado foi seco em estufa com circulação forçada de ar a 60º C até atingir peso constante, que foi utilizado para estimar a produção de massa seca (MS) de parte aérea dos AV estudados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As doses de gesso agrícola não surtiram efeito na produção de MS dos AV,

independente de serem cultivados solteiros ou consorciados, também não houve interação entre doses de gesso e nível de adubação verde. Por outro lado houve efeito na produção de fitomassa influenciada pelo nível de adubação verde.

No tratamento controle observou-se uma média de cobertura por plantas voluntárias durante o ciclo hibernal de 98 kg ha^{-1} de MS. Já com relação ao tipo de cultivo, AV consorciados produziram aproximadamente 2.500 kg ha^{-1} de MS a mais do que a aveia preta conduzida solteira (Figura 1).

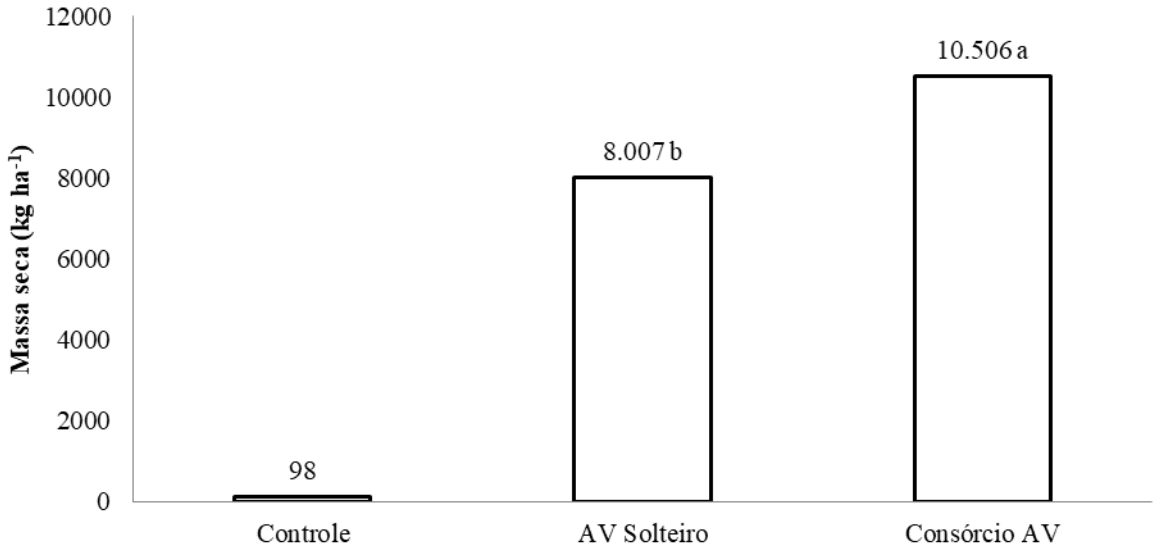


Figura 1. Produção de fitomassa de tipos de cultivo de AV de ciclo hibernal e plantas voluntárias (controle) em SPD. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Tais efeitos indicam que após 9 anos de sua aplicação o gesso não incutiu mais efeito sobre a produção de MS das espécies estudadas nesse trabalho. Apesar de outros estudos indicarem que os efeitos remanescentes da aplicação do gesso na produtividade das culturas podem ultrapassar os 15 anos (Toma et al., 1999), tal resposta sofre interferência da espécie e do clima, como a ocorrência de déficit hídrico (Tiecher et al., 2018).

Por outro lado, os efeitos apresentados pelo cultivo consorciado de AV sugerem seu potencial na reciclagem de nutrientes e proteção do solo, além de aporte de matéria orgânica, não apenas em superfície, mas combinada ao gesso, a adubação verde pode mesmo incrementar as características da matéria orgânica ao longo do perfil do solo (Sharma et al., 2017). Ao longo do tempo, esses efeitos podem beneficiar as culturas em rotação com os AV, seja pela melhora do fornecimento de nutrientes, da qualidade do perfil do solo, ou ainda pela redução das doses de fertilizantes necessárias.

[1]Mestrando, Unicentro, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR. christian42lopes@gmail.com.
[2]Estagiária, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[3]Mestrando, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[4]Professor, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.

CONCLUSÕES

Após nove anos de sua aplicação o gesso agrícola não influenciou na produção de MS de parte aérea dos AV estudados. AV cultivados em consórcio de espécies produziram mais fitomassa do que a aveia solteira, tendo maior potencial de reciclagem de nutrientes.

REFERÊNCIAS

Antil RS, Bar-tal A, Fine P, Hadas A. Predicting nitrogen and carbon mineralization of composted manure and sewage sludge in soil. Compost Sci Util. 2013; 19:33-43. https://doi.org/10.1080/1065657X.2011.10736974

Calegari A. Plantas de cobertura: Manual técnico. Londrina: IAPAR; 2016.

Michalovicz L. Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho-cevada-feijão-trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em plantio direto [tese]. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste; 2012.

Neis L, Paulino HB, Souza ED, Reis EF, Pinto FA. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás. Rev Bras Cienc Solo. 2010; 34:409-16. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200014

Sharma P, Laor Y, Raviv M, Medina S, Saadi I, Krasnovsky A, Vager M, Levy GJ, Bar-tal A, Borisover M. Green manure as part of organic management cycle: Effects on changes in organic matter characteristics across the soil profile. Geoderma. 2017; 305:197-207. http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.06.003

Tiecher T, Pias OHC, Bayer C, Martins AP, Denardin LGO, Anghinoni I. Crop response to gypsum application to subtropical soils under no-till in Brazil: a systemic review. Rev Bras Cienc Solo. 2018; 42:1-17. https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20170025

Toma M, Sumner E, Saigusa M. Long-term effects of gypsum on crop yield and subsoil chemical properties. Soil Sci Soc Am J. 1999; 39:891-95. http://dx.doi.org/10.2136/sssaj1999.634891x

CARACTERIZAÇÃO DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE LIBERAÇÃO CONTROLADA

Bruno Maia Abdo Rahmen Cassim[1], Evandro Antonio Minato[2], Marcos Renan Besen[2], Jéssica Caroline Coppo[2], Éder Junior de Oliveira Zampar[2], Tadeu Takeyoshi Inoue[3], Marcelo Augusto Batista[3]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a liberação de nitrogênio (N) e sua cinética de difusão de fertilizantes de liberação controlada. O experimento de campo foi conduzido no município de Maringá – PR, em um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico em delineamento de blocos casualizados. Os tratamentos foram constituídos de 6 fontes nitrogenadas T1: testemunha; T2: ureia; T3: sulfato de amônio, T4: polímero Agrocoat®, T5: polímero FortBlen® e T6: polímero kimcoat®, sendo estes últimos três objetos de estudo do presente trabalho. Foi avaliado a liberação de N e a cinética de difusão ao longo do tempo destes fertilizantes, e os mesmos caracterizados quanto ao seu recobrimento utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV). Fertilizantes de liberação controlada liberam N de forma diferenciada ao longo do tempo durante o cultivo do milho safrinha. A maior espessura da camada de revestimento do grânulo da ureia proporcionou menor liberação de N e maior intensidade no processo de difusão.

PALAVRAS-CHAVE: revestimento, polímeros, difusão

INTRODUÇÃO

A ureia quando aplicada sobre o solo pode apresentar baixa eficiência, devido a perdas de N por volatilização de amônia (NH_3), desnitrificação e lixiviação. Dessa maneira, uma das formas de reduzir as perdas por volatilização de NH_3 seria por meio de fertilizantes com os grânulos de ureia revestidos por diversos materiais (enxofre elementar, resinas, ceras e polímeros), sendo estes chamados de fertilizantes de liberação controlada.

Estes materiais que revestem o grânulo da ureia servem como uma camada protetora, sendo permeável a água e regulando o processo de liberação do nutriente contido no interior, diminuindo as perdas por volatilização e sincronizando a liberação de nutrientes de acordo com a demanda das culturas (Cahill et al., 2010). Porém, os fertilizantes revestidos por polímeros, encontrados no mercado se diferem na natureza química do material envolvente

[1]Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM. bruno_cassim@hotmial.com
[2]Pós-Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM.
[3]Professor adjunto do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM.

e na espessura do revestimento, o que pode alterar a eficiência do fertilizante e o tipo de cultura em que o mesmo é recomendado, dificultando a recomendação desta tecnologia. Assim, o objetivo deste trabalho foi caracterizar e avaliar a liberação de nitrogênio e a cinética de difusão de fertilizantes de liberação controlada ao longo do tempo durante o cultivo de milho safrinha.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Maringá – PR, na fazenda experimental de Iguatemi (FEI), em um ARGISSOLO VERMELHO Distrófico e clima (Cfa). O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, sendo estudados 6 tratamentos com 6 repetições. Os tratamentos foram constituídos por uma testemunha sem aplicação de N em cobertura T1, duas fontes nitrogenadas convencionais T2: ureia; T3: sulfato de amônio, e 3 fertilizantes de liberação controlada, T4: Agrocoat®, T5: FortBlen® e T6: kimcoat®, sendo estes três últimos objetos de estudo do presente trabalho. As unidades experimentais foram compostas por 7 linhas de 10 metros de comprimento espaçadas 0,45 m entre si, totalizando 31,5 m^2 de área total. A semeadura do milho foi realizada em 28/02/2017, e com adubação de base de 300 kg ha^{-1} do formulado 10-15-15. Os fertilizantes nitrogenados foram aplicados a lanço no estádio V3/V4 da cultura do milho (09/04/2017) na dose de 60 kg N ha^{-1}.

Para quantificação da liberação controlada de nitrogênio dos tratamentos: T4, T5 e T6, foram distribuídos ao longo da parcela littles bags de tamanho 10 x10 cm, tendo em seu interior os fertilizantes de liberação controlada. Os littles bags foram retirados do campo após (3°,9°,13°,18°, 23°e 27° dias) após a aplicação dos fertilizantes em cobertura, e pesado a massa remanescente. A determinação do teor de N foi feita pelo micrométodo da liga de Raney (Mapa, 2014). Os dados de liberação controlada de nitrogênio foram desdobrados em regressão não linear, utilizando-se o modelo desenvolvido por Korsmeyer e Peppas, que é utilizado para analisar a liberação de formas farmacêuticas poliméricas ao longo do tempo (Korsmeyer et al., 1983). Os dados da cinética de difusão (Lei Fickiniana), foram calculados, conforme proposto por Jamnongkan e Kaewpirom (2010). A fim de caracterizar os fertilizantes de liberação controlada, imagens utilizando microscópio eletrônico de varredura (MEV) modelo Quanta 250 FEG foram realizadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste trabalho demonstram que a liberação de N ao longo do tempo se comportou diferente para cada fertilizante (Figura 1A), tendo no total dos 27 dias

100; 97,83 e 86,56% de N liberado, para Kimcoat®, Agrocoat® e FortBlen® respectivamente.

Um dia após aplicação dos fertilizantes em cobertura, observou-se segundo o modelo estatístico que o polímero Kimcoat® liberou 98,7% de N logo no primeiro dia, demonstrando ser uma fonte de liberação controlada ineficiente, enquanto que 81,01 e 52,9% do N havia sido liberado no mesmo dia utilizando as fontes Agrocoat® e FortBlen® respectivamente.

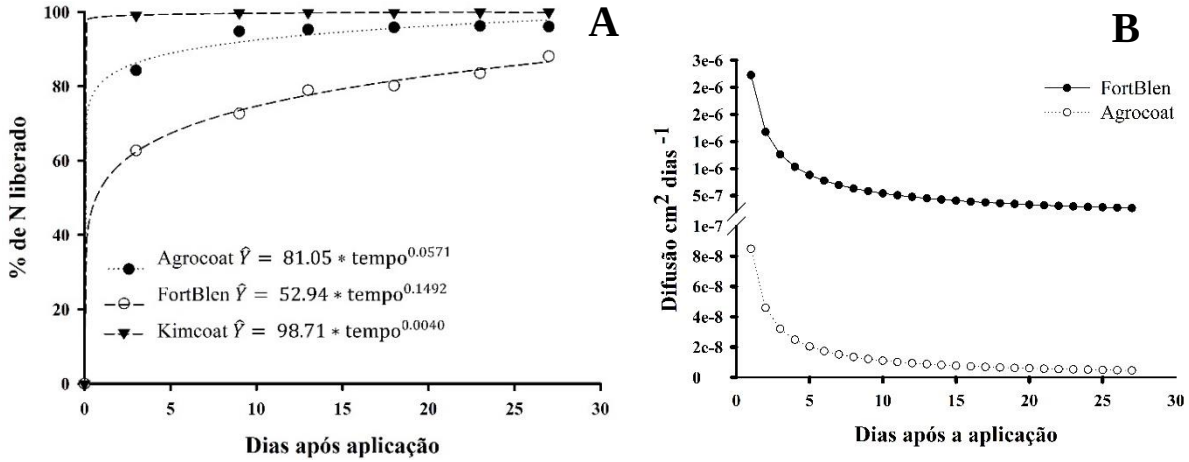


Figura 1- Modelos ajustados de liberação de nitrogênio (N%) ao longo de 27 dias para fertilizantes de liberação controlada (A); Cinética de difusão (Lei fickniana) para fertilizantes de liberação controlada (B). UEM/Maringá-PR, 2019.

Dentre as fontes de liberação controlada (Figura 1A), o FortBlen® foi o que menos liberou nitrogênio, e isso está relacionado a grânulos de ureia com camadas duplas (Figura 2C) e única (Figura 2D) de revestimento em sua composição estrutural, tendo 70,41 e 50,34 µm de espessura, respectivamente. Apesar do polímero Agrocoat® apresentar camada de revestimento (Figura 2E), ela é uma camada única, e de menor espessura com 8,11 µm, fator esse que contribui para que a liberação gradual de N seja mais rápida e intensa. Porém, o Kimcoat® apresentou liberação próxima a 100% do N logo no primeiro dia de experimento, uma vez, que o mesmo não se observou nenhuma camada de revestimento (Figura 2F), apesar de ser comercializado como uma fonte de liberação controlada. Na Figura 1B, somente Agrocoat® e FortBlen® apresentaram cinética de difusão no grânulo, devido a existência de uma camada que regula a liberação do nutriente contido no interior. No primeiro dia após aplicação dos fertilizantes em cobertura, observa-se que a cinética de difusão foi 2,72x10^{-6} e 8,48x10^{-8} cm^2 dia^{-1} para FortBlen® e Agrocoat® respectivamente, sendo a difusão mais intensa no FortBlen®, uma vez, que o mesmo apresenta camada de

[1]Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM. bruno_cassim@hotmial.com
[2]Pós-Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM.
[3]Professor adjunto do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM.

revestimento mais espessa quando comparado ao Agrocoat®, necessitando assim de um processo de difusão mais intenso, para que o nutriente em seu interior possa ser liberado.

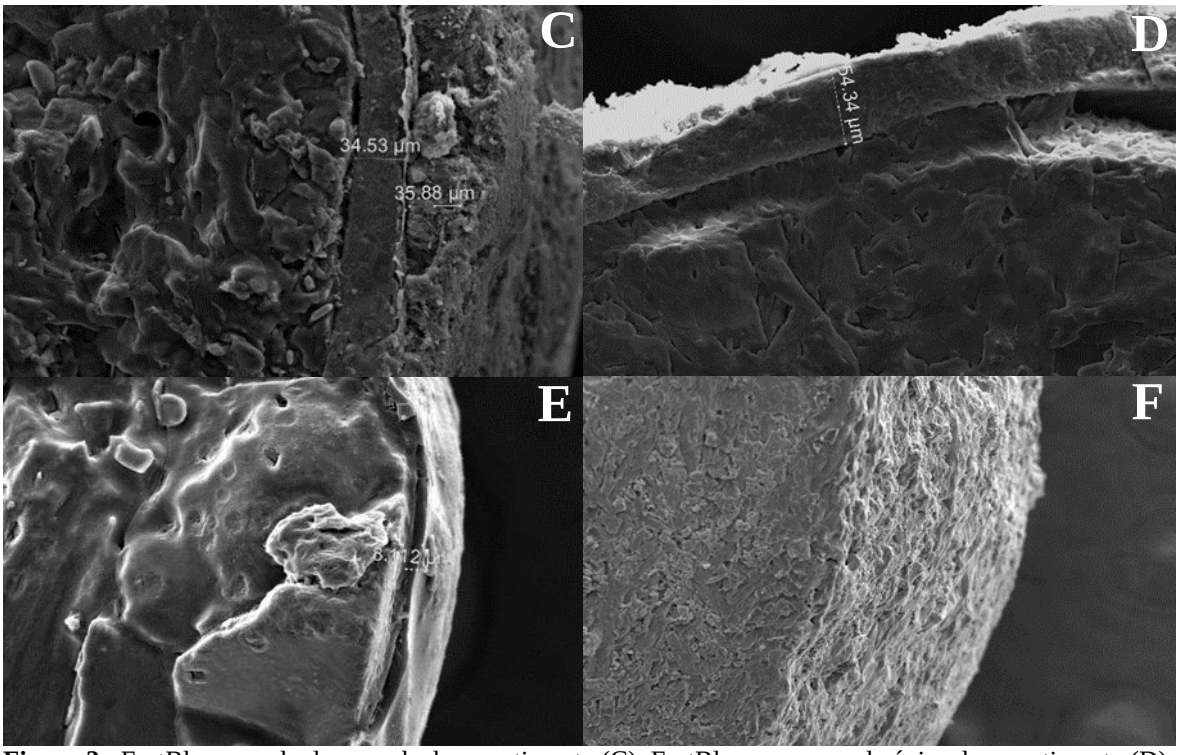


Figura 2- FortBlen com dupla camada de revestimento (C); FortBlen com camada única de revestimento (D); Agrocoat com camada única de revestimento (E) e Kimcoat sem camada de revestimento (F). Fotos tiradas no microscópio de varredura (MEV). UEM/Maringá, 2019.

CONCLUSÕES

Fertilizantes de liberação controlada liberam N de forma diferenciada ao longo do tempo.

A maior espessura da camada de revestimento do grânulo de ureia proporcionou menor liberação de N no período inicial, liberação gradativa ao longo do tempo e maior intensidade no processo de difusão.

REFERÊNCIAS

Cahill S, Osmond D, Weisz R, Heiniger R. Evaluation of alternative nitrogen fertilizers for corn and winter wheat production. Agron J. 2010; 102:1226-1236. Doi:10.2134/agronj2010.0095

Jamnongkan T, Kaewpirom S. Controlled release fertilizer based on chitosan hydrogel: phosphorus release kinetics. Sci J Ubu. 2010; 1:43-50.

Korsmeyer RW, Gurny R, Doelker E, Buri P, Peppas NA. Mechanisms of solute release from porous hydrophilic polymers. Int J Pharm. 1983; 15:25-35. https://doi.org/10.1016/0378-5173(83)90064-9

Mapa. Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizante e corretivos. Brasília: Mapa, 2014.

VALIDAÇÃO DE NOVA RECOMENDAÇÃO DE GESSAGEM PARA LATOSSOLO DE TEXTURA ARENOSA CULTIVADO COM SOJA

Claudinei Minhano Gazola Junior[1], Antônio Nolla[2], Durvalino Augusto Rodrigues Neto[2], Luiz Felipe Vasconcelos de Paula[2], João Henrique Castaldo[2]

RESUMO: A cultura da soja e a mais importante no cenário agrícola brasileiro. A partir de 2016 surgiu uma nova recomendação de gessagem, desenvolvida para o sistema de plantio direto no sul do Brasil. No entanto esta recomendação deve ser avaliada para solos arenosos. Objetivou-se avaliar a nova recomendação de gessagem para Latossolo Vermelho distrófico típico cultivado com soja. Foi montado um experimento em campo onde os tratamentos consistiram de doses de 0, ¼, ½, 1, vezes a recomendação de gessagem proposta por Caires & Guimarães (2016) combinadas com a aplicação ou não de calcário. O delineamento foi fatorial 5x2 em blocos casualizados com 5 repetições. Foi cultivada soja a campo por um ciclo. As plantas foram colhidas e avaliou-se a altura, matéria fresca, matéria seca da parte aérea. O calcário aumentou o desenvolvimento das plantas. O melhor desenvolvimento da soja foi obtido com calagem e com a aplicação de 600 Kg ha^{-1} de gesso agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: correção da acidez, condicionador de solo, *Glycine max.*

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de soja. A acidez do solo é um dos fatores que mais limitam a produtividade da cultura , porém o uso de calcário (principal corretivo da acidez do solo) apresenta baixa mobilidade e solubilidade em agua o que dificulta a correção da acidez e fornecimento de Ca e Mg em profundidade . Assim, tem sido utilizado o gesso agrícola, condicionador de solo capaz de proporcionar incremento Ca^{+2} e SO_4^{-2} em profundidade . Com a adoção do sistema plantio direto (SPD), com aplicação superficial de calcário, o gesso pode aumentar a disponibilização de nutrientes (Ca e SO_4^{-2}), o que promove maior aprofundamento no sistema radicular, aumento a eficiência das raízes na absorção de água e nutrientes (Caires et al. 2003). A partir de 2016 surgiu uma nova recomendação de gessagem, proposta para sistemas conservacionistas no sul do Brasil, a qual propõe uso de doses do insumo muito acima daquelas utilizadas usualmente (Caires & Guimarães., 2016). No entanto, esta nova recomendação foi elaborada majoritariamente para solos de textura argilosa e com elevados teores de matéria

[1]Discente da Universidade Estadual de Maringá , Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR – Claudinei.gazola@gmail.com
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –

orgânica, de forma que se justifica avaliar esta proposta para solos de textura arenosa. O objetivo do trabalho foi avaliar a nova recomendação de gessagem para Latossolo Vermelho distrófico típico cultivado com soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi montado e conduzido na área experimental da (UEM) Universidade Estadual de Maringá campus Umuarama PR em um Latossolo vermelho distrófico típico (EMBRAPA 2013) de textura arenosa, cuja caracterização química está descrita na tabela 1.

TABELA 1 – Caracterização química (0-10 cm) do Latossolo Vermelho distrófico típico utilizado como base experimental para o desenvolvimento do experimento

pH (H_2O)	Ca	Mg	Al	P	K	S	H+Al	T	V	M.O.
1 : 2,5	------- $cmol_c$ dm^{-3} -------			-- mg dm^{-3} ---		--------- $cmol_c$ dm^{-3} --------			%	g kg^{-1}
5,0	0,8	0,4	0,5	3,5	78	1,40	4,17	5,57	25	15

Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L^{-1}); P, K = (HCl 0,05 mol L^{-1} + H_2SO_4 0,025 mol L^{-1}); S = soma de bases; H+Al = acidez potencial (Acetato de cálcio); T= CTC pH 7,0; V= Saturação por bases; M.O.= matéria orgânica(Walkley-Black).

Foram utilizados tubos de PVC de 20 x 15 cm (altura x diâmetro), as quais foram preenchidas pelo Latossolo utilizado como base experimental. Os tratamentos consistiram da aplicação, nos vasos, de 0, ¼, ½, 1, 2 e 4 vezes a recomendação de gessagem proposta por Caires & Guimarães (2016) combinadas com a aplicação ou não de calcário. O delineamento adotado foi o fatorial 5x2 em blocos casualizados com 5 repetições. Nos vasos foi aplicado com adubação de semeadura 80 kg ha^{-1} de K_2O (KCl) e de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5 (Superfosfato simples) conforme recomendação estabelecida por Pauletti & Motta (2017). Semeou-se soja (na5909rg NIDERA), previamente inoculada, nos vasos no dia 05/09/2018, mantendo-se 3 plantas por vaso após o desbaste. O experimento foi sendo conduzido ao ar livre, no intuito de simular com precisão as condições de campo. O solo dos vasos foi mantido úmido através da água da chuva, e quando houver estresse hídrico está sendo realizada irrigação. Aos 45 DAE as plantas foram colhidas e avaliou-se altura, número de ramos secundários e a matéria fresca e seca da parte aérea. Os resultados foram submetidos à análise de variância e a aplicação de corretivos foi testada por tukey 5% de probabilidade e as doses de gesso por análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

[1]Discente da Universidade Estadual de Maringá , Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR – Claudinei.gazola@gmail.com
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –

O calcário foi eficiente em promover aumento no desenvolvimento das plantas de soja (Figura 1), o que já era esperado, pois o calcário além de corrigir a acidez do solo, promoveu disponibilização de nutrientes como cálcio e magnésio em solução, o que promoveu aumento no desenvolvimento das plantas de soja (Figura 1).

Em relação à massa seca (figura 1D) e fresca (figura 1A), observou-se maior de material vegetal com o uso de calcário. Este insumo promove a correção da acidez a elevação do pH a níveis corretos para a cultura da soja pois esta exige um pH maior do que o encontrado no solo estudado. Além disso, o calcário fornece cálcio e magnésio à cultura. O experimento foi conduzido em solo arenoso tendo baixas quantidades de cálcio e magnésio, o que demonstrou eficácia na elevação do pH, promovendo uma maior absorção de nutrientes para planta fornecidos por este insumo. Esse maior acumulo de massa possibilitou uma maior altura das plantas e soja (figura 1C).

Foi constatado também que a utilização de gesso com calcário promoveu um maior no acúmulo de massa seca (figura 1D) e massa fresca (figura 1A) maior com dose de máxima respectivamente de 550Kg/ha e 600Kg/ha comprovando a eficácia do gesso como condicionador de solo promovendo um incremento de produção de massa pelo maior desenvolvimento do sistema radicular e maior absorção de nutrientes e agua pela complexação do alumínio toxico na camada subsuperficial também foi contatado maior altura(figura 1B) e números de ramos(figura 1C) em dose máxima de 300kg/ha e 1000Kg/ha respectivamente . Porem observou-se redução no acúmulo com a aplicação de doses mais altas de gesso. Isto pode ter ocorrido pois doses excessivas pode levar a uma saturação da micela com cálcio acima de 60%, nutriente que pode ter competido com outros cátions, como magnésio e potássio, levando a lixiviação dos nutrientes no perfil. E quantidades altas de enxofre liberadas podem limitar a absorção e disponibilidade de molibdênio levando a prejuízo em culturas com fixação biológica.

[1]Discente da Universidade Estadual de Maringá , Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR – Claudinei.gazola@gmail.com
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –

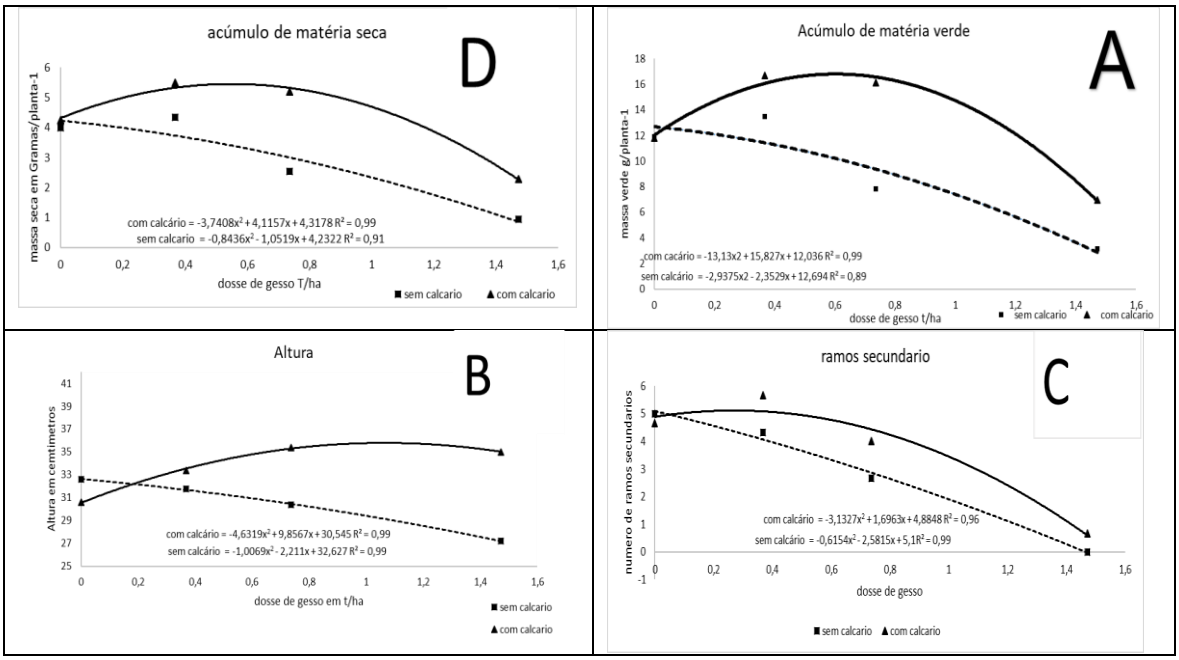


Figura 1 acumulo de matéria seca (A), fresca (B) altura (B) e número de ramos secundários (B) de plantas de soja submetidas à aplicação de doses de gesso, com e sem calagem, em um Latossolo Vermelho distrófico típico.

CONCLUSÕES:

A utilização de calcário promoveu um maior acumulo de matéria fresca e seca, diâmetro e altura de plantas. A utilização de gesso e calcário promoveram maior desenvolvimento da cultuara e promoveu um maior no acúmulo de massa seca e massa fresca com dose de máxima respectivamente de 550Kg/ha e 600Kg/ha comprovando a eficácia do gesso como condicionador A utilização de Doses elevadas de gesso promoveu redução no desenvolvimento das plantas de soja.

REFERÊNCIA

CAIRES, E.F, J.BLUM Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003.

EMBRAPA- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Sistema brasileiro de classificação de solos.3. ed Rio de Janeiro: Embrapa Centro Nacional de Pesquisa em Solos, 2013. 306p.

CAIRES & GUIMARÃES AM. Recomendação de gesso para solos sob plantio direto da região sul do Brasil. In: Anais do Fertbio 2016; outubro de 2016; Goiânia. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2016. p. 486.

PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017, 482p.

[1]Discente da Universidade Estadual de Maringá , Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR – Claudinei.gazola@gmail.com
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Dicente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Estrada da Paca s/n – São Cristóvão – Umuarama - PR –

TRANSPORTE DE SOLO, ÁGUA E NUTRIENTES SOB PLANTIO DIRETO COM APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO

Larissa Cristina Obenaus[1], Nerilde Favaretto[2], Luana Salete Celante[3], Verediana Fernanda Cherobim[4], Gabriel Barth[5].

RESUMO: O aproveitamento de dejetos da bovinocultura de leite propicia a reciclagem de nutrientes do sistema solo, no entanto, sua utilização negligente pode resultar na poluição do solo, águas superficiais e lençóis subterrâneos. Neste trabalho foram avaliadas perdas de solo, água, carbono orgânico, fósforo, amônio e nitrato solúveis referentes ao período de Setembro de 2015 à Janeiro de 2018 em sistema de plantio direto, com aplicação de dejeto líquido bovino (DLB) em Latossolo de textura franco argilo arenosa com chuva natural. As doses de DLB utilizadas foram de 0, 60, 120 e 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, distribuídas em quatro blocos ao acaso. A aplicação do DLB, no geral, diminuiu as perdas acumuladas de solo, água, carbono e nutrientes. As menores perda de solo, água, nitrato e carbono ocorreram na maior dose aplicada, enquanto que as menores perdas de fósforo e amônio foram observadas na dose de 120 m^3 ha^{-1} ano^{-1}. A aplicação de dejeto reduz perdas de água, solo e nutrientes, no entanto, práticas adequadas de manejo de solo e de uso do DLB são necessárias para que seja minimizado o risco potencial de poluição da água.

PALAVRAS-CHAVE: adubação orgânica, escoamento superficial, qualidade de água.

INTRODUÇÃO

O município de Ponta Grossa integra uma microrregião destaque na pecuária de leite no Estado, sendo o resíduo dessa atividade, utilizado na agricultura. O dejeto líquido bovino (DLB), composto por fezes, urina, restos de ração e água de bebedouros e de higienização, é uma fonte eficiente de matéria orgânica (MO) e pode ser utilizado para adubação de áreas agrícolas também pela alta concentração de nutrientes. Porém, a aplicação de DLB precisa ser controlada para exercer seu potencial e evitar depreciação da qualidade das águas superficiais ou subterrâneas e comprometer o solo em profundidade.

Segundo Queiroz (2012), as práticas de conservação do solo e da água visam ao aumento do tempo de residência da água no sistema solo-planta, à redução e controle do

[1]Estudante, Universidade Federal do Paraná, obenaus@ufpr.br.
[2]Professora doutora, Universidade Federal do Paraná, nfavaretto@ufpr.br.
[3]Doutoranda, Universidade Federal do Paraná, luana.celante@gmail.com.
[4]Pós-doutoranda, Universidade Federal do Paraná, verediana.cherobim@gmail.com.
[5]Pesquisador, Fundação ABC-PR, gabrielbarth@fundacaoabc.org.

escoamento superficial de água e, consequentemente, à redução do transporte de fertilizantes, matéria orgânica e partículas do solo. A utilização de práticas como o sistema de plantio direto, juntamente com o emprego de DLB na lavoura, apresentam-se como uma opção para a recuperação de áreas degradadas, devolvendo a dinâmica natural do agrossistema.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito da aplicação de dejeto líquido bovino a longo prazo em sistema de plantio direto nas perdas de água, solo, carbono orgânico e nutrientes (fósforo, amônio e nitrato solúveis) via escoamento superficial sob chuva natural em Latossolo de textura franco argilo arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na estação experimental da Fundação ABC-PR, em Ponta Grossa, sob um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura franco argilo arenosa com 13% de declividade (EMBRAPA/FUNDAÇÃO ABC, 2001), com clima regional caracterizado como Cfb, com precipitação média anual de 1554 mm.

O experimento foi instalado em novembro de 2005, sob sistema de plantio direto já estabilizado e rotação de culturas. Os tratamentos consistiram de quatro doses de DLB (0, 60, 120 e 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}) aplicadas, metade na safra de inverno e metade na de verão. Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos de forma inteiramente casualizada, totalizando dezesseis unidades experimentais de 29,75 m² (9 m x 3,5 m) cada, sendo o escoamento superficial coletado após cada evento de chuva que resultasse em algum volume.

A perda de solo foi obtida a partir do peso do sedimento contido em uma alíquota de 50 mL da amostra após secagem em estufa a 105°C por 48 horas. A perda de água foi determinada pela medição do volume de escoamento superficial.

Para a realização de todas as análises de nutrientes solúveis as amostras, foram filtradas em filtro de membrana de éster de celulose com 0,45 micrômeros. Para a determinação da concentração de fósforo e amônio solúveis foram utilizadas metodologias do ácido ascórbico e do fenato descrita por Apha (1995). Para nitrato, a metodologia seguida foi a de redução química por zinco metálico, adaptada de Heinzmann (1984). O carbono orgânico foi determinado através de amostras não filtradas submetidas ao método de refluxo aberto sem aquecimento, adaptado conforme Boyd e Tucker (1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de dejeto líquido bovino diminuiu as perdas acumuladas de solo e água, sendo que a dose de 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1} apresentou as menores perdas (Figuras 1A e 1B), corroborando com Silveira (2009) e Skalisz (2013).

As perdas de fósforo solúvel diminuíram proporcionalmente ao aumento das doses de DLB aplicadas nas parcelas (Figura 2A).

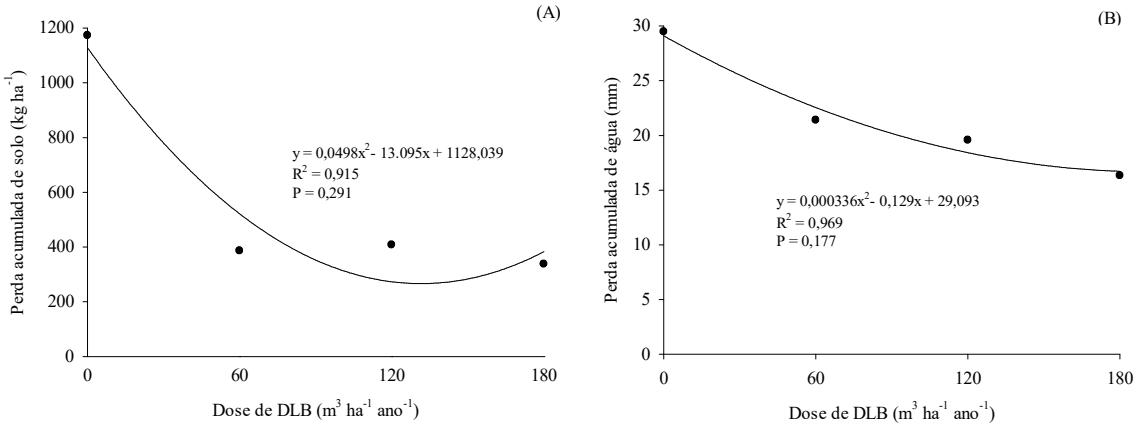
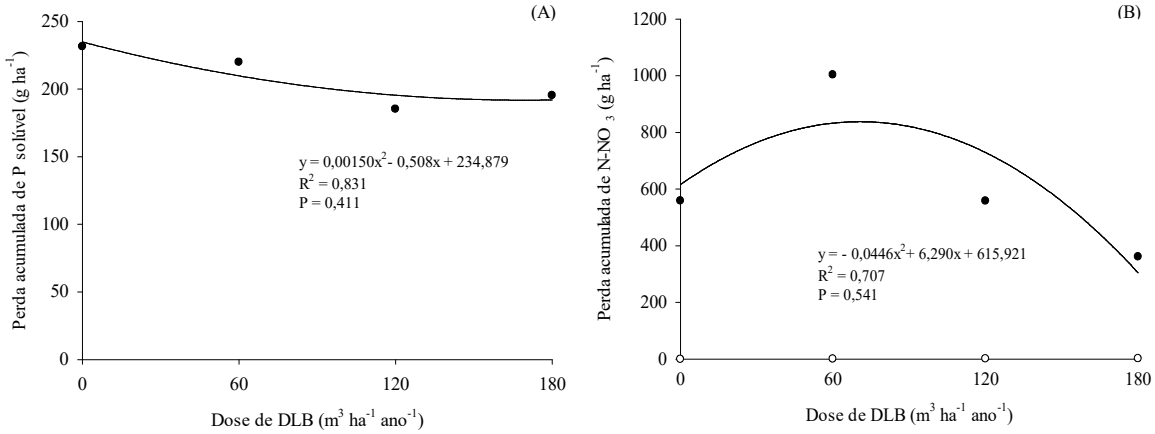


FIGURA 1. Perda acumulada de solo (A) e água (B) via escoamento superficial.

Os resultados para nitrato ($N\text{-}NO_3$) demonstraram que, apesar de sua alta concentração, houve uma diminuição da perda deste nas áreas onde ocorreu a aplicação de maiores doses de dejeto (120 e 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}).

A menor perda acumulada de amônio ($N\text{-}NH_4$) foi na dose 120 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, diferindo dos resultados obtidos por Silveira (2009) e Skalisz (2013) que observaram aumento das perdas com o aumento das doses de DLB.

Os resultados obtidos para carbono orgânico indicam que, quanto à perda acumulada no período, houve redução progressiva em função do aumento das doses.



[1]Estudante, Universidade Federal do Paraná, obenaus@ufpr.br.
[2]Professora doutora, Universidade Federal do Paraná, nfavaretto@ufpr.br.
[3]Doutoranda, Universidade Federal do Paraná, luana.celante@gmail.com.
[4]Pós-doutoranda, Universidade Federal do Paraná, verediana.cherobim@gmail.com.
[5]Pesquisador, Fundação ABC-PR, gabrielbarth@fundacaoabc.org.

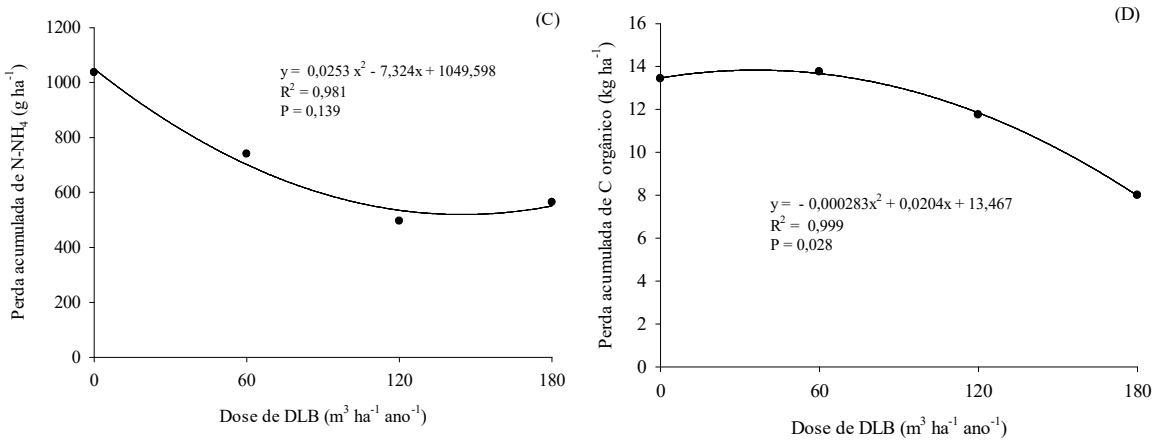


FIGURA 2. Perda acumulada de fósforo (A), nitrato (B), amônio (C) solúveis e carbono orgânico (D) via escoamento superficial.

CONCLUSÕES

A aplicação de dejeto ao solo reduziu as perdas de água, sedimento e nutrientes, no entanto, recomenda-se práticas adequadas de manejo de solo e de utilização do DLB para que seja minimizado o escoamento superficial e consequentemente o risco de poluição da água.

REFERÊNCIAS

APHA, A. E. G.; AWWA, A. D. E. & WEF, L. S. C. Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater. 19 ed. Washington D. C., American Public Health Association, 1995. 1368p.

BRASIL. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA. Resolução CONAMA nº. 357. Diário Oficial da União de 18/03/2005. Brasília, 2005.

EMBRAPA – Fundação ABC. Mapa do levantamento semidetalhado de solos: Município de Castro. Elaborado por FASOLO, P. J.; CARVALHO, A. P.; BOGNOLA, I. A. & POTER, R.O. EMBRAPA – Fundação ABC, 2001

QUEIROZ, E. F. de. Sustentabilidade e impactos ambientais da agropecuária: o caso do ciclo hidrológico. Revista de Política Agrícola, v.21, n.4, 2012

SILVEIRA, M. F. Perda de solo, água e nutrientes com aplicação de dejeto líquido bovino em Latossolo de textura franco argilo arenoso sob plantio direto e chuva natural. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

SKALISZ, R. Aplicação de dejeto líquido bovino a longo prazo em plantio direto: Perdas de água, solo e nutrientes via escoamento superficial. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo) Universidade Federal do Paraná, Curitiba 2013.

CRESCIMENTO RADICULAR DE MILHO SOB DOSES DE GESSO AGRÍCOLA E NITROGÊNIO EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Marcelo Marques Lopes Müller[1], Beatriz da Silva Vanolli[2], Christian Lopes[3], Carlos Zuanazzi[3], Michel Pereira de Souza[3].

RESUMO: Um dos pontos mais importantes no manejo produtivo do milho é a adubação com nitrogênio (N), que é facilmente percolado para camadas subsuperficiais do solo. No Brasil, as lavouras de milho são majoritariamente cultivadas sob sistema plantio direto, sem revolvimento do solo, que se torna mais rico em matéria orgânica e nutrientes próximo à superfície e mais ácido em subsuperfície, podendo restringir o enraizamento das plantas, motivos pelo qual normalmente se usa gesso agrícola nesses solos com o passar do tempo. Nesse contexto, implantou-se um experimento para estudar os efeitos de doses de gesso (0 e 6 Mg ha^{-1}) e de nitrogênio em cobertura (0, 100 e 200 kg ha^{-1}) sobre o enraizamento do milho, por meio da técnica do minirizotron. As raízes responderam ao gesso com maior comprimento na camada de 0,00-0,20 m e maior diâmetro na camada de 0,20-0,40 m. Na camada de 0,40-0,60 m houve interação: na ausência de N o gesso resultou em maior diâmetro, área e volume radiculares; na presença de N o gesso resultou em menor diâmetro, área e volume radiculares, sobretudo na dose de 200 kg ha^{-1} de N; e na presença de gesso o N resultou em menor diâmetro, área e volume radiculares.

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, sulfato de cálcio, ureia.

INTRODUÇÃO

O milho é uma das mais importantes espécies agrícolas do mundo (Embrapa, 2013). O nutriente mais absorvido pela cultura é o nitrogênio (N), sendo o fornecimento via adubação nitrogenada (adubação-N) fundamental para o desempenho produtivo, ao passo que doses elevadas de N aumentam o custo produtivo e podem poluir as águas subterrâneas, uma vez que o N é considerado bastante móvel no perfil do solo (Havlin et al., 2014).

No Brasil, culturas como o milho são majoritariamente cultivadas em sistema plantio direto (SPD), utilizado em mais de 32 milhões de hectares cultivados no país (FAO, 2014).

[1]Docente, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, Guarapuava – Paraná, mmuller@unicentro.br.
[2]Discente, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba-SP.
[3] Discente, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, Guarapuava – Paraná

Solos sob SPD sofrem estratificação de atributos químicos com o passar do tempo, tornando-se mais ácidos e menos férteis em subsuperfície, o que pode restringir o enraizamento das culturas e tem motivado o uso de gesso, cujos efeitos positivos sobre as culturas têm sido atribuidos à melhoria de fertilidade do solo, sendo as poáceas as que mais respondem em produtividade em áreas de SPD (Vicensi, 2019). O gesso agrícola é subproduto da indústria de fertilizantes, e o sulfato de cálcio nele contido é cerca de 145 vezes mais solúvel que o carbonato de cálcio do calcário. Aplicado na superfície do solo, sofre dissolução e se move no perfil com a água das chuvas, aumenta os teores de cálcio e enxofre, reduz os de alumínio e favorece o enraizamento das plantas, particularmente em profundidade (BLUM, 2008).

Menor aporte de N resulta em raízes mais longas, enquanto o maior aporte de N diminui o comprimento das raízes das plantas (Eshel e Waisel, 1996). O cálcio, por sua vez, participa na divisão celular, e sua falta inibe também a extensão celular, sobretudo das células das raízes (MARSCHNER, 1995), portanto, o aporte de gesso pode compensar o efeito do N sobre o enraizamento, beneficiar a absorção de água e nutrientes pelas plantas.

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da adubação-N de cobertura do milho e efeitos residuais da gessagem sobre o enraizamento da cultura em área de SPD consolidado.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado no Campo Experimental do *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), na cidade de Guarapuava-PR, em área de Latossolo Bruno muito argiloso, há mais de quatorze anos sob sistema plantio direto (SPD), sem teor elevado de alumínio tóxico no perfil. Em novembro de 2009, utilizando delineamento de blocos ao acaso, aplicaram-se cinco doses de gesso: 0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1}, cultivando-se, desde então, milho, feijão e soja no verão, cevada, trigo e aveia no inverno.

Dentre as doses de gesso, selecionaram-se duas para uma nova fase do estudo: 0 e 6 Mg ha^{-1}, respectivamente, o controle sem gesso e a dose de melhor desempenho produtivo ao longo dos anos. Em novembro de 2016, semeou-se o milho (híbrido P1630H), com espaçamento de 0,8 m entrelinhas, seis plantas por metro linear, 50 kg ha^{-1} de P_2O_5 e de K_2O. Aos 25 dias após a emergência, as parcelas com as doses de gesso foram subdivididas para aplicação de três doses de N em cobertura: 0, 100 e 200 Kg ha^{-1} de N (ureia). Logo após a emergência da cultura e antes da adubação-N de cobertura, foram instalados tubos de acrílico transparente nas entrelinhas da cultura, perpendicular à superfície do solo. Em fevereiro de 2017 (estágio R1 do milho), utilizando-se o scanner de raízes modelo CI-600 (CID Bio-Science) foram obtidas imagens nas camadas de solo de 0,00-0,20, 0,20-0,40, 0,40-0,60 e

0,60-0,80 m de profundidade, as quais foram analisadas no software RootSnap!® (CID Bio-Science), obtendo-se dados de comprimento, área, volume e diâmetro radicular.

Os resultados foram submetidos à análise de variância ao nível de 5% de probabilidade de erro, havendo necessidade de transformação dos mesmos, o que se procedeu por meio da fórmula: $(X + 1)^{0,5}$. Em caso de efeito significativo, as médias em função das doses de gesso e N foram comparadas pelo teste de Tukey ($\alpha = 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de gesso não afetou significativamente o crescimento radicular em termos de área ($\overline{m}$ = 123,11 cm^2), volume ($\overline{m}$ = 3,17 cm^3) ou diâmetro ($\overline{m}$ = 0,80 mm) na camada de 0,00-0,20 m de profundidade, mas promoveu aumento no comprimento total das raízes na comparação entre o controle sem gesso (384,00 cm) e 6,0 t ha^{-1} de gesso (571,11 cm). Não houve efeito das doses de N em nenhum parâmetro radicular avaliado nesta camada, bem como não houve interação gesso *vs.* N. Na camada de 0,20-0,40 cm, houve diminuição do diâmetro radicular com uso de 6,0 t ha^{-1} de gesso (0,505 mm) em relação ao controle sem gesso (0,916 mm), não havendo efeito sobre os demais parâmetros de crescimento radicular.

Na camada de 0,40-0,60 m não houve efeito isolado das doses de gesso e N em nenhum parâmetro radicular, mas houve interação entre os tratamentos quanto a diâmetro, área e volume de raízes, enquanto o comprimento não foi alterado por nenhum tratamento nesta camada (tabela 1). Sem gesso, as doses de N não influenciaram diâmetro, área e volume das raízes, mas na presença de gesso a adubação-N diminuiu as médias desses três parâmetros. Este resultado, segundo Eshel e Waisel (1996) afirmam, se deve à relação inversa entre suprimento de N e desenvolvimento de raízes. Sem adubação-N em cobertura, as raízes apresentaram maior diâmetro, área e volume com a gessagem, ao passo que na presença de adubação-N este resultado se inverteu, sobretudo na maior dose de N, em que o volume radicular foi maior, devido aos maiores valores de diâmetro e área das raízes. Na camada de 0,60-0,80m não foram observados efeitos significativos dos tratamentos. Estes resultados divergem, em parte, dos obtidos por Vicensi (2019) neste mesmo experimento, em que a aveia respondeu ao gesso com maiores médias de diâmetro, área, comprimento e volume das raízes até 0,80m; porém, no caso do N houve concordância, pois em profundidade (0,40-0,60 e 0,60-0,80 m) as doses diminuíram o crescimento radicular da cultura.

[1]Docente, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, Guarapuava – Paraná, mmuller@unicentro.br.
[2]Discente, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias, 11, Piracicaba-SP.
[3] Discente, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, Guarapuava – Paraná

Tabela 1. Doses de gesso agrícola e de nitrogênio para comprimento, área, volume e diâmetro médio de raízes de milho na camada de 40-60 cm de profundidade.

Crescimento de raízes	Dose de Gesso (Mg ha^{-1})	Dose de nitrogênio (Kg ha^{-1})			CV gesso	CV nitrogênio
		0	100	200	----------(%)----------	
Comprimento (cm)	0	271,33 Aa*	421,00 Aa	398,00 Aa	12,97	15,19
	6	399,66 Aa	399,00 Aa	338,33 Aa		
Área (cm^2)	0	56,00 Ba	93,00 Aa	116,66 Aa	9,29	21,94
	6	130,00 Aa	46,33 Ab	45,66 Bb		
Volume (cm^3)	0	1,34 Ba	2,15 Aa	2,95 Aa	5,87	15,14
	6	3,80 Aa	0,90 Ab	0,82 Bb		
Diâmetro (mm)	0	0,63 Ba	0,65 Aa	0,95 Aa	3,55	7,40
	6	1,05 Aa	0,23 Bb	0,40 Bb		

*Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

CONCLUSÕES

O gesso aumentou o comprimento radicular e o N não interferiu no enraizamento do milho na camada de 0,00-0,20m. Em subsuperfície, o gesso ora aumentou (0,20-0,40m), ora diminuiu (0,40-0,60m) o diâmetro médio das raízes dependendo da camada, enquanto o N diminuiu diâmetro, área e volume radiculares, mas somente na combinação com gesso.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária, CAPES e CNPq, por incentivos ao estudo ao longo dos anos.

REFERÊNCIAS

Blum, SC. Atributos químicos de um Latossolo e comportamento do trigo e da soja no sistema plantio direto influenciados pela aplicação e reaplicação de gesso [dissertação de Mestrado]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2008.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Cultivo do milho-2013. Acesso em 21/08/2013. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm

Eshel A; Waisel Y. Multiform and multifunction of various constituents of one root system. In: Waisel Y, Eshel A, Kafkafi U, editors. Plant roots: the hidden half. 2nd.ed. New York: Marcel Dekker; 1996. p.175-192.

FAO - Food and Agriculture Organization of The United Nations - CA Adoption Worldwide. Acesso em 08/08/2017. Disponível em: http://www.fao.org/ag/ca/6c.html.

Havlin JL, Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD. Soil fertility and nutrient management: An introduction to nutrient management. 8th ed. New York: Pearson; 2014.

Vicensi, M. Adubação nitrogenada na cultura da aveia preta (*Avena strigosa*) e efeito residual de gesso agrícola em sistema plantio direto [tese de doutorado]. Guarapuava, Paraná: Universidade Estadual do Centro-Oeste; 2019.

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Jorge Luiz Locatelli[1], Felipe Bratti[2], Luiz Gustavo do Prado[1], Ricardo Henrique Ribeiro[2], Jonatas Thiago Piva[3].

RESUMO: O objetivo foi avaliar a resistência do solo à penetração (RP) em um sistema de integração lavoura pecuária (ILP) pós-pastejo e pós-soja, sob o uso de doses de N e alturas residuais de pastejo. O projeto foi desenvolvido na fazenda experimental da Universidade Federal de Santa Catarina – Campus de Curitibanos. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 3. O primeiro fator correspondeu a três doses de nitrogênio, 0, 75 e 150 kg ha^{-1}, e o segundo fator às alturas residuais de pastejo, SP, 15 e 7 cm, sendo estes aplicados na aveia (fase inverno). Na fase verão, o manejo com doses de N e alturas residuais de pastejo não impactaram significativamente sobre a RP do solo após o cultivo da soja, porém, foram observados valores de RP moderados a altos. Já após o pastejo realizado pelos animais, observou-se que a aplicação de 150 kg ha^{-1} de N garantiu uma menor RP para as camadas de 35 – 40 e 40 – 45 cm e a condução das diferentes alturas residuais de pastejo (SP, 7 e 15 cm) não interferiram na RP do solo na fase inverno.

PALAVRAS-CHAVE: Física do solo, pastejo, ILP.

INTRODUÇÃO

Os Sistemas Integrados de Produção Agropecuária (SIPA) destacam-se como uma opção de modelo produtivo, adequação ambiental, social e econômica, que traz como princípio a integração das atividades agropecuárias e a exploração do sinergismo obtido a partir deste processo.

Campos manejados inadequadamente, quando conduzidos sob sistema de pousio ou com maiores intensidades de pastejo reduzem significativamente a taxa de cobertura do solo, promovendo uma maior exposição aos efeitos ambientais diversos.

Assim, ao estabelecer o manejo adequado e a condução do pastejo respeitando as limitações do solo, há a possibilidade de incrementar a qualidade física. Trabalhos conduzidos por Franchini et al. (2009) sob sistema de ILP demonstram que, ao comparar dois sistemas,

[1]Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos-SC, jorgellocatelli@gmail.com.
[2]Pós-Graduando em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.
[3]Professor Pesquisador, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos-SC.

sendo apenas a cultura da soja, e o cultivo de braquiária sob pastejo, o cultivo único e exclusivo da cultura da soja pode incrementar consideravelmente a RP do solo, enquanto que o pastejo foi capaz de garantir a melhoria dos atributos físicos.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a RP do solo num sistema de ILP na fase de verão (pós-cultivo da soja) e na fase de inverno (pós-pastejo), após 3 anos de condução do sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Universidade Federal de Santa Catarina, no campus Curitibanos. O clima é classificado como Cfb temperado (Köppen), com temperatura e precipitação média de 20ºC e 1500 mm, respectivamente. O solo do experimento é classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrofico latossólico de textura argilosa.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 3 x 3. O primeiro fator corresponde a doses de adubação nitrogenada na cultura da aveia (0, 75 e 150 kg N ha^{-1}), enquanto que o segundo fator corresponde a alturas residuais de pastejo (15 e 7 cm residuais e o sem pastejo - SP). Na fase verão (2017/2018) cultivou-se a cultura da soja em semeadura direta. Após a colheita da soja, no inverno de 2018, implantou-se a cultura da aveia preta, conduzindo o pastejo nas três alturas residuais designadas (SP, 7 e 15 cm).

As avaliações da RP foram realizadas após a colheita da soja e após a condução do pastejo pelos animais, na profundidade de 0 a 80 cm. Paralelamente a RP foi realizada a coleta de solo para determinação da umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise da variância, e utilizou-se o teste de Tukey à 5% para comparação das médias encontradas, calculando a DMS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a fase verão não foi observado interação entre os fatores analisados e, desse modo, avaliou-se os fatores dose e altura isoladamente. Para o fator dose (Figura 1A) não houve diferença significativa em nenhuma das camadas avaliadas. A maior RP se concentrou na camada subsuperficial (5 aos 25 cm), com valores que podem ser considerados limítrofes para o desenvolvimento de algumas culturas, superiores a 2 Mpa (Bengough e Mullins, 1990).

Os valores encontrados podem ser justificados parcialmente pela baixa umidade do solo durante a coleta dos dados (Figura 1A). Trabalhos conduzidos por Silveira et al. (2010) em

um Argissolo amarelo na Bahia retratam esta condição, onde observaram que a RP do solo tem resposta direta em função da umidade.

Para o fator altura, assim como para doses, não houve diferença significativa entre as alturas residuais de pastejo em nenhuma das profundidades avaliadas (Figura 1B). Sendo que a máxima RP foi observada na camada de 10 – 15 cm.

Para a fase inverno, assim como no verão, não houve interação entre os fatores analisados. Para o fator dose, (Figura 1C) observou-se diferença significativa apenas para as camadas de 35 – 40 e 40 – 45 cm, onde a maior dose de N (150 kg ha^{-1}) apresentou a menor RP.

Os resultados encontrados justificam-se pelo maior aporte de resíduo da cultura da aveia, principalmente via sistema radicular. Pois, a maior dose de N garantiu uma maior produção de matéria seca, e consequentemente um maior período de pastejo em relação às demais doses aplicadas. Além disso, a cultura passa a produzir um volume muito maior de raízes, o que pode ter favorecido a formação de bioporos ao longo do perfil do solo, com maior adição de matéria orgânica e consequentemente a redução da RP do solo (Costa et al., 2012).

Analisando o fator altura, não houve diferença significativa entre os tratamentos avaliados (Figura 1D), sendo que os valores máximos se concentraram na camada de 15 cm de profundidade, mas não sendo limitantes ao desenvolvimento radicular.

CONCLUSÕES

O manejo com doses de N e alturas residuais de pastejo aplicados à cultura da aveia não impactaram significativamente sobre a RP do solo após o cultivo da soja.

A aplicação de 150 kg ha^{-1} de N no inverno garantiu menor RP para as camadas de 35 – 40 e 40 – 45 cm, após o pastejo da cultura da aveia.

A alturas residuais de pastejo (SP, 7 e 15 cm) não interferiram na RP do solo na fase inverno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Benghough, A. G.; Mullins, C, E. Mechanical impedance to root growth: a review of experimental techiniques and root growth responses. J Soil Sci, v. 41, p. 341 – 358, 1990.

Costa, M. A. T.; Tormena, C. A.; Lugão, S. M. B.; Fidalski, J.; Nascimento, W. G.; Medeiros, F. M. Resistência do solo à penetração e produção de raízes e de forragem em diferentes níveis de intensificação do pastejo. Rev Bras de Cienc Solo, v. 36, p. 993-1004, 2012.

[1]Graduando em Agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos-SC, jorgellocatelli@gmail.com.
[2]Pós-Graduando em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba-PR.
[3]Professor Pesquisador, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos-SC.

Franchini, J. C.; Debiasi, H.; Carrara, R.; França, C. B; Winck, N. N.; Caumo, A. L.; Wruck, F. J.; Skorupa, L. A. Benefícios da integração lavoura-pecuária sobre a qualidade física do solo visando à sustentabilidade da produção de soja no nordeste Matogrossense. V Congresso Brasileiro de Soja, 2009.

Silveira, D. C.; Melo Filho, J. F.; Sacramento, J. A. A. S.; Silveira, E. C. P. Relação umidade versus resistência à penetração para um Argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da Bahia. Rev Bras de Cienc Solo, v. 34, p. 659-667, 2010.

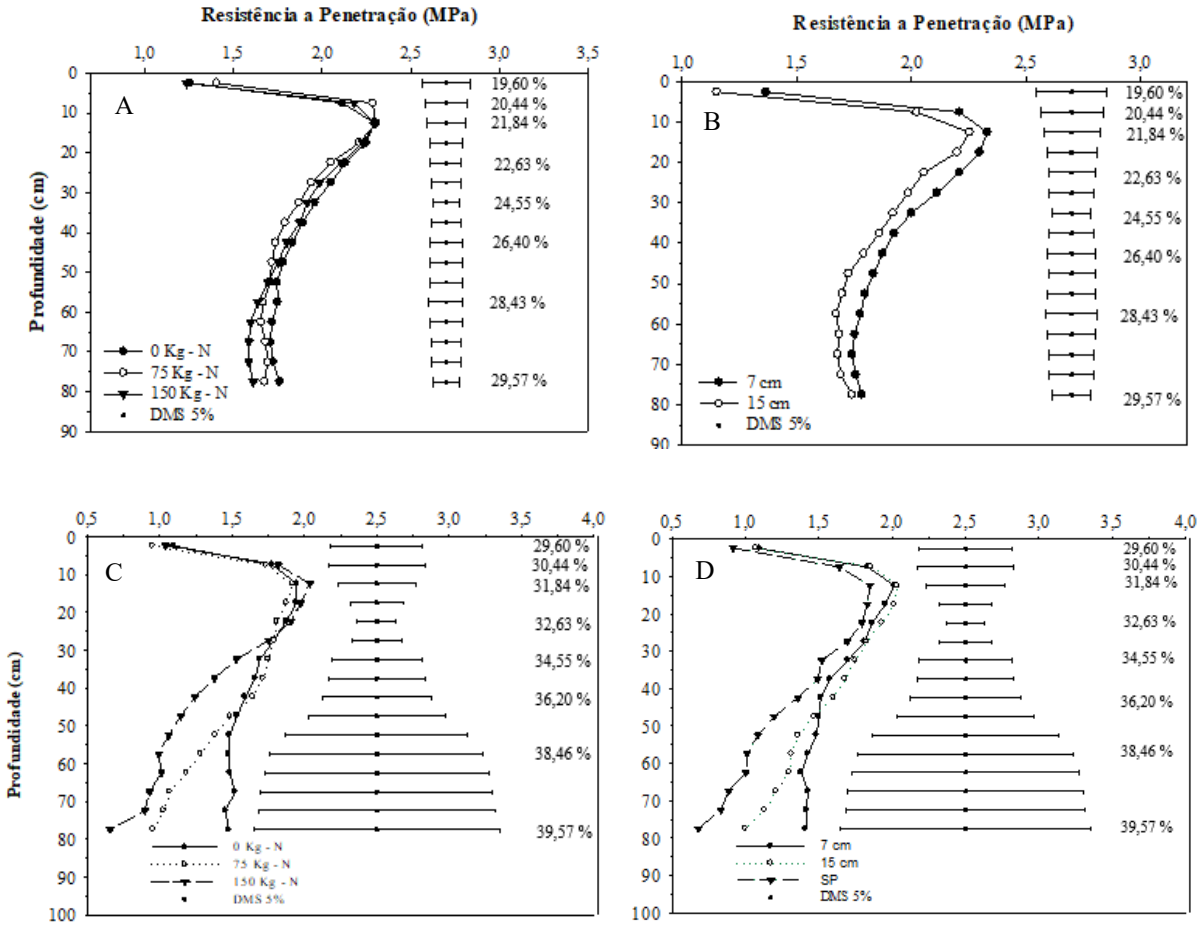


Figura 1. Resistência do solo à penetração em doses de N (A) e alturas residuais de pastejo (B) no pós-soja, e resistência à penetração em doses de N (C) e alturas residuais de pastejo (D) no pós-pastejo. Curitibanos, SC. 2018. Barras verticais nas profundidades indicam a diferença mínima significativa a 5 % de probabilidade de erro. Valores em percentagem indicam o teor de umidade do solo nas respectivas profundidades.

INFLUÊNCIA DO VOLUME DA AMOSTRA NA AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO

Vacilania Pacheco[1], Aline Cavalli[2], Lucas Sartor Mayer[3], Larissa Leite Leite Momolli Hansen[4], Rachel Muylaert Locks Guimarães[5]

RESUMO: O monitoramento da qualidade do solo pelos atributos físicos se faz importante a fim de promover a manutenção e avaliação da suscetibilidade dos sistemas agrícolas. Assim o uso de equipamentos que obtenham amostras de alta qualidade é crucial para reduzir o erro e a variância nos resultados. O objetivo do presente trabalho foi avaliar se o tamanho do anel amostrador influencia no valor dos atributos físicos do solo. Quatro tamanhos de anéis foram testados: três cilindros metálicos de 5 cm de altura com diâmetro de 5, 6. e 7 cm, e um cilindro de 3 x 6 cm na profundidade de 0-10 cm. Foram avaliados os parâmetros: densidade, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e resistência do solo a penetração. Realizou-se as análises exploratórias dos dados, e a normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, a nível de 1%. Pode-se considerar como o menos adequado para extração de amostras indeformadas o anel C (3 x 6 cm), devido ao mesmo apresentar valores de variância mais elevados em comparação com os demais.

PALAVRAS-CHAVE: amostragem, densidade, porosidade.

INFLUENCE OF THE RING SIZE IN THE EVALUATION OF PHYSICAL ATTRIBUTES OF THE SOIL

ABSTRACT: The monitoring of soil quality by physical attributes is important in order to promote the maintenance and evaluation of the susceptibility of agricultural systems. Thus the use of equipment that obtains high quality samples is crucial to reduce error and variance in results. The objective of the present work was to evaluate if the size of the sampler ring influences the value of the physical attributes of the soil. Four ring sizes were

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 086.218.569-64, vacilania.vp@gmail.com.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 071.234.249-48, alinecavalli94@gmail.com.
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 075.907.959-50, lucassmayer100@gmail.com.
[4]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 073.481.999-41, larissamomolli@hotmail.com.
[5]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 036.001.089-05 rachelguimaraes@utfpr.edu.br.

tested: three 5 cm high metal cylinders with a diameter of 5, 6 and 7 cm, and a 3 x 6 cm cylinder in the 0-10 cm depth. The parameters were evaluated: density, total porosity, macroporosity, microporosity and soil penetration resistance. Exploratory analyzes of the data were performed, and the normality of the data was verified with the Shapiro-Wilk test at the 1% level. The ring C (3 x 6 cm) may be considered the least suitable for extraction of undisturbed samples, due to the fact that it presents higher values of variance in comparison with the others.

KEYWORDS: sampling, density, porosity.

INTRODUÇÃO

A caracterização dos atributos físicos do solo é essencial para uma boa interpretação da qualidade do solo no campo. As medições quantitativas ou comparativas dos atributos físicos do solo podem sofrer imprecisões, afetando as comparações entre os dados coletados por diferentes pessoas ou em momentos diferentes (Wuest, 2009).

Diversas metodologias foram desenvolvidas para a obtenção de amostras indeformadas envolvendo os mais diferentes princípios de funcionamento. Em sua maioria, o princípio de amostragem faz uso da cravação de anéis no solo. Com isso, a busca de um amostrador de solo de tamanho conveniente e que seja capaz de retirar amostras indeformadas de solo de alta qualidade em um tempo reduzido, é primordial para reduzir o erro de amostragem e a variação nos resultados para replicados (Grossman e Reinsch, 2002).

Não somente o método de amostragem mas também o tamanho do anel é importante na obtenção amostras não perturbadas, podendo o tamanho do amostrador aumentar muito sua eficácia. Desta forma, um diâmetro do anel muito reduzido, pode introduzir um erro inerente decorrente da compactação do solo ao longo da interface entre o anel de perfuração e o plano de corte do solo (Jamison et al., 1950).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar se o tamanho do anel amostrado influencia no valor dos atributos físicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

As coletas foram realizadas na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Câmpus Pato Branco. O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 2006).

Quatro tamanhos de amostra foram testados: três cilindros de metal de 5 cm de altura e com diâmetro de 5 (A), 6 (B) e 7 cm (C), e um cilindro de 3 cm de altura com diâmetro de 6 cm (D); foram cravados no solo com auxílio de um amostrador. A amostragem foi realizada na profundidade de 0-10 cm, com 20 repetições.

Para determinar a porosidade do solo, as amostras foram saturadas com água até dois terços da altura do anel, pesadas e submetidas à mesa de tensão a -0,006 MPa. Após a retirada da mesa de tensão, foram novamente pesadas e secas em estufa a ±105°C por 48 h, realizando-se a última pesagem. As estimativas da densidade aparente do solo foram determinadas por meio do método do volume conhecido (Klein, 2012).

A resistência do solo a penetração (RSP) foi determinada utilizando um penetrógrafo eletrônico automático de bancada, com haste de penetração de ponta cônica com diâmetro de 3 mm, ângulo de 30°, em velocidade constante de 0.0667 mm s^{-1} e leitura a cada 1 s. Em cada amostra foi realizada uma repetição, utilizando-se uma célula de carga de 20 Kgf. Para a análise dos dados foram selecionados os valores de RSP da parte central do corpo de prova, eliminando-se o primeiro e o último mm de cada amostra.

Para cada atributo, efetuou-se uma análise descritiva dos dados. Foram calculadas a média, mediana, desvio-padrão e o coeficiente de variação (CV). A hipótese de normalidade dos dados foi verificada com o teste de Shapiro-Wilk, a nível de 1% de probabilidade, através do software Minitab 17. O CV foi considerado baixo quando CV < 10%; médio quando 10% < CV < 20%; alto quando 20% < CV < 30% e muito alto quando CV > 30% conforme Gomes e Garcia (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados indicaram normalidade dos dados para as variáveis estudadas. Os CVs indicaram homogeneidade dos dados para os atributos densidade do solo, porosidade total e microporosidade, exibindo alta precisão. Como exceção, a macroporosidade teve CV baixo para o anel C (0.14) médio para o anel A (15.29), alto para o anel B (26.54) e muito alto para o anel D (31.46). Vale ressaltar que o solo é um ambiente dinâmico, o que pode ocasionar tal heterogeneidade. A resistência do solo a penetração também apresentou CV

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 086.218.569-64, vacilania.vp@gmail.com.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 071.234.249-48, alinecavalli94@gmail.com.
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 075.907.959-50, lucassmayer100@gmail.com.
[4]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 073.481.999-41, larissamomolli@hotmail.com.
[5]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 036.001.089-05 rachelguimaraes@utfpr.edu.br.

baixo para os anéis B e D (0.37 e 0.25) e muito alto para os anéis A e C (30.68 e 57.91).

Embora os valores médios de densidade tenham variado pouco (0.85; 1.09; 0.83; 1.16), a variância estimada para a porosidade total foi significativa para o anel C com relação aos demais (2.66; 3.69; 11.12; 3.81). Diversos autores recomendam que as medidas de anéis para obtenção de amostras indeformadas não sejam inferiores a 75 mm e, de preferência, 100 mm de diâmetro e que a altura do cilindro não exceda o diâmetro, isso porque a medida que são duplicadas medidas de altura e diâmetro, proporcionalmente aumentará a eficácia do amostrador. Outro ponto importante a considerar é a profundidade do solo extraída, neste caso, anéis com uma baixa altura consequentemente coletam um intervalo pequeno de solo, o que pode tornar a amostra não representativa para um determinado intervalo de profundidade (Grossman e Reinsch, 2002).

De maneira geral, pode-se considerar como o menos adequado para extração de amostras indeformadas o anel C (3 x 6 cm), devido ao mesmo apresentar valores de variância mais elevados.

CONCLUSÕES

Os anéis com altura de 5 cm e diâmetro de 5, 6 e 7 cm são os mais eficientes para obtenção de amostras indeformadas de solo, contudo, devido a grande variação ocorrida nos resultados, é interessante a seleção de uma nova área para futura repetição do experimento e confirmação dos resultados, pois acredita-se que as diferenças encontradas foram atribuídas à não uniformidade do solo no local de coleta.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR – Câmpus Pato Branco pela estrutura para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed., Sistemas de Produção, Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

Gomes FP, Garcia CH. Estatística aplicada a experimentos agronômicos e florestais, Piracicaba: FEALQ, 2002. 305 p.

Grossman RB, Reinsch TG. The solid phase, bulk density and linear extensibility. Methods of soil analysis. Part, 2002, v. 4, p. 201-228.

Jamison VC et al. A hammer-driven soil-core sampler. Soil Science, 1950, v. 69, n. 6, p. 487-496.

Klein VA. Física do Solo. 2 ed. Passo Fundo: Ed. Universidade Passo Fundo, 2012. 240 p.

Wuest SB. Correction of bulk density and sampling method biases using soil mass per unit area. Soil Science Society of America Journal, 2009, v. 73, n. 1, p. 312-316.

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 086.218.569-64, vacilania.vp@gmail.com.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 071.234.249-48, alinecavalli94@gmail.com.
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 075.907.959-50, lucassmayer100@gmail.com.
[4]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 073.481.999-41, larissamomolli@hotmail.com.
[5]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 036.001.089-05 rachelguimaraes@utfpr.edu.br.

VIABILIDADE AGRONÔMICA DA INOCULAÇÃO DE BACTÉRIAS PROMOTORAS DE CRESCIMENTO NA CULTURA DO MILHO

Kayo Kennedy Albernas[1], Glaciela Kaschuk[2], Lygia Vitória Galli-Terasawa[2], Volnei Pauletti[2]

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agronômica da inoculação de dois gêneros de bactérias promotoras de crescimento vegetal, *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6) e *Bacillus* LGMB 319, e *Bacillus* LGMB 326 na cultura do milho cultivado em campo. Os experimentos foram realizados em duas propriedades agrícolas do Estado do Paraná, um localizado no município de Campo Largo e o outro, no município de Lapa. Os tratamentos testaram a aplicação de inoculantes bacterianos e de fertilizante nitrogenado na forma de sulfato de amônio (21% N), como seguem: T1: ausência de inoculante e de fertilizante nitrogenado em cobertura; T2: aplicação de 100 kg N ha-1 sem inoculante; T3: aplicação de 50 kg N ha-1 sem inoculante; T4: e 50 kg N ha-1 com Azospirillum brasilense (Ab-V5 e Ab-V6); T5: 50 kg N ha-1 com *Bacillus* LGMB 319; T6: 50 kg N ha-1 com *Bacillus* LGMB 326; T7: 50 kg N ha-1 com *Bacillus* LGMB 319 e *Bacillus* LGMB 326; e T8: 50 kg N ha-1 com *A. brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6), B. LGMB 319 e B. LGMB 326. Os inoculantes de *Bacillus* LGMB 319 e *Bacillus* LGMB 326 podem ser alternativas viáveis ao inoculante *A. brasilense*, ou podem ser coinoculados sem que tragam decréscimos nos componentes de produção, na produtividade de grãos ou no conteúdo de nutrientes da planta.

PALAVRAS-CHAVE: inoculantes bacterianos, sulfato de amônio e doses de fertilizante nitrogenado.

INTRODUÇÃO

Para suprir as necessidades de uma agricultura tão dependente dos produtos sintéticos, uma possível alternativa é introduzir microrganismos do solo (bactérias, fungos, algas, etc.) que aumentem a capacidade de absorção e eficiência do uso de nutrientes e a da água. Entre esses microrganismos potenciais do solo, as bactérias conhecidas como bactérias promotoras de crescimento vegetal são as mais promissoras. O termo "bactérias promotoras do crescimento vegetal" (BPCV) refere-se a bactérias que colonizam as raízes das plantas (rizosfera) e estimulam o crescimento por diferentes mecanismos. Os benefícios que as BPCV

[1]Mestrando Solos-UFPR, UFPR, Curitiba.
[2]Docentes, UFPR, Curitiba, contato: glaciela.kaschuk@gmail.com

promovem incluem: (I) tolerância ao estresse abiótico, (II) disponibilização de nutrientes (N, P e Fe), (III) hormônios reguladores de crescimento vegetal, (IV) produção de sideróforos, (V) produção de compostos orgânicos voláteis; e (VI) produção de enzimas de proteção, como quitinase, glucanase e ACC-desaminase para a prevenção de doenças de plantas. O modo de ação das diferentes BPCV pode variar conforme o tipo de planta hospedeira.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência agronômica da inoculação de dois gêneros de bactérias promotoras de crescimento vegetal, *Azospirillum brasilense* (Ab-V5 e Ab-V6) e *Bacillus* LGMB 319, e *Bacillus* LGMB 326 na cultura do milho cultivado em campo.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram realizados com a cultura do milho (Zea mays (L.)) em dois locais do estado do Paraná nos municípios de Campo Largo e de Lapa, na safra de 2017/2018, em Latossolo vermelho eutrófico chernossólico e Latossolo vermelho distrófico cambissólico, respectivamente.

Os experimentos foram conduzidos sob delineamento experimental de blocos ao acaso com 8 tratamentos e 5 repetições. As parcelas T1, T2 e T3 não foram inoculadas e receberam as doses de (T1) 0 (zero), (T2) 100 e (T3) 50 kg N ha-1, respectivamente. As parcelas T4 foram inoculadas com *Azospirillum brasilense* (Abv-05 e Abv-06); T5, com *Bacillus* LGMB 319; T6, com *Bacillus* LGMB 326; T7, com *Bacillus* LGMB 319 e *Bacillus* LGMB 326; e T8, com *A. brasilense* (Abv-05 e Abv-06), *Bacillus* LGMB 319 e *Bacillus* LGMB 326. Todas as parcelas inoculadas receberam 50 kg N ha^{-1} em cobertura. A aplicação do fertilizante nitrogenado foi realizada com $(NH_4)_2SO_4$ (21% N) no estádio vegetativo V4 da cultura (quatro folhas abertas) em superfície do solo, na linha, ao lado das plantas.

As bactérias utilizadas foram Azospirillum brasilense Abv-05 e Abv-06 (fornecidas pela Total Biotecnologia S.A.), *Bacillus* LGMB 319 e B. LGMB 326 (Banco de Germoplasma do Laboratório de Genética de Microrganismos do Departamento de Genética da Universidade Federal do Paraná), provenientes do isolamento da rizosfera de milhos híbridos comerciais. A inoculação foi feita com homogeneização de 3 mL de suspensão bacteriana com concentração de 2x108 células mL^{-1} em 1800 sementes de milho imediatamente antes do plantio.

No estágio de pendoamento, folhas localizadas na porção oposta e abaixo da espiga de 5 plantas escolhidas ao acaso por parcela foram cortadas, enxaguadas com água deionizada,

secas em estufa com ventilação forçada a 60 ºC por 72 horas e moídas em fragmentos de 2 mm. As medições da altura e diâmetro das plantas foram feitas em 10 plantas por parcela. A altura das plantas foi medida da superfície rente ao solo até o ponto de inserção da folha bandeira. O diâmetro do colmo foi medido na altura do primeiro internódio visível. A massa seca total da parte aérea (incluindo as espigas sem os grãos) foi determinada pela pesagem de 5 plantas no estágio de maturação fisiológica, cortadas rente ao solo, secas em estufa com ventilação forçada a 60 ºC por 14 dias. O comprimento e diâmetro foram estimados a partir da mensuração de 5 espigas de cada parcela. O comprimento consistiu da mensuração da base até o ápice das espigas. O diâmetro da espiga foi medido no meio do comprimento das espigas.

A colheita das espigas foi realizada manualmente na área útil, descartando-se as duas linhas laterais, o primeiro e o último metro de cada linha de plantio. As espigas foram debulhadas em debulhador mecânico acoplado no trator. Pesados e corrigidos a 13% de umidade e extrapolados para kg ha-1. Os grãos foram contados (para massa de mil grãos) e pesados, seus pesos corrigidos a 13% de umidade.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 1, 5, e 10% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos deste experimento não induziram o diâmetro do colmo das plantas nem o número de fileiras de grãos por espiga nos dois locais (dados não mostrados). Os tratamentos com os inoculantes bacterianos deste trabalho não influenciaram as variáveis diâmetro do colmo, altura, massa seca das plantas, número de fileiras de grãos por espiga, comprimento das espigas e produtividade. O tratamento de coinoculação das três cepas bacterianas (T8) no experimento em Campo Largo produziu 359,17 kg ha^{-1} de grãos a mais do que o tratamento (T3) que recebeu a mesma quantidade de N em cobertura (Tabela 1). Em Lapa, o tratamento que mais produziu com a mesma quantidade do fertilizante nitrogenado foi o tratamento de inoculação de B. LGMB 326 (T6), sendo 436,42 kg ha^{-1} a mais do que o T3 (sem inoculante bacteriano).

Os resultados sugerem que os inoculantes à base de *Bacillus* LGMB 319 e *Bacillus* LGMB 326 podem ser alternativas viáveis ao inoculante *A. brasilense*, ou podem ser coinoculados sem que tragam decréscimos nos componentes de produção, na produtividade de grãos ou no conteúdo de nutrientes da planta.

[1]Mestrando Solos-UFPR, UFPR, Curitiba.
[2]Docentes, UFPR, Curitiba, contato: glaciela.kaschuk@gmail.com

Tabela 1. Massa de mil grãos e produtividade de milho sob efeito da inoculação com inoculantes à base de *Bacillus*.

Tratamento	Massa de mil grãos		Produtividade	
	Campo Largo	Lapa	Campo Largo	Lapa
	--------g-------		-------kg/ha^{-1}-------	
T1	148.97b	276.83b	6180.7b	9912.35b
T2	185.23a	298.24a	9131.3a	11801.23a
T3	166.39ab	279.03ab	8105.42a	11123.46ab
T4	165.40ab	289.62ab	8119.43a	11426.54ab
T5	160.62ab	291.97ab	8420.57a	11336.42ab
T6	167.85ab	285.52ab	8402.48a	11559.88ab
T7	149.58b	292.65ab	7887.85a	11067.28ab
T8	158.52b	290.60ab	8464.59a	11164.20ab
CV%	9.75	3.99	13.71	8.05
P	**	*	***	*

* Significativo no teste F, p<0,05
** Significativo no teste F, p<0.01
*** Significativo no teste F, p<0.001
ns Não significativo no teste F.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Total biotecnologia pelo suporte na execução dos experimentos.

A MINERALOGIA DETERMINANDO O COMPORTAMENTO QUÍMICO DOS SOLOS RONDONIENSES

Neuzilene das Graças Rossi[(1)], Raquel Romão Sevilha[(2)], Leila Cristina Canton[(1)], Ivan Granemann de Souza Junior[(3)], Antonio Carlos Saraiva da Costa[(4)]

RESUMO: Os minerais presentes nos solos tropicais influenciam diretamente nos atributos químicos dos solos. O presente trabalho buscou avaliar o comportamento químico de diferentes solos do estado de Rondônia, por meio da avaliação das características mineralógicas associadas ao processo de intemperismo, representado aqui pelos índices Ki e Kr. Foram selecionados 14 perfis de solo da XII-Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos (RCC) de Rondônia, que já haviam sido caracterizados quimicamente pela Embrapa Solos. Foram utilizados os seguintes atributos: pH no ponto de carga zero (pH_{PCZ}), acidez potencial (H+Al), Ca^{2+}, Mg^{2+}, Na^{+}, Al^{3+}, K^{+}, soma de bases (SB), capacidade de troca de cátions (CTC), carbono orgânico, e os teores de SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 que foram utilizados para o calculo de Ki e Kr. Os dados foram submetidos a correlações para obtenção do coeficiente de correlação de Person (r), na qual as variáveis citadas apresentaram correlação significativa a 5% com os índices Ki e/ou Kr. As relações moleculares Ki e Kr demonstraram boa capacidade em predizer o grau de intemperismo e a mineralogia predominante nos solos avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: INTEMPERISMO, Ki, Kr.

INTRODUÇÃO

Os solos da região tropical são altamente intemperizados e possuem uma mineralogia com predominância de caulinita, óxidos-hidróxidos de ferro e alumínio. Estes minerais influenciam diretamente nos atributos físicos, químicos e mineralógicos dos solos, pois apresentam variação na cristalinidade e apresentam cargas dependentes do pH do solo (Vendrame et al., 2011).

Dessa forma o presente trabalho buscou avaliar o comportamento químico de diferentes solos do estado de Rondônia, por meio da avaliação das características mineralógicas associadas ao processo de intemperismo, representado no presente estudo pelos índices Ki e Kr.

[1]Doutoranda, UEM, neuzilenerossii@gmail.com, eng.leilacris@gmail.com.
[2]Mestranda, UEM, rrsevilha@gmail.com
[3]Eng. Agrônomo, UEM, ivangsjunior@gmail.com
[4]Prof. Doutor, UEM, antoniocscosta@gmail.com.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo consistem em 6 classes de solo, constituídas por 98 horizontes provenientes de 14 perfis de solo amostrados na XII-RCC (Tabela 1) (Lumbreras et al., 2017).

Tabela 1. Classificação dos 14 perfis de solos da XII-RCC-Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de Solos

Classificação	**Acrônimo**	**Perfil**
Argissolo (2)	PVAd, PVe	RO-04, RO-08
Cambissolo (1)	CXve	RO-13
Latossolo (6)	LVAe, LVAw, Law, LAVd, Lad, LAd	RO-02, RO-05, RO-09, RO-10, RO-12, RO-14
Nitossolo (1)	NVef	RO-03
Planossolo (1)	SXd	RO-07
Plintossolo (3)	FTal, FTd, FXw	RO-11, RO-01, RO-15

Extraído e modificado de Lumbreras et al. (2017).

Estes perfis foram caracterizados nos seus atributos químicos pelo laboratório da Embrapa Solos, utilizando a metodologia descrita pela Embrapa (1997): pH em água e KCl, acidez potencial ($H + Al^{3+}$), Na^{+}, K^{+} e P extraídos com solução de Mehlich 1, os cátions Ca^{2+}, Mg^{2+} e Al^{3+} extraídos como solução de KCl 1 mol L^{-1}, soma de bases (SB, cmo_c Kg^{-1}), carbono orgânico (CO), capacidade de troca catiônica (CTC) calculada pela soma total dos cátions retidos pelo solo. Também foram calculadas a percentagem de saturação de bases (V%) e saturação por alumínio (m%). A partir dos valores de pH_{H2O} e pH_{KCl} foi possível determinar o valor de pH no ponto de carga zero (pH_{PCZ}) e ΔpH. Os conteúdos de SiO_2, Al_2O_3, Fe_2O_3 foram determinados após solubilização das amostras com ácido sulfúrico 1:1, os quais, foram utilizados na determinação das relações moleculares Ki e Kr.

Os valores do coeficiente de correlação de Person (r) e os valores da significância da relação entre as variáveis "p" foram obtidos utilizando a rotina PROC REG do programa estatístico SAS (SAS, 1999).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH, ΔpH e pH_{PCZ} apresentaram correlação negativa com os índices Ki e Kr (Tabela 2). Foi possível verificar que os perfis de solos mais jovens, menos intemperizados, que apresentam maiores concentrações de minerais de argila do tipo 2:1 (pH_{PCZ} baixo) apresentaram os menores valores para variável ΔpH (Figura 1a), Isso porque a

maior parte das cargas que constituem esses minerais é permanente e independe do pH do solo (Coringa et al., 2012).

Porém a presença de Al^{3+} na entrecamada desses minerais como a vermiculita (VHE) e esmectita (EHE), quando sofre hidrólise diminui o valor de pH, aumentando a acidez da solução.

Tabela 2. Valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e significância estatística (p) das correlações entre os índices Ki e Kr e os atributos químicos dos 14 perfis de solos da XII-Reunião Brasileira de Classificação de Solos (RCC)

		pH_{H2O} (1)	pH_{KCl} (2)	ΔpH (3)	pH_{PCZ} (4)	CTC (5)	Ca (6)	Al (7)	m (8)	C (9)	C N^{-1} (10)
Ki	r	-0,20	-0,45	-0,48	-0,57	0,35	ns	0,29	0,32	-0,30	-0,42
	p	0,0542	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0004		0,0041	0,0014	0,0031	<0,0001
Kr	r	-0,28	-0,54	-0,48	-0,63	0,26	-0,27	0,29	0,47	-0,28	-0,40
	p	0,0054	<0,0001	<0,0001	<0,0001	0,0105	0,0513	0,0045	<0,0001	0,0060	<0,0001

(1)pH em água, (2)pH em KCl, (3)ΔpH (pH_{KCl}- pH_{H2O}, (4)pH no ponto de carga zero, (5)Capacidade de troca catiônica, (6)Ca^{2+}, (7)Al^{3+}, (8)saturação por alumínio, (9)Carbono orgânico, (10)Relação entre C e N.

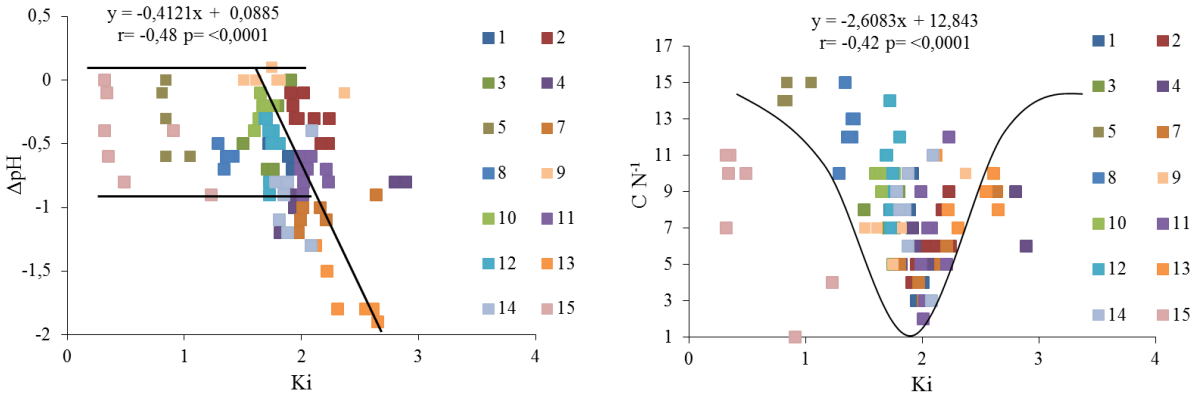


Figura 1. Correlação entre as variáveis ΔpH (a) e C N^{-1} (b) e o índice Ki dos 14 perfis de solos da XII-RCC. FTd (1), LVAe (2), NVef (3), PVAd (4), LVAw (5), SXd (7), PVe (8), LAw (9), LAVd (10), FTal (11), LAd (12), CXve (13), LAd (14), FXw (15).

Os solos mais cauliníticos e oxídicos a CTC foi menor porque há pouca contribuição da caulinita e dos óxidos de ferro e Al no fornecimento de cargas negativas (Utami et al., 2019).

Os cátions básicos (Mg^{2+}, K^{+}, Na^{+}) e Al^{3+} e a SB correlacionaram positivamente com o índice Ki, porém não houve correlação significativa com o teor de Ca^{2+}, visto que nos solos com valores mais elevados de Ki, os minerais 2:1 estão com suas cargas ocupadas pelo Al^{3+}.

Os óxidos de ferro e alumínio presentes nos solos tropicais promovem a maior estabilização do material orgânico à decomposição (Figura 1b). Foi possível observar a

[1]Doutoranda, UEM, neuzilenerossii@gmail.com, eng.leilacris@gmail.com.
[2]Mestranda, UEM, rrsevilha@gmail.com
[3]Eng. Agrônomo, UEM, ivangsjunior@gmail.com
[4]Prof. Doutor, UEM, antoniocscosta@gmail.com.

diminuição dos valores de relação C N^{-1} acompanhando o aumento das relações moleculares Ki e Kr.

CONCLUSÕES

As relações moleculares Ki e Kr, dois atributos mineralógicos, influenciaram os atributos químicos do solo.

As diferentes relações estudadas entre os atributos químicos destes solos e os valores de Ki podem agrupá-los em três grupos distintos: solos que apresentavam óxidos de alumínio pobremente cristalinos ligados à matéria orgânica (Ki< 2,0), solos cauliníticos (Ki= 2,0) e solos com a presença expressiva de VHE e EHE (Ki> 2,0).

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº 313188/2017-3) e CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

Coringa EAO, Couto EG, Perez OXL, Torrado PV. Atributos de solos hidromórficos no Pantanal Norte Matogrossense. **Acta Amazonica**, v. 42, n. 1, p. 19–28, 2012.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, **Manual de Métodos de Análise de Solos.** 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa, 212.p. 1997.

SAS Institute. SAS/STAT procedure guide for personal computers. 5.ed. Cary, 1999.

Utami SR, Mees F, Dumon M, Qafoku NP, Ranst EV. Charge fingerprint in relation to mineralogical composition of Quaternary volcanic ash along a climatic gradient on Java Island, Indonesia, **Catena**, v.172, p. 547-557, 2019.

Vendrame PRS, Eberhardt DNE, Brito OR, Marchão RL, Quantin C, Becquer T. Formas de ferro e alumínio e suas relações com textura, mineralogia e carbono orgânico em Latossolos do Cerrado. **Semina: Ciências Agrárias**, 21:1657-1666, 2011.

LUMBRERAS, J. F.; ANJOS, L. H. C. A, COELHO, M. R, OLIVEIRA, A. V. **Guia de Campo, Pesquisas coligadas XII Reunião Brasileira de Classificação e Correlação de solos.** Porto Velho: Núcelo Regional Noroeste da Sociedade Brasileira de Ciência do solo. 2017. 120p.

EFEITO DA GESSAGEM EM LONGO PRAZO NA DECOMPOSIÇÃO DA PALHADA DE ADUBOS VERDES

Christian Lopes[1], Victória Koszalka[2], Ana Carolina Ricardi[2], Guilherme Mikos[3], Marcelo Marques Lopes Müller[4]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar a decomposição da palhada oriunda de adubação verde hibernal solteira e consorciada durante o ciclo da cultura de verão sob efeito residual de gesso agrícola. Com delineamento de blocos casualizados e esquema de parcela subdividida foram aplicadas, em 2009, nas unidades experimentais cinco doses de gesso agrícola de 0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1}, as subparcelas foram implementadas em 2018 com os seguintes níveis de adubação verde: sem adubo verde (controle), aveia preta solteira e consórcio de adubos verdes (aveia preta + centeio + nabo forrageiro + tremoço branco). Depois de manejados os AV, ao final do ciclo de inverno, a perda de massa seca (MS) da cobertura dos tratamentos foi estudada quinzenalmente com o auxílio de bolsas de decomposição durante o período de 3 meses que correspondeu ao desenvolvimento do feijão no verão. O consórcio de AV perdeu mais massa em todas as avaliações realizadas, 42 e 22% a mais para a primeira e última avaliação, respectivamente. A dose de gesso que correspondeu a maior perda de MS da palhada foi estimada em 6,69 Mg ha^{-1}.

PALAVRAS-CHAVE: cobertura do solo, consórcio, gesso agrícola.

INTRODUÇÃO

A sustentabilidade do sistema plantio direto (SPD) é afiançada pelo incremento no teor e na qualidade da matéria orgânica do solo (MOS) advindo da rotação de culturas e mínimo revolvimento de solo possível, o que garante a qualidade química, física e biológica do solo no sistema (Silva e Mendonça, 2007). O uso de adubos verdes (AV) auxilia na longevidade desse tipo de sistema de cultivo, pois garante diversidade de espécies e de qualidade de resíduos aportados à área, além da reciclagem de nutrientes presentes no solo e aporte de carbono orgânico ao longo de todo o perfil (Sharma et al., 2017). A escolha da espécie empregada na adubação verde varia com o objetivo

[1]Mestrando, Unicentro, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR. christian42lopes@gmail.com.
[2]Mestrando, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[3]Graduando, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[4]Professor, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.

pretendido, espécies gramíneas possuem sistema radicular fasciculado para exploração do solo, enquanto leguminosas têm capacidade de aporte de nitrogênio e crucíferas de fósforo. As espécies podem ser cultivadas separadamente ou consorciadas (Calegari et al., 2016), combinando seus benefícios para a área.

Em conjunto com a adubação verde, o uso de gesso agrícola ($CaSO_4.2H_2O$) pode potencializar o efeito da reciclagem de nutrientes com sua ação condicionadora do solo, em que há maior exploração do perfil do solo pelas raízes (Caires et al., 2016), isso ocorre graças ao aporte de cálcio (Ca^{2+}), redução do teor de alumínio tóxico (Al^{3+}) e redistribuição das bases ao longo do perfil pela presença do sulfato ($S\text{-}SO_4^{2-}$) no gesso.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito residual do gesso sobre a decomposição da palhada oriunda de adubação verde hibernal em cultivo solteiro ou consorciado, durante o desenvolvimento da cultura de verão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no campo experimental da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), cujo clima é Cfb e o solo Latossolo Bruno (Michalovicz, 2012), a área encontra-se sob SPD desde 2005. Em 2009 foram aplicadas 5 doses de gesso na superfície (0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1}) em delineamento de blocos ao acaso. Em junho de 2018 as parcelas com tratamento de gesso foram subdivididas, implantando-se três níveis de adubação verde hibernal: sem AV (controle), AV solteiro (aveia preta) e consórcio de AV (aveia preta + centeio + nabo forrageiro + tremoço branco).

O manejo dos AV foi feito em novembro de 2018 com herbicida e rolo-faca. Alíquotas equivalentes à produção de massa seca (MS) dos AV de cada tratamento foram colocadas em litter bags (bolsas de decomposição) confeccionados de tecido voil, com medidas de 20 x 20 cm.

Após a implantação da cultura do feijão, em novembro de 2018, 6 litter bags foram acondicionados nas entrelinhas da cultura dentro de cada parcela em contato com o solo. Foram realizadas coletas em um intervalo quinzenal, a cada coleta uma das bolsas foi recolhida e seca em estufa a 60º C e, posteriormente, pesada para se estimar a perda acumulada de MS até 3 meses após o manejo dos AV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A perda acumulada de MS de cada uma das coletas respondeu para o tratamento adubação verde, em que o consórcio de espécies obteve decréscimo mais expressivo

comparado à espécie solteira para todas as avaliações, essa diferença foi de 42% na primeira coleta e 22% na última (Tabela 1). Tal efeito se deve, principalmente, às diferentes procedências da palhada e suas respectivas relações C/N, quem são maiores em espécies gramíneas e menores em crucíferas e leguminosas. Resultados condizentes com os encontrados por Ziech et al. (2015), em que espécies solteiras de gramíneas proporcionaram maior cobertura do solo, enquanto as leguminosas se decompuseram mais rapidamente, já os consórcios apresentaram decomposição intermediária, proporcionando cobertura do solo e reciclagem de nutrientes de forma mais equilibrada.

Tabela 1. Resumo da análise de variância, de regressão e médias das coletas quinzenais de perda de massa seca de adubos verdes (AV) sob doses de gesso agrícola e níveis de adubação verde.

Tratamento	1ª coleta	2ª coleta	3ª coleta	4ª coleta	5ª coleta	6ª coleta
Dose de gesso (Mg ha^{-1})	---------- kg ha^{-1} ----------					
0	801,56	2.029,69	3.055,31	3.052,50	3.444,37	4.221,87
3	1.491,87	2.933,12	4.036,25	4.650,31	4.810,62	5.566,87
6	1.187,81	3.195,94	4.032,50	4.186,56	4.740,00	5.612,19
9	1.152,5	2.491,56	3.560,94	3.937,5	4.431,25	5.169,69
12	985,62	2.360,94	3.721,87	4.118,12	4.323,75	5.000,62
Regressão/R²	Q**/0,57³	n.s.	Q*/0,61	Q**/0,50	Q**/0,77	Q**/0,80
CV(%)	27,67	37,58	14,70	10,00	13,87	8,43
Adubação Verde						
Solteiro¹	823,12 b	2.133,00 b	3.091,75 b	3.458,75 b	3.667,25 b	4.477,62 b
Consórcio²	1.424,62 a	3.071,50 a	4.251,00 a	4.519,25 a	5.032,75 a	5.750,87 a
Efeito	*	*	**	**	**	**
CV(%)	69,38	40,75	20,83	16,88	16,44	13,12
Gesso x AV	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

¹Adubo verde solteiro (aveia preta); ²Adubo verde consorciado (aveia preta, centeio, nabo forrageiro e tremoço branco); ³Ajuste quadrático e valor de R² depois da barra; *p < 0,05; **p < 0,01; n.s.: não significativo. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey.

Houve efeito das doses de gesso, mesmo após 9 anos de sua aplicação, com resposta em quase todas as coletas e ajuste quadrático. Na 6ª avaliação, 3 meses após o manejo dos AV, a maior perda de MS obtida foi estimada na dose de 6,69 Mg ha^{-1} de gesso (Figura 1).

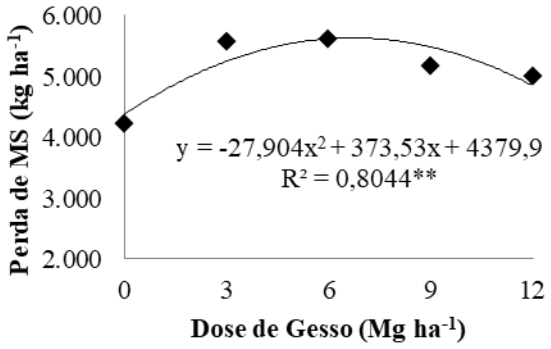


Figura 1. Perda acumulada em 3 meses de massa seca (MS) da palhada de adubos verdes em função de doses de gesso agrícola após 9 anos de sua aplicação. ** significativo com p < 0,01.

[1]Mestrando, Unicentro, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR. christian42lopes@gmail.com.
[2]Mestrando, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[3]Graduando, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.
[4]Professor, Unicentro. Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli Guarapuava – PR.

As maiores perdas de massa próximas a 6 Mg ha^{-1} de gesso, doses em que são também observadas altas produtividades ao longo do tempo (Michalovicz, 2012; Vicensi et al., 2016), esses resultados podem estar relacionados a interações mais complexas entre nutrientes, como relação C/N/P/S (Potafos, 1998), que possivelmente estariam mais equilibradas devido à presença de S no gesso.

CONCLUSÕES

Resíduos provenientes de consórcio de AV resultam em maiores perdas acumuladas de MS ao longo de 3 meses comparado a uma espécie gramínea solteira. Doses de gesso próximas a 6 Mg ha^{-1} correspondem à maior decomposição em volume de MS após 3 meses do manejo dos AV.

REFERÊNCIAS

Caires EF, Zerdo Filho R, Barth G, Joris HAW. Optimizing nitrogen use efficiency for no-till corn production by improving root growth and capturing NO3-N in subsoil. Pedosphere. 2016; 26(4):474-85. https://doi.org/10.1016/S1002-0160(15)60058-3

Calegari A. Plantas de cobertura: Manual técnico. Londrina: IAPAR; 2016.

Instituto da Potassa e Fosfato – Potafos. Manual internacional de fertilidade do solo. 2ª ed. Piracicaba: Potafos; 1998.

Michalovicz L. Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho-cevada-feijão-trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em plantio direto [tese]. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste; 2012.

Sharma P, Laor Y, Raviv M, Medina S, Saadi I, Krasnovsky A, Vager M, Levy GJ, Bar-tal A, Borisover M. Green manure as part of organic management cycle: Effects on changes in organic matter characteristics across the soil profile. Geoderma. 2017; 305:197-207. http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.06.003

Silva IR, Mendonça ES. Matéria Orgânica do Solo. In: Novais RF, Alvarez VVH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Neves JCL, editores. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2007. p. 375-470.

Vicensi M, Müller MML, Kawakami J, Nascimento R, Michalovicz L, Lopes C. Do rates and splitting of phosphogypsum apllications influence the soil and annual crops in a no-tillage system? Rev Bras Cienc Solo. 2016; 40. http://dx.doi.org/10.1590/18069657rbcs20150155

Ziech ARD, Conceição PC, Luchese AV, Balin NM, Candiotto G, Garmus TG. Proteção do solo por plantas de cobertura de ciclo hibernal na região sul do Brasil. Pesq Agropec Bras. 2015; 50(5):374-82. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500004

DIFRAÇÃO DE RAIOS-X DE AMOSTRAS DE CALCÁRIO

Raquel Romão Sevilha[(1)], Leila Cristina Canton[(2)], Neuzilene das Graças Rossi[(2)], Ivan Granemann de Souza Junior[(3)], Antonio Carlos Saraiva da Costa[(4)].

RESUMO: A caracterização mineralógica de diferentes materiais, utilizando-se da técnica de difração de raios-X, é bastante indicada na determinação de fases cristalinas. O objetivo desse estudo foi analisar diferentes amostras de calcário por meio da difração de raios-X para a identificação de componentes sólidos que aparecem com baixa frequência nos corretivos agrícolas. A identificação dos minerais por meio da técnica de difração de raios-X é bastante útil, rápida e eficiente, garantido assim a caracterização das amostras analisadas sem destruir as amostras.

PALAVRAS-CHAVE: mineralogia, calcita, dolomita

INTRODUÇÃO

Os calcários são rochas formadas, em sua maioria, de carbonatos de cálcio ($CaCO_3$) (calcita) e algumas também apresentam carbonato de magnésio ($MgCO_3$) (dolomita) em diferentes proporções. Essas rochas podem conter óxidos de ferro, alumina e/ou manganês, além de matéria orgânica (Marinho et al. 2014). Dependendo dos teores de óxidos de cálcio e magnésio, as rochas são caracterizadas como cálcicas ou magnesianas, sendo raro na natureza os tipos puramente cálcicos e magnesianos (Mineropar, 1999). Por definição, o termo calcário é correto e usado para grupos de rochas com composição de carbonatos superiores a 50%.

A caracterização mineralógica desses materiais auxilia na sua identificação e posterior destinação (Sampaio e Almeida, 2008). Calcários provenientes de rochas sedimentares são mais friáveis ou moles e os calcários de rochas metamórficas são mais duros, porém quando moídos ambos apresentam comportamento semelhante (Alcarde, 2005). A similaridade entre as características físicas das rochas calcárias faz com que distinção entre elas seja dificultada.

Com a técnica de difração de Raios-X, é possível a identificação dos minerais constituintes, porque na maior parte dos sólidos (cristais), os átomos se ordenam em planos cristalinos. Ao incidir um feixe de raios X em um cristal, o mesmo interage com os átomos

[1]Mestranda, UEM, Maringá/PR, rrsevilha@gmail.com
[2]Doutoranda, UEM, Maringá/PR, eng.leilacris@gmail.com, neuzilenerossii@gmail.com.
[3]Engenheiro Agrônomo, UEM, Maringá/PR, ivangsjunior@gmail.com.
[4]Professor Doutor, UEM, Maringá/PR, antoniocscosta@gmail.com.

presentes, originando o fenômeno de difração (Albers et al. 2002).

Dentre as vantagens da difração de raios-X para a caracterização de fases, destacam-se a simplicidade e rapidez do método, a confiabilidade dos resultados obtidos e a possibilidade de análise de materiais compostos por uma mistura de fases (Albers et al. 2002).

Desta forma, o presente trabalho realizou a caracterização de diferentes amostras de calcário afim de identificar as fases cristalinas existentes nas amostras, para permitir a identificação dos minerais presentes nos corretivos agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente todo material foi separado em pequenas amostras de aproximadamente 2 gramas, moídos no gral de ágata, secos em estufa a 105º C e passados em peneira de 53 μm. No total foram 14 amostras, sendo que as amostras 1 e 2, eram reagentes de $CaCO_3$ e $MgCO_3$ respectivamente, as demais são calcários comerciais oriundos de diferentes regiões do Brasil.

As amostras foram submetidas à difração de raios-X no equipamento SHIMADZU XRD-6000, pertencente ao Complexo de Centrais de Apoio a Pesquisa - COMCAP da Universidade Estadual de Maringá, que é equipado com cátodo de Co, filtro de Ni e radiação Kα operando a 30 mA e 40kV. A velocidade de varredura será de 0,02 °2θ/0,6s em amplitude de 3 a 80 º2θ. As leituras foram realizadas em lâminas em pó. Para identificação dos minerais utilizou-se padrões contidos no PDF 02 do software *X'Pert HighScore Plus Panalytical*®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A técnica de difração de raios-X permite a identificação de fases cristalinas. Os minerais presentes nos calcários, além dos carbonatos, como a calcita ($CaCO_3$), dolomita ($CaMg(CO_3)_2$) e hydromagnesita ($Mg_5(CO_3)_4(OH)_2 \cdot 4H_2O$), pode-se citar o quartzo.

A identificação dessas fases pode inferir sobre a origem do material e teor de CaO e MgO. Com base na figura 1, verifica-se que os calcários são constituídos basicamente por calcita, $CaCO_3$, e por dolomita $CaMg(CO_3)_2$. Quase todas as amostras contém algum teor de MgO, ou seja, há dolomita na sua contituição, sendo que a amostra 8 não apresentou dolomita, e a amostra 3 os picos são pouco significativos para esse mineral. Também é possível verificar a presença de quartzo nas amostras, com exceção da amostra 10.

Para Marinho et al. (2014), a difração de raios-X, em relação a outros métodos físicos e químicos, oferece a vantagem de que o difratograma apresenta um número grande de picos, o que facilita a identificação, principalmente no caso de misturas.

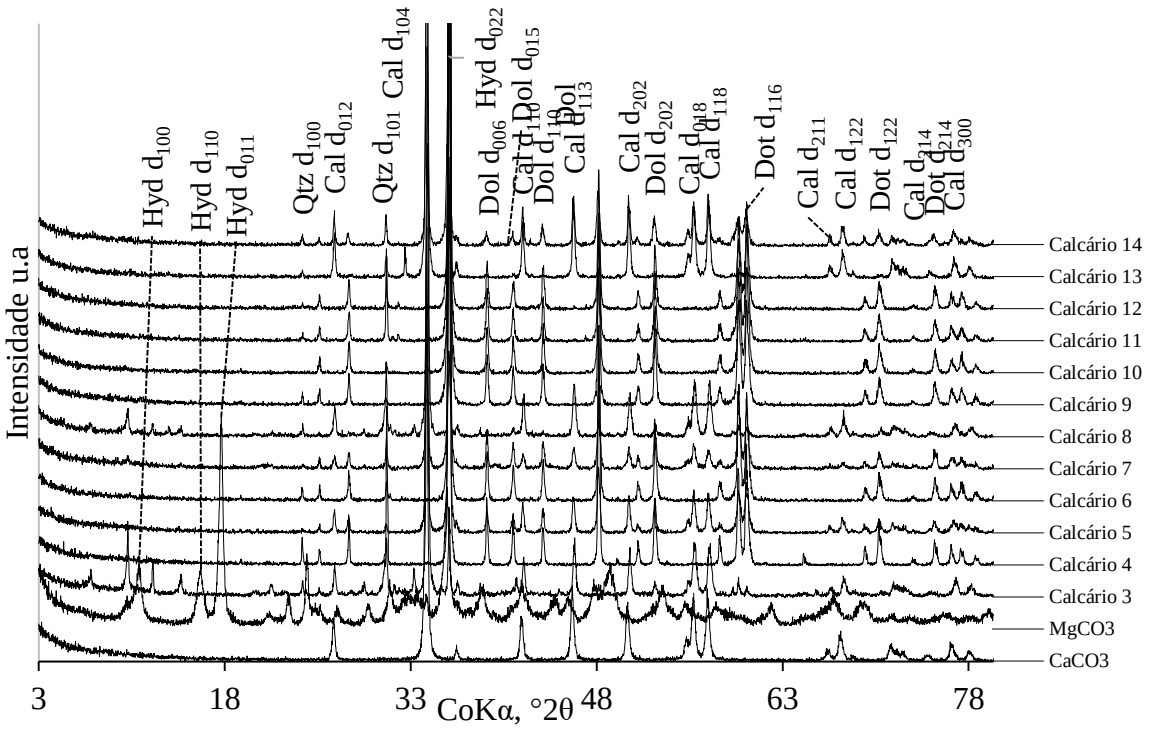


Figura 1: Difratogramas de raios - X do reagente de CaCO3 e MgCO3 e amostras de calcário. Hyd: Hydromagnesita, QZ: Quartzo, Cal: Calcita, Dol: Dolomita.

CONCLUSÕES

A técnica para identificação de calcários por difração de raios-X proposto neste trabalho, permite a identificação rápida e confiável dos minerais comumente presentes em calcários comercializados no país.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº 313188/2017-3) e CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

Albers APF, Melchiades FG, Machado R, Baldo JB, Boschi AO. Um método simples de caracterização de argilominerais por difração de raios X. Cerâmica. 2002; 48:305-34.

Alcarde JC. Corretivos da acidez dos solos: características e interpretações técnicas. In: Boletim técnico, ANDA. Ed 6. São Paulo: SP; 2005. p. 3.

[1]Mestranda, UEM, Maringá/PR, rrsevilha@gmail.com
[2]Doutoranda, UEM, Maringá/PR, eng.leilacris@gmail.com, neuzilenerossii@gmail.com.
[3]Engenheiro Agrônomo, UEM, Maringá/PR, ivangsjunior@gmail.com.
[4]Professor Doutor, UEM, Maringá/PR, antoniocscosta@gmail.com.

Marinho ARO, Vieira JHA, Antunes Junior V, Medeiros AC, Souza GP. Caracterização de calcários da região sul e sudeste do Pará. In: 21º CBECIMAT – Congresso Brasileiro de Engenharia e Ciência dos Materiais 09 a 13 de novembro de 2014, Cuiabá, MT; 2014. p. 511-517. 2014.

Prodecal. Programa de desenvolvimento da indústria mineral paranaense – Perfil da indústria de rochas calcárias. Curitiba: Minerais do Paraná S.A. 1999.

Sampaio JA, Almeida, SLMD. Capitulo 16 - Calcário e Dolomito. In: Rochas e Minerais Industriais – Rio de Janeiro, RJ – CETEM, 2º ed., p. 363-391, 2008. Disponível em: http://www.cetem.gov.br/agrominerais/teste/livros/16-agrominerais-calcario-dolomito.pd

INOCULAÇÃO DE POTENCIAIS MICROORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO VEGETAL EM TRIGO

Ana Luiza Rielli[1], Glaciela Kaschuk[2]

RESUMO:

A inoculação de microorganismos promotores de crescimento vegetal pode aumentar a produtividade e qualidade do produto cultivado. O objetivo deste experimento foi avaliar a resposta do trigo à inoculação de *Azospirillum brasilense* e a estirpes putativas de *Bacillus*, potenciais promotores de crescimento vegetal. O experimento foi realizado em casa de vegetação do Setor de Ciências Agrárias, em Curitiba, com temperaturas médias locais, no mês de agosto no ano de 2018. As plantas foram cultivadas em vasos contendo 7,5 kg de solo (pH 4,8 e nível satisfatório de fertilidade para cultura). O delineamento experimental foi em casualizados, com 4 repetições. As plantas foram avaliadas quando 75% delas apresentavam-se na fase de antese (a espiga florescendo, com blocos anteras, ou pólen). Os componentes avaliados foram altura da parte aérea da planta, comprimento de raiz, número de perfilhos, espigas e espiguetas, massas secas da parte aérea, e da raiz. Os resultados indicaram que a inoculação dos microorganismos testados não afetou significativamente as variáveis avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Bacillus*, espiguetas, inoculantes, perfilhos

INTRODUÇÃO

A cultura de cereais, dentre eles o trigo, surgiu há 11 mil anos a.C no Oriente Médio, com o tempo a demografia humana e os recursos alimentares tiveram um desequilíbrio e assim houve a necessidade de aumentar a produção dessas principais espécies consumidas (CONAB, 2017). Desde então, a importância do trigo aumentou, sendo um dos três cereais (arroz, milho, trigo) mais cultivados do mundo, é de grande importância para a economia global. (TAKEITI, 2015).

O uso de inoculantes contendo bactérias fixadoras biológicas de nitrogênio, que promovem o crescimento e incrementam a produtividade de plantas, de maneira ecológica, além de reduzir a aplicação de fertilizantes nitrogenados que são utilizados em grande

[1]Acadêmica, UFPR, Curitiba, email: ana_luiza_rielli@hotmail.com.
[2]Professora, UFPR, Curitiba.

quantidade para o cultivo de trigo e são prejudiciais à saúde do homem e do ambiente.

A inoculação de microorganismos potenciais promotores de crescimento vegetal pode apresentar resultados variáveis e nem sempre ideais, ou seja, estimular ou inibir o crescimento radicular e os demais aspectos de desenvolvimento da planta. Além disso, é necessário verificar a dosagem ideal, ou faixa de doses a serem recomendadas e comercializadas e realizar pesquisas e testes que almejam esses resultados.

Esse trabalho foi conduzido com o objetivo de avaliar o efeito da inoculação de potenciais microrganismos promotores de crescimento no crescimento e desenovolvimento de plantas de trigo, cultivadas em casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Curitiba, Paraná, no mês de agosto do ano de 2018 em delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram: 1) Sem inoculação (testemunha), 2) Inoculação com *Azospirillum brasilense*, 3) Inoculação com Putativo *Bacillus* sp. Isolado 07, 4) Inoculação com Putativo *Bacillus* sp. Isolado 10, 5) Inoculação com Putativo *Bacillus* sp. Isolado 19, Inoculação com 6) *Azospirillum* + Isolado 31. O termo "putativo" é usado porque a identificação como *Bacillus* está para ser confirmada. As sementes de trigo foram inoculadas sem desinfestação e semeadas em vasos com capacidade de 10 litros contendo 7,5 kg de solo agrícola, coletado na camada de 0 - 20 cm do solo, na região de Curitiba. Sete dias após a germinação, apenas uma planta foi deixada por vaso. As plantas foram molhadas diariamente com água da torneira.

A colheita ocorreu no estágio fenológico de antese, com 75% das plantas nessa fase, no dia 19 de outubro de 2018. Durante a colheita, as plantas foram retiradas inteiras dos vasos e as suas raízes lavadas. As amostras foram identificadas e levadas para secar em estufa de circulação de ar forçada à aproximadamente 60 ºC por 48 horas. Após secagem, as partes foram separadas, contadas, medidas e pesadas. A altura da parte aérea e o comprimento de raiz foram medidas com uma régua e a massa, com balança. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de médias Tukey ambos ao nível de 5% de probabilidade pelo programa R Project for Statistical Computing.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Apesar de a literatura evidenciar que o *Azospirillum brasilense* e as bactérias do gênero *Bacillus* podem trazer benefícios no crescimento do trigo, os resultados deste experimento não mostraram diferenças significativas nas variáveis avaliadas. Entretanto, é interessante observar que o tratamento com *Azospirillum* aumentou em 1,5 o número médio de perfilhos por planta em relação à testemunha, que não recebeu qualquer inoculante, e, que os tratamentos com Isolados 19 e Isolados 31 diminuíram em 1,5 e 2,5, respectivamente, o número médio de perfilhos por planta (Tabela 1). O número médio de perfilhos por planta é uma variável muito importante na composição da produtividade da cultura, e, é modelado em função da alteração na composição hormonal da planta. Portanto, os resultados desse experimento sugerem que o *Azospirillum* altera a composição hormonal para maior desenvolvimento da planta, enquanto os microorganismos 19 e 31 alteram para o seu menor desenvolvimento.

Os microorganismos testados aparentemente também influenciaram no número total de espiguetas por planta, embora as diferenças não tenham sido significativas nos níveis de probabilidade escolhidos. Por exemplo, *Azospirillum* aumentou em 11 espiguetas por planta em relação à testemunha, enquanto *Azospirillum*+Isolado 31 diminuiu em 19 o número de espiguetas. A diminuição de espiguetas é um forte indicativo de que o isolado 31 pode alterar a produtividade da cultura do trigo. Por outro lado, o isolado 07 pode representar uma alternativa positiva para aumento da produtividade do trigo.

Tabela 1 – Resposta do trigo à inoculação com microorganismos potenciais promotores de crescimento vegetal em casa de vegetação em Curitiba, Paraná, 2018. *

Tratamento	Parte aérea (cm)	Raiz (cm)	Perfilhos (por planta)	Espigas (por planta)	Espigueta (por espiga)	Total espiguetas (por planta)	Parte aérea (g MS por planta)
Testemunha	78,5	44,5	10,2	4,2	17,4	73,5	8,0
Azospirillum	78,5	42,1	11,7	4,7	17,9	84,5	8,9
Isolado 07	79,7	37,0	10,7	5,5	17,8	96,5	8,8
Isolado 10	72,7	43,2	10,2	3,5	17,4	60,7	8,3
Isolado 19	82,0	35,0	8,7	4,5	16,8	79,0	7,5
Azospirillum + Isolado 31	75,7	40,5	7,7	3,0	13,5	54,2	6,2
CV total (%)	6,87	28,34	26,34	44,61	24,39	43,51	27,73

* Médias de 4 repetições. As diferenças não foram significativas ao nível de 5% de probabilidade.

[1]Acadêmica, UFPR, Curitiba, email: ana_luiza_rielli@hotmail.com.
[2]Professora, UFPR, Curitiba.

Finalmente, é importante mencionar que o estudo de novos inoculantes é necessário, pois a diversidade de microorganismo ainda não foi completamente desvendada. Além disso, o mercado agrícola tem procurado por alternativas biológicas para controle de pragas e doenças. Os novos insumos biológicos precisam ser compatíveis com as tecnologias existentes. Esse experimento mostrou que bactérias putativas Bacillus podem ter diferentes ações sobre o desenvolvimento do trigo.

CONCLUSÕES

Os inoculantes analisados no experimento não geraram diferenças significativas nas variáveis de trigo que foram analisadas.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Total Biotecnologia, por fornecer os inoculantes microbianos e proporcionar a oportunidade de realizar esse trabalho.

REFERÊNCIAS

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Safras 2017/2018. A cultura do trigo / organizadores Aroldo Antonio de Oliveira Neto e Candice Mello Romero Santos. – Brasília: Conab, 2017, v. 1.

TAKEITI, C. Y. Trigo. Brasília: Agência Embrapa de Informação Tecnológica, 2015. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000girlwnqt02wx5ok05vadr1qrnof0m.htm> . Acesso em: 31 jan. 2019.

CINÉTICA DE LIBERAÇÃO DE MACRONUTRIENTES (Ca, Mg e K) NA TOPOSEQUÊNCIA DE SOLOS DE IBIPORÃ

Leila Cristina Canton[1], Neuzilene das Graças Rossi[1], Raquel Romão Sevilha[2], Ivan Granemann de Souza Junior[3], Antonio Carlos Saraiva da Costa[4]

RESUMO: As reservas de macronutrientes são importantes na determinação da produtividade em solos. Solos tropicais são altamente intemperizados e com mineralogia oxídica e dificilmente são encontrados minerais primários fontes de nutrientes. O objetivo desse trabalho foi estudar a cinética de liberação de macronutrientes em topossequencia de solos tropicais. O teor total foi realizado utilizando água régia. Para avaliar o potencial de liberação de K, Ca e Mg dos solos foram realizadas 9 extrações sequencias dos nutrientes com solução de ácido cítrico 0,01 mol L^{-1}, com os seguintes tempos de contato: 2, 12, 24, 48, 96, 144, 192, 288 e 576 h) totalizando 1.382 horas. O teor total de K, Ca e Mg liberado foi 3546 mg kg^{-1}, 6632 mg kg^{-1} e 1347 mg kg^{-1}, respectivamente, para o Chernossolo. O teor máximo acumulado pela cinética para K, Ca e Mg foi 3546 mg kg^{-1}, 6632 mg kg^{-1} e 1347 mg kg^{-1}, respectivamente, para o Chernossolo. A equação parabólica de difusão descreveu a liberação de K enquanto a equação de Elovich descreveu Ca e Mg.

PALAVRAS-CHAVE: ácido cítrico, liberação, modelo cinéticos.

INTRODUÇÃO

As reservas de macronutrientes e micronutrientes são um fator importante na determinação da produtividade em solos. Os nutrientes podem ser encontrados em minerais primários (herdados do material de origem) e secundários (formados a partir do intemperismo pela dissolução da rocha).

O cálcio no solo é originado pela alteração do material de origem como dolomita, calcita, apatita, felsdpatos cálcicos e anfibólios. O Magnésio no solo é encontrado na dolomita, biotita, clorita, serpentina e olivina, além de fazer parte da composição estrutural de minerais secundários como ilita, vermiculita e esmectita (CASTRO et al., 2010).

O potássio pode ser encontrado no solo na forma trocável, não trocável, estrutural e na solução do solo (MELO et al., 2009; CASTRO et al., 2010). Nos solos as micas mais encontradas são a biotita e a muscovita nas frações mais grosseiras (areia e silte) e a ilita na fração argila (MELO et al., 2009).

[1]Doutoranda, UEM, avenida colombo, n 5790, Bloco J45, eng.leilacris@gmail.com; [1] Doutoranda, UEM, neuzilenerossii@gmail.com; [2]Mestranda, UEM, rrsevilha@gmail.com; [3]Engº Agronômo, UEM, ivangsjunior@gmail.com; [4]Professor, UEM, antoniocscosta@gmail.com.

Solos presentes em regiões tropicais apresentam mineralogia oxídica devido ao avançado grau de intemperismo. Diante disso poucos são os minerais primarios encontrados e que fornecem nutrientes as plantas. O objetivo deste trabalho é estudar a cinética de liberação de macronutrientes (Ca, Mg e K) da terra fina seca ao ar de uma topossequenc ia de Ibiporã.

MATERIAL E MÉTODOS

Os solos utilizados para este trabalho são do horizonte A de uma topossequências Ibiporá (PR): LATOSSOLO; NITOSSOLO, CHERNOSSOLO, NEOSSOLO.

Para determinação dos teores totais foi utilizada TFSA, a qual 0,500 mg foram pesadas em duplicata e realocadas em Erlenmeyer e acrescentou-se 10 mL de água régia aquecendo em seguida. Após iniciar a fervura as amostras permaneceram por mais 45 minutos, resfriadas, filtradas e armazenadas para determinação dos elementos totais em espectrofotômetro de absorção atômica.

A cinética de liberação de Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+} foram realizadas por meio de extrações sequenciais com ácido cítrico 0,1 mol L^{-1}. Foram pesadas 3g de TFSA em duplicata e transferidos para tubos de centrifuga com capacidade de 50 mL e adicionados 30 mL de ácido cítrico 0,1 mol L^{-1}. Agitou-se por 1 hora e o tempo de repouso foi variável: 2, 12, 24, 48, 96, 144, 192, 288 e 576 h) totalizando 1.382 horas. Os teores de Ca e Mg foram quantificados por absorção atômica e K foi determinados por fotometria de chama. Cada amostra de solo remanescente no tubo centrífuga recebeu novamente 30 mL do extrator, nas mesmas condições descritas anteriormente.

Para determinar a equação que melhor descreve a velocidade de liberação dos nutrientes em função do tempo foram testadas diferentes equações de ordem zero, primeira ordem, parabólica de difusão e Elovich. A escolha do melhor modelo que se ajusta aos resultados foi feita com base nos valores do coeficiente de determinação (R^2) e do erro padrão da estimativa (EP).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A liberação de K (Tabela 1) nos solos da topossequência aumentou dos solos mais intemperizados (Latossolo) para o solo mais jovem (Chernossolo). Os Latossolos compreendem solos altamente intemperizados, assim a liberação de K ocorre principalmente de minerais primários oriundo das frações mais grosseiras dos solos (silte e areia). Na topossequência a maior liberação dos nutrientes (K, Ca e Mg) ocorre nas amostras do solo da classe dos Chernossolo.

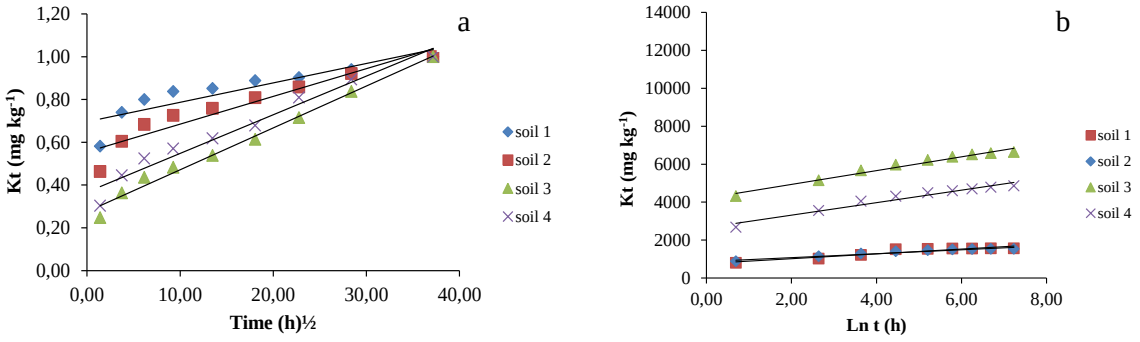
Tabela 1: Classificação, sigla e localização dos solos pertencentes a topossequência de Ibiporã e Maringá e Teores totais em mg kg^{-1} de K, Ca e Mg

Classificação	Sigla	Teores totais		
		K	Ca	Mg
		mg kg^{-1}	mg kg^{-1}	mg kg^{-1}
LATOSSOLO VERMELHO eutroférrico	LVe	9342 ± 1	1668 ± 7	693 ± 4
NITOSSOLO VERMELHO eutroférrico	NVe	11797 ± 1	1549 ± 1	858 ± 5
Chernossolo Vermelho	MV	21412 ± 0	6727 ± 3	4846 ± 3
Neossolo	Ref	15416 ± 2	6335 ± 1	3889 ± 1

O teor máximo acumulado liberado dos solos após extração sequencial com ácido cítrico 0,01 mol L^{-1} para a topossequência de Ibiporã para os macronutrientes K, Ca e Mg foi 3546 mg kg^{-1}, 6632 mg kg^{-1} e 1347 mg kg^{-1}, respectivamente, para o Chernossolo. O K apresentou liberação inicial rápida com menor tempo de reação, conforme observado por JALALI et al. (2014).

Em termos percentuais os teores liberados com ácido cítrico para K foram baixas com liberação de aproximadamente 21% do K total, enquanto Ca apresentou uma liberação de 92% em relação ao total e Mg de 26%. O maior percentual de K liberado foi para Latossolo (24%) e o menor para Chernossolo (17%). Para Ca o maior teor foi para o Nitossolo e Chernossolo com (99%) e o menor teor para Neossolo (77%). O Mg teve o maior teor liberado para Neossolo (32%) e menor teor para Nitossolo (21%). A maior concentração de ácido cítrico pode potencializar a dissolução de minerais primários dos solos alterando assim as taxas de liberação (AMARAL et al., 2015).

Altos valores de R^2 com baixos valores de erro padrão mostraram que os melhores modelos que descrevem a liberação de K é a equação parabólica, enquanto Ca e Mg foram melhores descritos pela equação de Elovich (Figura 1).



[1]Doutoranda, UEM, avenida colombo, n 5790, Bloco J45, eng.leilacris@gmail.com; [1] Doutoranda, UEM, neuzilenerossii@gmail.com; [2]Mestranda, UEM, rrsevilha@gmail.com; [3]Engº Agronômo, UEM, ivangsjunior@gmail.com; [4]Professor, UEM, antoniocscosta@gmail.com.

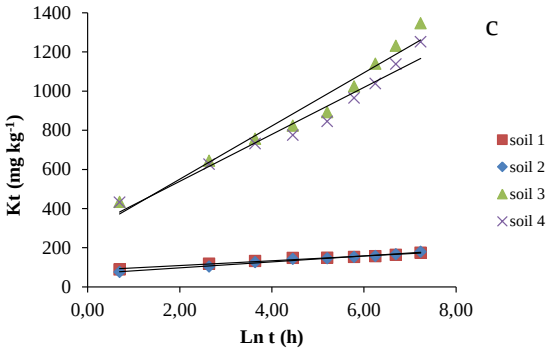


Figura 1: Cinética de liberação de K, e Mg para topossequência de Ibiporã utilizando ácido cítrico 0,01 mol L^{-1} descrito pela (a) K-equação parabólica e (b) Ca e (c) Mg pela equação de Elovich. Soil 1: Latossolo; soil 2: nitossolo; soil 3: chernossolo; soil: neossolo

Amaral et al. (2015) encontraram os melhores ajustes de cinética para K foi equação de Elovich e para Ca e Mg foram as equações de ordem zero.

CONCLUSÕES

O uso de ácido cítrico 0,01 mol L^{-1} (pH~2) na cinética de liberação de Ca, Mg e K pode promover a dissolução de minerais primários presentes nos solos aumentando os teores liberados. As equações que melhores descrevem as taxas liberadas diferem entre trabalhos, entretanto todos os autores utilizam como critério maior valor de R^2 e menor erro estimativa padrão.

AGRADECIMENTOS

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (Processo nº 313188/2017-3) e CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

Amaral FHC, Neto AEF, Curi N, Inda AV, Araújo EF. Produtividade de Eucalyptus grandis e sua relação com a cinética de liberação de macronutrientes. Sci. For. 2015; 43: 979-991.

Castro PP, Curi N, Neto AEF, Resende AV, Guilherme LRG, Menezes MD, Araújo EF, Freitas DAF, Mello CR, Silva SHG. Química e mineralogia de solos cultivados com eucalipto (Eucalyptus sp.) Sci. For. 2010; 38: 645-657.

Jalali M, Khanlari V. Kinetics of potassium release from calcareous soils under diferente land use. Arid Land Res Manag. 2014; 28:1-13.

Melo VF, Castilhos RMV, Pinto LFS. Reserva mineral do solo. In: Melo VF, Alleoni LRF. Química e Mineralogia do Solo: parte I conceitos básicos. Viçosa- MG, SBCS; 2009. p. 251-332.

Safarzadeh HS, Kasmaei LS, Abadi ZA. Effect of organic substances on iron-release kinetics in a calcareous soil after basil hervesting. J Serb Chem Soc. 2018; 83:941-952.

XISTO RETORTADO RETÉM AMÔNIA VOLATILIZADA DA UREIA

Bruna Barbosa dos Santos Klein Breiter[1], Volnei Pauletti[2], João Pedro Alves Neto[3], Anna Flávia Moraes Nogueira[3], Erick Vinicius Paraguaio[3]

RESUMO: As aplicações de ureia, o adubo nitrogenado mais utilizado no Brasil, sofrem com perdas significativas, principalmente por volatilização, que pode comprometer em média até 30% da dose aplicada. O xisto retortado (XR), que é um subproduto da extração de óleo, gás e enxofre do xisto, tem potencial de redução destas perdas. O objetivo desse trabalho foi confirmar e identificar o mecanismo de retenção de amônia pelo XR. Foi realizado um experimento em laboratório com frascos para volatilização. No fundo do frasco foi depositado solo com pH $CaCl_2$ = 6,0, sobre o qual foi aplicada ou não ureia. Sobre o solo, dentro de recipientes plásticos, portanto sem contato com o solo ou a ureia, foi colocado o XR, com a finalidade de absorver a amônia volatilizada. Após o período de sete dias o XR foi retirado dos frascos, misturado a 10 ml de água deionizada e determinado o pH da solução após 24 e 48 horas. A alteração do pH observada indica que o XR possui caráter anfotérico, podendo se comportar como doador ou consumidor de cargas, à medida em que está exposto à amônia volatilizada. Conclui-se que o XR possui capacidade de retenção de NH_3 volatilizada a partir da ureia pela adsorção em cargas minerais e orgânicas.

PALAVRAS-CHAVE: volatilização de amônia, folhelho, amônio.

INTRODUÇÃO

O nitrogênio é o macronutriente exigido em maior quantidade pelas plantas, e a forma de obtenção da amônia utilizada para a formulação de adubos nitrogenados é dispendiosa no sentido de gasto de energia, na sua maioria vinda de fontes não renováveis. Contudo, existem processos de perda do nitrogênio aplicado, os quais reduzem muito sua eficiência. Dentre essas reações está a volatilização, que pode responder por até 30% das perdas observadas (Engels et al., 2011). Alternativas têm sido estudadas para aumentar a eficiência de aplicação e aproveitamento dos adubos nitrogenados, em especial da ureia (Sommer et al., 2004; Knight et al., 2007)

O folhelho pirobetuminoso, conhecido como xisto, é uma rocha sedimentar da qual

[1]Doutoranda em Ciência do Solo, UFPR, bruna.santos90@gmail.com.
[2] Professor do Departamento de Ciência do Solo, UFPR, Rua dos funcionários, 1540, Cabral, Curitiba - PR
[3] Graduandos em Agronomia, UFPR, Rua dos funcionários, 1540, Cabral, Curitiba - PR

pode-se extrair, através da pirólise, óleos, gás natural e enxofre. Como subproduto, tem-se o xisto retortado (XR), material poroso e com características químicas que o tornam um potencial mitigador destas perdas via volatilização.

Diversos estudos têm sido conduzidos de modo a compreender melhor a composição e o comportamento do XR, e como este poderia ser utilizado para mitigar as perdas por volatilização de amônia a partir da ureia (Giacomini, 2015). O Projeto Xisto Agrícola vem, há 10 anos, levantando informações e realizando experimentos, de modo a proporcionar novas tecnologias com vistas a otimizar o uso da ureia e de outros adubos nitrogenados, a partir das características e vantagens do XR.

O objetivo deste trabalho foi confirmar se o XR tem capacidade de retenção de amônia volatilizada a partir da ureia aplicada na superfície do solo e identificar os mecanismos de retenção envolvidos.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram montados frascos de volatilização para permitir a exposição do XR à $N\text{-}NH_3$ volatilizada a partir da ureia. Os frascos de vidro tinham 10 cm de diâmetro no fundo dos quais foram distribuídos uniformemente 100 g de um Latossolo Vermelho distrófico cambissólico (Embrapa, 2018), coletado na camada de 0-20 cm no município da Lapa – PR, em área de agricultura consolidada. O solo apresentou como características pH ($CaCl_2$) = 6,0; CTC = 16,98 $cmol_c\ dm^{-3}$ e 61,3% de areia e 32,4% de argila, e após seco foi passado em peneira de 2mm. Sobre o solo, foram colocados copos plásticos de diâmetro de 5 cm (copos de café) contendo 1 g de XR, com granulometria 3 mm.

Após a colocação no fundo dos potes, o solo foi umedecido com água deionizada e com auxílio de um pissete e em seguida o copo plástico com o XR foi colocado sobre o solo e o frasco fechado. No tratamento com ureia, esta foi aplicada uniformemente sobre o solo antes da adição da água, e os demais procedimentos foram semelhantes ao descrito anteriormente. Foram aplicados 1 g de ureia previamente moída com pistilo e gral, para aumentar o contato entre o solo e as partículas. Os frascos foram mantidos fechados a temperatura ambiente por 7 dias. Foram realizadas 2 repetições controle, e duas contendo ureia.

Após os 7 dias, os frascos foram abertos e as amostras de XR retiradas, para a seguir serem transferidas para frascos contendo 10 ml de água deionizada. O pH da suspensão foi determinado logo após a mistura com o XR (zero hora) e 24 e 48 horas após a mistura. Os dados foram avaliados pela comparação de médias obtidas em cada

tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença do XR no tratamento controle causou redução do pH da suspensão de 7 para 4 (Figura 1), o que representou uma adição de cerca de $9{,}9.10^{-5}$ mol de H^+ em 10 mL de solução. Comportamento oposto é observado quando o XR foi exposto à volatilização, em que o pH aumentou de 6 para 8,5, mesmo sem a ureia ter contato com o XR. Isso implica em que o XR do tratamento com ureia não somente não disponibilizou H^+ como também consumiu cerca de $9{,}96.10^{-9}$ mol, em 10 mL. Após a primeira avaliação, houve tendência ao equilíbrio nas suspensões, mas ainda com pronunciada diferença na concentração de H^+ em relação à aferição realizada no dia 0 (D0) (Figura 1).

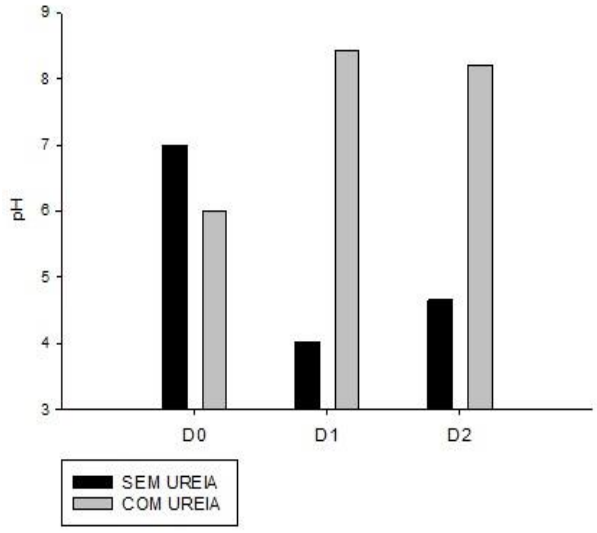


Figura 1 – Variação do pH da suspensão as zero (D0), 24 horas (D1) e 48 horas (D2) após a mistura da água com o xisto retortado, após sete dias de exposição ao ar com ou sem aplicação de ureia sobre o solo.

Segundo Freney et al. (1983), a presença de hidrogênios trocáveis, tanto em argilas do solo, matéria orgânica em diversas frações, ou na solução do solo, promovem a transformação de NH_3, proveniente da volatilização, em NH_4^+ resultando na alteração no comportamento do pH, conforme observado com o XR. A presença de cargas minerais e matéria orgânica restante da retortagem (Ribas, 2012; Tamm, 2016) confere as cargas necessárias para a transformação, garantindo o caráter anfotérico do XR observado pelos resultados.

[1]Doutoranda em Ciência do Solo, UFPR, bruna.santos90@gmail.com.
[2] Professor do Departamento de Ciência do Solo, UFPR, Rua dos funcionários, 1540, Cabral, Curitiba - PR
[3] Graduandos em Agronomia, UFPR, Rua dos funcionários, 1540, Cabral, Curitiba - PR

CONCLUSÕES

Conclui-se que o XR possui características químicas que permitem comportar-se de forma a reter amônia oriunda da volatilização, o que foi evidenciado pela mudança no pH aferido em água deionizada.

AGRADECIMENTOS

Ao Projeto Xisto Agrícola, à Embrapa Clima Temperado, PETROBRAS/SIX e FAPEG – Pelotas.

REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3. ed. Brasília, DF: EMBRAPA, 2013. 353 p.

Engels, R. et al. Ammonia Volatilization from Urea and Mitigation by NBPT Following Surface Application to Cold Soils. Soil Science Society of America Journal, 75, p. 2348-2357, 2011.

Freney J.R., Simpson J.R., Denmead O.T. Volatilization of ammonia. In: Freney J.R., Simpson J.R. (eds) Gaseous Loss of Nitrogen from Plant-Soil Systems. Developments in Plant and Soil Sciences, vol 9. Springer, Dordrecht. 1983.

Giacomini, D. A. et al. Adição de xisto retortado para mitigação da volatilização de amônia em compostagem automatizada de dejetos líquidos de suínos. International Symposium on Emission of Gas and Dust from Livestock – Florianopolis, Brazil – March 24-26, 2015.

Knight, E.C., et al. Mowing and nitrogen source effects on ammonia volatilization from turfgrass. Crop Science, 47, p. 1628–1634, 2007.

Pimentel, P. M et al. Caracterização e uso de xisto para adsorção de chumbo (II) em solução. Cerâmica 52, p. 194-199, 2006.

Ribas, L. Influência do processo de pirólise sobre as camadas de folhelho pirobetuminoso de São Mateus do Sul – PR. Dissertação - Setor de Ciência da Terra, Programa de Pós-Graduação em Geologia. – Curitiba, 2012.

Sommer, S.G. et al. Ammonia emission from mineral fertilizers and fertilized crops. Advances in Agronomy, 82, p. 558–622, 2004.

Tamm, K. et al. Leaching thermodynamics and kinetics of oil shale waste key componentes. Oil Shale, Vol. 33, No. 1, pp. 80–99. 2016.

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO EM PASTAGEM PERMANENTE E LAVOURA

Helis Marina Salomão[1], Fortunato De Bortolli Pagnoncelli Júnior[2], Ricardo Befart Aiolfi[3], Carlos Eduardo Czarneski Reisdoerfer[4], Adriano Suchoronczek[2]

RESUMO: A qualidade do solo é fundamental para a manutenção do potencial produtivo da lavoura. O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade visual da estrutura do solo (Qe) em pastagem permanente e lavoura em plantio direto, buscando comparar o impacto da atividade agrícola e pecuária sobre a qualidade da estrutura do solo. Foram coletadas amostras indeformadas em área de pastagem permanente e em área de lavoura, nesta última, aonde ocorre e não ocorre tráfego de maquinas. A Qe foi superior em área de lavoura que ocorre trafego de maquinas, sinalizando maior compactação do solo. Foi observado menor presença de raízes em área de trafego agrícola. Tanto a atividade agrícola como a pecuária estão sendo bem manejadas e não provocam danos a Qe do solo. Nos locais de passagem do rodado de maquinários há uma maior compactação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade do solo, manejo e conservação do solo, compactação.

INTRODUÇÃO

A qualidade do solo envolve aspectos químicos, biológicos e físicos. As formas de mensuração de qualidade podem ser onerosas, envolvendo equipamentos e processos laboratoriais específicos e muitas vezes demorados. Este fato acaba limitando a aplicabilidade prática pelos agricultores, os quais necessitam de respostas rápidas para a tomada de decisão no manejo de suas lavouras.

Metodologias de análise da qualidade estrutural do solo vem sendo amplamente estudadas, buscando maior agilidade, com menores custos e resultados satisfatórios, tanto no meio científico como técnico. Visto que a estrutura do solo está diretamente correlacionada com a qualidade do solo (Muller et al., 2009).

[1] Acadêmica do curso de Agronomia, UTFPR - PB, Via do Conhecimento - km 01, Pato Branco-PR, e-mail: helissalomao@gmail.com.
[2] Doutorando em agronomia, UTFPR – PB, Via do Conhecimento - km 01, Pato Branco-PR.
[3] Prof. Dr. curso de agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.
[4] Acadêmico do curso de agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.

A estrutura do solo expressa diretamente os principais impactos da atividade antrópica, pois degradações químicas, físicas ou biológicas, afetam a matéria orgânica e a estruturação dos agregados do solo (Ralisch et al. 2017). Desta forma pode ser utilizada como uma ferramenta prática de avaliação da gestão das propriedades agrícolas.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a qualidade visual da estrutura do solo (Qe) em pastagem permanente e lavoura em plantio direto, buscando comparar o impacto da atividade agrícola e pecuária sobre a qualidade da estrutura do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma propriedade localizada no município de Vitorino-PR (26°16'48.2"S 52°47'27.9"O), pertencente ao terceiro planalto paranaense ou planalto de Guarapuava, tendo altitude média, na área em questão, de 840 m e relevo ondulado, vegetação de Floresta Tropical e Mata de Araucárias, classificação climática em transição entre Cfa e Cfb (KÖPPEN; GEIGER, 1928) e solo classificado como Latossolo Vermelho de textura muito argilosa.

Os tratamentos foram constituídos pela avaliação da qualidade do solo em duas áreas distintas, em área de pastagem permanente (*Brachiaria* sp. e *Axonopus* sp.) e área de lavoura (cultivada no último ano com soja safra e milho safrinha). Na primeira não se faz uso de maquinários agrícolas, ou seja, se existente, a compactação da área é decorrente do pisoteio de animais. Na segunda é realizado plantio direto, e o tráfego de maquinário para aplicação de defensivos agrícolas (trator e pulverizador) é controlado.

As amostras de solo foram retiradas em pontos aleatórios com quatro repetições. Na área de lavoura a amostragem ocorreu em perímetros onde ocorre e não ocorre tráfego de máquinas agrícolas em cada local de avaliação. Foi realizada a avaliação visual da estrutura do solo (VESS) segundo Ball et al. (2007) e Guimarães et al. (2011).

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade e normalidade, a análise de variância e comparação de médias por teste de Tukey, a 5% de probabilidade de erro, com o auxílio do software estatístico R Studio 1.1.463.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O coeficiente de variação (CV) dos dados coletados foi de 14,73% o que segundo Pimentel-Gomes (1990) pode ser considerado como um coeficiente de variação médio. A maior fonte de variação ocorreu na área de pastagem permanente, o que segundo Eurich et al. (2014) está relacionado ao fato de que a locomoção dos animais não ocorre uniformemente em toda a

áreas, podendo assim haver locais com maior e menor grau de compactação.

Nos tratamentos analisados (Figura 1) não houve diferença significativa entre a Qe do solo de lavoura e de pastagem, no entanto as coletas realizadas nas áreas de tráfego de maquinário na lavoura foram estatisticamente superiores aos demais tratamentos, ou seja, o solo onde trafega o maquinário agrícola está mais compactado que a área ocupada por animais (pastagem permanente) e do que a lavoura com plantio direto.

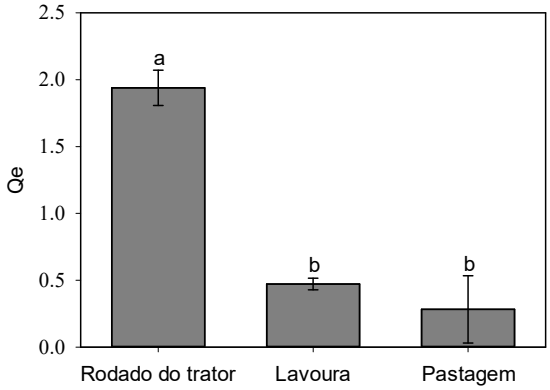


Figura 1 – Qualidade visual da estrutura do solo (Qe) e seus intervalos de confiança em locais de passagem do rodado do trator, lavoura com plantio direto e pastagem permanente. Barras seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tal resultado também pode ser observado na Figura 2, nitidamente os agregados presentes em locais de passagem do rodado do trator (A) são maiores e mais angulosos, já o solo de lavoura (B) e de pastagem (C) possuem abundante presença de raízes, elevado teor de material em decomposição e com agregados porosos e arredondados.

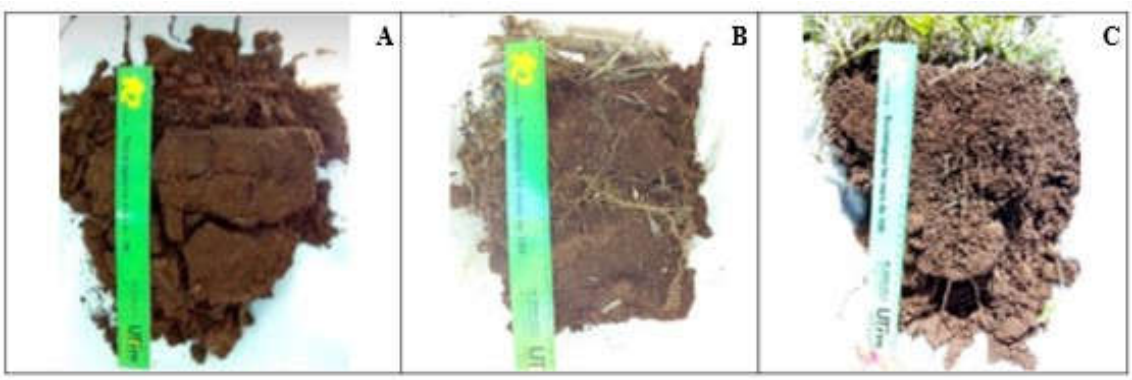


Figura 2 – Fatias de solo extraídas para a avaliação da qualidade de estrutura do solo (Qe) em locais de passagem do rodado do trator (A), lavoura com plantio direto (B) e pastagem permanente (C).

Baseado nos resultados, podemos constatar que a atividade agropecuária, quando bem manejada, não prejudica a estrutura do solo, já que para Ball et al. (2007) quando os valores de Qe encontram-se entre 1 e 2 indica boa estruturação do solo, sem a necessidade de modificações no manejo da área. Vale ressaltar que uma boa Qe se constrói ao longo de vários anos e com a utilização de técnicas adequadas de manejo e conservação do solo para a consolidação de um sistema, como o plantio direto.

Nos locais de passagem de maquinário, onde o Qe está pouco acima de 2 e há uma reduzida presença de raízes possivelmente a longo prazo, se não modificado o manejo, necessite de mudanças nas linhas de tráfego dos maquinários, para não acarretar em maiores danos a estrutura do solo.

CONCLUSÕES

As atividades agrícola e pecuária estão sendo bem manejadas e não provocam danos a Qe do solo. Nos locais de passagem do rodado de maquinários há uma maior compactação do solo.

REFERÊNCIAS

Ball BC, Batey T, Munkholm LJ. Field assessment of soil structural quality – a development of the Peerlkamp test. Soil Use Manage 2007; 23:329-337

Eurich J, Neto PHW, Rocha CH, Eurich ZRS. Avaliação visual da qualidade da estrutura do solo em sistemas de uso das terras. Rev. Ceres. 2014; 62:1006–1011. http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201461060017

Guimarães RML, Ball BC, Tormena CA. Improvements in the visual evaluation of soil structure. Soil Use Manage. 2011; 27:395-403.

Köppen, W.; Geiger, R. Klimate der erde. Gotha: verlag justus perthes. Wall-map 150cmx200cm, 1928.

Müller L, Kay BD, Deen B, Hu C, Zhang Y, Wolff M, Eulenstein F, Schindler U. Visual assessment of soil structure: Part II. Implications of tillage, rotation and traffic on sites in Canada, China and Germany. Soil Till Res. 2009; 103:188-196.

Pimentel-Gomes F. Curso de Estatística Experimental. 13ed. Piracicaba: Nobel; 1990.

Ralisch R et al. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES. Londrina: Embrapa Soja; 2017.

DEJETO LÍQUIDO BOVINO APLICADO EM LONGO PRAZO: PRODUTIVIDADE DE GRÃOS ACUMULADA E FERTILIDADE DO SOLO

Lenir Fátima Gotz[1], Gabriel Barth[2], Volnei Pauletti[3], Nerilde Favaretto[3]

RESUMO: O principal destino de dejetos produzidos por animais confinados é a aplicação em lavouras. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a contribuição da aplicação de dejeto líquido bovino (DLB), na produtividade de grãos acumulada e nas variáveis químicas de solo, em plantio direto. A pesquisa foi conduzida em experimento de longo prazo, de 2006 a 2015. Os tratamentos consistiram em quatro doses de DLB (0, 60, 120, 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}), distribuídas no delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições. Em todos os tratamentos também foi realizada a adubação mineral. Foram avaliadas 13 safras de milho, soja e trigo e após nove anos foram coletadas amostras de solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm para análise química. A produtividade de grãos aumentou com a aplicação de DLB desde a primeira safra, sendo que o uso de 120 e 180 m^3 ha^{-1} resultaram em maior produtividade acumulada. A aplicação superficial de DLB proporcionou aumento das variáveis químicas do solo nas duas camadas avaliadas, com exceção de fósforo e carbono orgânico, que não foram alterados na camada mais profunda. A aplicação de DLB aumenta a produtividade de grãos, mesmo sendo complementar à adubação mineral, influenciando as características químicas do solo, especialmente na camada superficial.

PALAVRAS-CHAVE: adubação orgânica, esterco bovino, plantio direto.

INTRODUÇÃO

O principal destino dos dejetos da bovinocultura leiteira, conhecido como dejeto líquido bovino (DLB), é a aplicação em áreas de lavoura, melhorando os níveis de fertilidade do solo e possibilitando a redução de custos com fertilizantes minerais (Mellek et al., 2010). No entanto, em geral, a aplicação é realizada sem critérios bem definidos.

A produtividade de grãos das principais culturas tem sido elevada pela utilização de dejetos na adubação (Pauletti et al., 2008; Moraes et al., 2014), sendo que alguns aspectos relacionados com o uso destes resíduos podem ser verificados apenas em experimentos de médio e longo prazo, devido à mudança gradual das propriedades do solo (Pauletti et al.,

[1]Mestranda, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR, lenir_gotz@gmail.com.
[2]Pesquisador, Fundação ABC, Rodovia PR 151 Km 288, Castro-PR.
[3]Docente, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR.

2008). Além dos efeitos diretos da aplicação de dejetos no fornecimento de nutrientes às plantas (Silva et al., 2008; Barcellos et al., 2015), características químicas e a estrutura do solo (Sediyama et al., 2000; Silva et al., 2008) são melhoradas com a aplicação de DLB.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a contribuição da aplicação de dejeto líquido bovino (DLB), em longo prazo, na produtividade de grãos acumulada e nas variáveis químicas de solo em plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida em experimento de longo prazo, instalado em maio de 2006, na unidade experimental da Fundação ABC, no município de Castro-PR. O solo da área é classificado como Latossolo Bruno Distrófico típico, textura muito argilosa, sob sistema plantio direto (SPD) há mais de 15 anos, com composição inicial na camada de 0-20 cm de K, Ca e Mg ($cmol_c\ dm^{-3}$), pH $CaCl_2$,, P ($mg\ dm^{-3}$) e carbono orgânico ($g\ dm^{-3}$) de 0,23, 5,0, 1,4, 5,4, 4,0 e 25,7, respectivamente.

Os tratamentos consistiram de quatro doses de DLB (0, 60, 120, 180 $m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) aplicadas em superfície, sem incorporação, em duas etapas, metade imediatamente antes da semeadura de inverno e metade antes da semeadura de verão. A adubação mineral foi realizada conforme a necessidade das culturas para todos os tratamentos de acordo com as recomendações locais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições. As propriedades químicas do DLB e as doses aplicadas dos nutrientes desde o início do experimento estão descritas em Abboud et al. (2018). Em média de todo o período, o DLB apresentou em $g\ L^{-1}$ de massa de matéria seca, teores de N, P e K de 78,4, 2,04, 0,65 e 2,82, respectivamente.

A rotação de culturas envolveu aveia preta e trigo no inverno, e soja e milho no verão. A produtividade de grãos foi avaliada em quatro safras de trigo, cinco de soja e quatro de milho, no período de 2006 a 2015. Calculou-se a produtividade de grãos acumulada, somando-se as safras subsequentes, e a média de todo o período. Amostras de solo foram coletadas em abril de 2015, nas profundidades 0-10 cm e 10-20 cm, e analisadas quimicamente.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e em caso de variação significativa, submetidas ao teste de Tukey – 5% de probabilidade ou regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos acumulada foi influenciada pela aplicação de DLB desde a

primeira safra. A partir da quinta safra (09/10) até a última (14/15) a aplicação das duas maiores doses de DLB resultaram em maior produtividade acumulada em relação a 60 m^3 ha^{-1} ano^{-1} e esta diferiu da testemunha (sem aplicação de DLB) a partir da sexta safra (11/12) (Figura 1). No final do período avaliado o aumento em relação à ausência de aplicação de DLB foi de 7%, 12% e 12% para as doses de 60, 120 e 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, respectivamente, mesmo com a aplicação do adubo mineral em todos os tratamentos.

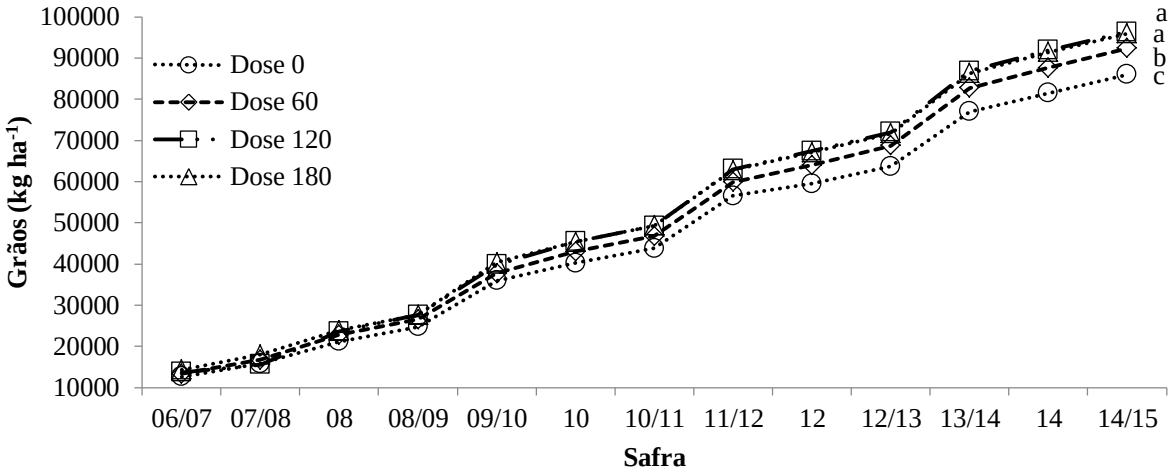


Figura 1. Produtividade de grãos acumulada durante 13 safras consecutivas, em função da aplicação superficial de doses de dejeto líquido bovino (m^3 ha^{-1} ano^{-1}).

A produtividade média de grãos de todo o período aumentou com o aumento da dose de DLB até a dose de 151 m^3 ha^{-1} ano^{-1} ($y = -0{,}0356x^2 + 10{,}761x + 6608{,}7$, $R^2 = 0{,}9973$). Efeito positivo da aplicação de DLB mesmo com adubação mineral também foi observado por Pauletti et al. (2008) em milho, feijão e trigo. Com aplicação de esterco líquido suíno, Moraes et al. (2014) obtiveram aumento de produtividade de milho.

A aplicação superficial de DLB aumentou as variáveis químicas do solo na camada superficial e em profundidade (Tabela 1). No entanto, este efeito não foi observado para fósforo e carbono orgânico na profundidade 10-20 cm, indicando que os pontos de saturação na camada de 0-10 cm ainda não foram completamente ocupados com o fósforo, e que o carbono orgânico é pouco influenciado pela matéria orgânica aplicada na superfície em plantio direto. Em trabalho realizado na mesma região deste estudo, Barcellos et al. (2015) também verificaram aumentos de fósforo somente na camada superficial (0-5 cm) e de carbono orgânico até 10 cm de profundidade, após 6 anos de aplicação de DLB.

[1]Mestranda, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR, lenir_gotz@gmail.com.
[2]Pesquisador, Fundação ABC, Rodovia PR 151 Km 288, Castro-PR.
[3]Docente, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR.

Tabela 1. Variáveis químicas do solo nas profundidades 0-10 e 10-20 cm após nove anos da aplicação superficial de doses de dejeto líquido bovino ($m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$) em plantio direto.

0 – 10 cm									
DLB	P	pH	C.O.[(1)]	K	Ca	Mg	S.B.	CTC	V
$m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$	mg dm^3	$CaCl_2$	g dm^3	---------- $cmol_c\ dm^3$ ----------					%
0	41,5 c	5,1 c	30,0 b	0,49 b	5,5 b	1,9 b	7,9 b	14,0 b	56,2 c
60	62,2 c	5,5 b	30,0 b	0,73 a	8,3 a	4,3 a	13,3 a	17,3 ab	76,5 b
120	100,2 b	5,7 ab	33,2 a	0,88 a	8,6 a	4,1 a	13,6 a	17,0 ab	80,0 ab
180	131,5 a	5,9 a	33,5 a	0,90 a	10,0 a	5,2 a	16,1 a	18,7 a	85,7 a
10 – 20 cm									
DLB	P	pH	C.O.	K	Ca	Mg	S.B.	CTC	V
$m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$	mg dm^3	$CaCl_2$	g dm^3	---------- $cmol_c\ dm^3$ ----------					%
0	16,0 a	4,8 b	20,2 a	0,23 c	2,5 b	1,0 d	3,7 c	9,8 b	37,5 c
60	22,5 a	5,1 b	20,3 a	0,50 b	3,0 b	1,5 c	5,0 bc	9,9 b	50,0 b
120	26,5 a	5,4 a	21,2 a	0,63 a	3,6 ab	1,9 b	6,1 b	10,1 ab	61,0 a
180	38,5 a	5,5 a	21,0 a	0,74 a	4,4 a	2,5 a	7,7 a	11,4 a	68,0 a

CONCLUSÕES

A aplicação de DLB aumenta a produtividade de grãos, mesmo sendo complementar à adubação mineral, influenciando as variáveis químicas do solo, especialmente na camada superficial.

AGRADECIMENTOS

À Fundação ABC pela parceria e à CAPES pela concessão da bolsa de mestrado.

REFERÊNCIAS

Abboud FY, Favaretto N, Motta ACV, Barth G, Goularte GD. Phosporus mobility and degree of saturation in oxisol under no-tillage after long-term dairy liquid manure application. Soil Till Res. 2018; 177: 45-53. https://doi.org/10.1016/j.still.2017.11.014

Barcellos M, Motta ACV, Pauletti V, Silva JCPM, Barbosa JZ. Atributos químicos de Latossolo sob plantio direto adubado com esterco de bovinos e fertilizantes minerais. Com Sci. 2015; 6: 263-273. 0.14295/CS.v6i3.527

Mellek JE, Dieckow J, Silva VL, Favaretto N, Pauletti V, Vezzani FM, Souza JLM. Dairy liquid manure and no-tillage: Physical and hydraulic properties and carbon stocks in a Cambisol of Southern Brazil. Soil Till Res. 2010; 110: 69-76. https://doi.org/10.1016/j.still.2010.06.005

Moraes MT, Arnuti F, Silva VR, Silva RF, Basso CJ, Ros CO. Dejetos líquidos de suínos como alternativa a adubação mineral na cultura do milho. Semin-Cienc Agrar. 2014; 35: 2945-2954. 10.5433/1679-0359.2014v35n6p2945

Pauletti V, Barcellos M, Motta ACV, Monte Serrat B, Santos IR. Produtividade de culturas sob diferentes doses de esterco líquido de gado de leite e de adubo mineral. Scientia Agraria. 2008. 9: 199-205. http://dx.doi.org/10.5380/rsa.v9i2.10969

Sediyama MAN, Garcia NCP, Vidigal SM, Matos AT. Nutrientes em compostos orgânicos de resíduos vegetais e dejeto de suínos. Sci Agr. 2000; 57: 185-189. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000100030.

Silva JCPM, Motta ACV, Pauletti V, Favaretto N, Barcellos M, Oliveira AS, Veloso CM, Silva LFC. Esterco líquido de bovinos leiteiros combinado com adubação mineral sobre atributos químicos de um Latossolo Bruno. Rev Bras Cienc Solo. 2008. 32:2563-2572. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600033

AGRICULTURA DE PRECISÃO NA CARACTERIZAÇÃO DA VARIABILIDADE ESPACIAL DE FÓSFORO E POTÁSSIO NO MUNÍCIPIO DE CORONEL DOMINGOS SOARES

José Nivaldo de Oliveira Sátiro[1], Marcus Vinicius Cremonesi[1], Alessandra Santos[1], Talita Ferreira[1], José Roberto Winckler[2]

RESUMO: O objetivo deste trabalho é caracterizar a variabilidade espacial dos teores de fósforo (P) e potássio (K), através da Agricultura de Precisão (AP). O estudo foi conduzido em 189,37 ha da Fazenda Pinhal, do munícipio de Coronel Domingos Soares – PR, cujo solo foi classificado como Neossolo Litólico Distrófico. Foram coletado 94 amostras compostas de solo para determinar a variabilidade espacial de P e K. Os dados obtidos pela AP foram submetidos ao Software CR Campeiro 7 para geração dos mapas de fertilidade do solo, visando a caracterização da variabilidade espacial dos nutrientes. De modo geral, a área estudada apresentou teor médio de P e K adequados ao desenvolvimento das culturas. Entretanto, observaram-se locais com baixos teores de P justificando a necessidade de fertilização em sítio-específico. Na área de estudo, a AP é eficiente em captar a variabilidade espacial do P e K, portanto é indispensável para correção e manutenção da fertilidade do solo sem que haja danos aos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilidade do solo, sistema computacional, manejo sustentável.

INTRODUÇÃO

O solo sofre transformações influenciadas por fatores ambientais e antrópicos. A busca pela melhoria da qualidade dos solos fez surgir o interesse de avaliar e preservar os seus atributos químicos, físicos e biológicos. O manejo adequado do solo tem impulsionado os agricultores procurarem por técnicas que permita caracterizar a sua variabilidade espacial. Atualmente, a técnica de Agricultura de Precisão (AP) vem sendo utilizada pelos agricultores com o objetivo de caracterizar a fertilidade do solo e aumentar a produtividade em áreas menores, como também uso racional dos fertilizantes (Jakubaszko, 2017).

A AP é uma tecnologia relativamente nova que através da amostragem georreferênciada, pode realizar um levantamento detalhado do estado químico e físico do solo. Permite obter informações específicas de determinado ponto amostrado, como teores

[1]Discente no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná – UFPR, R. E-mail: nivaldo_7b@hotmail.com;
[2]Docente no Instituto Federal do Paraná – Campus Palmas.

de nutrientes e a acidez do solo (Cherubin et al., 2015). Portanto, a AP torna-se uma importante ferramenta na manutenção da fertilidade do solo e na sustentabilidade da produção agrícola, como também na diminuição os custos de produção. A AP está correlacionada ao uso de um sistema computacional como o software CR Campeiro 7 (Ciência Rural Campeira 7), o qual permite utilizar as informações obtidas pela amostragem georreferênciada e gerar os mapas de fertilidade do solo com as variabilidades espaciais dos atributos químicos do solo.

O software CR Campeiro 7 é um sistema computacional integrado com diversas áreas de atuação na gestão rural, criado na década de 1990 pelo professor Enio Giotto do Departamento de Engenharia Rural do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal do Santa Maria – UFSM (Réquia, 2013).

Objetivo do trabalho foi caracterizar a variabilidade espacial do fósforo e potássio, com a utilização da Agricultura de Precisão e do CR Campeiro 7, na da Fazenda Pinhal, do munícipio de Coronel Domingos Soares – PR

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em 189,37 ha da Fazenda Pinhal, situada no município de Coronel Domingos Soares, Paraná, cujo solo é classificado como Neossolo Litólico distrófico (Embrapa, 2019), durante o período de agosto a outubro de 2016. O clima é classificado como Cfb com temperatura média de 15,8 ºC e pluviosidade média anual de 1954 mm (Alvares et al., 2014).

A técnica de Agricultura de Precisão foi realizada em duas etapas, a primeira a campo e a segunda no escritório de Agricultura de Precisão. A campo foi utilizado o aplicativo C7 GPS Malha na opção “trajetos” e “sem mapa”, com intervalo de tempo de 3 segundos para a coleta automática das coordenadas da área. Neste momento, foram excluídas as áreas de reboleiras de vegetação e córregos existente no local.

Ainda, com o aplicativo procedeu-se a realização da malha amostral e amostragem de solo. A malha amostral foi gerada através da opção “Gerar Malha” com um grid de 1 ha. Além do aplicativo utilizado na amostragem de solo, foi usado quadriciclo adaptado com um braço coletor que continha uma furadeira movida a bateria, um trado de rosca ajustado a um copo coletor de fundo côncavo e com o orifício no fundo. As amostras coletadas foram de 0 a 20 cm de profundidade e armazenadas em embalagens previamente identificadas.

No escritório foi realizado a interpretação das análises de solo e a geração dos mapas

de fertilidade para caracterização da variabilidade espacial do fósforo e potássio, através do software CR Campeiro 7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se a variabilidade dos níveis de fósforo (P) verificados no solo da propriedade, obtidos pela técnica de Agricultura de Precisão. Nota-se no Tabela 1 que quase a metade da propriedade apresenta níveis de P baixo (<3 mg/dm^3) e apenas 42% da área demonstra níveis médio de fósforo (3 a 6 mg/dm^3) no solo. E somente 15% da área apresentam níveis de P alto (>6 mg/dm^3). Portanto, esta variabilidade encontrada pela AP pode estar relacionada aos baixos teores de P no material de origem, exportação via produção e a sua imobilização pelas fortes interações (adsorção) que apresenta com os constituintes do solo (Oliveira, 2013).

Em relação ao potássio (K), verificou-se que na área de estudo não apresentou níveis de K baixos (< 0,10 cmol$_c$/dm^3). Porém, na maior parte da área apresentou níveis de K médios, variando entre 0,11 a 0,30 cmol$_c$/dm^3 (Tabela 2) e em apenas 22% da área deteve níveis de K elevados, entre 0,30 a 0,40 cmol$_c$/dm^3. Através da Tabela 2 pode-se concluir que 12% da área total da propriedade apresentou níveis de K acima de 0,40 cmol$_c$/dm^3. No estudo realizado pelo Cherubin et al. (2015) em Latossolos Vermelhos verificou-se a mesma variabilidade do potássio encontrada neste trabalho.

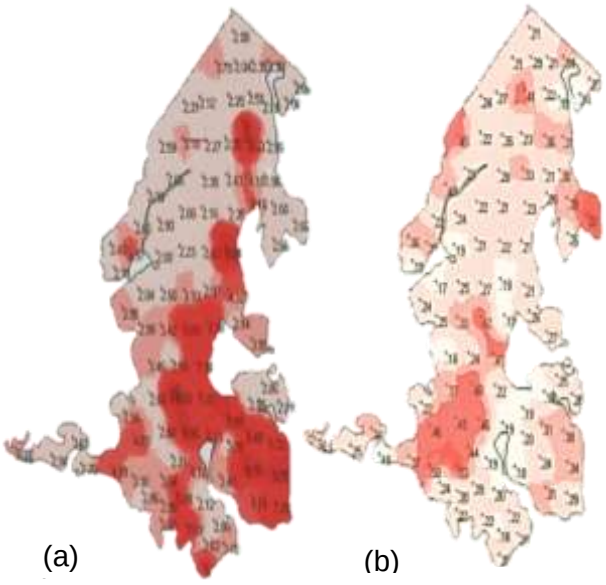


Figura 1. Mapa de Fertilidade de solo do Fósforo (a) e Potássio (b).

Tabela 1. Níveis de fósforo no solo da Fazenda Pinhal, do munícipio de Coronel Domingos Soares – PR.

Classe de Interpretação (mg dm^{-3})		ha	%
Baixo	< 3	90,49	48
Médio	3 a 6	69,67	37
Alto	> 6	29,21	15

Tabela 2. Níveis de Potássio no solo da Fazenda Pinhal, do munícipio de Coronel Domingos Soares – PR.

Classe de Interpretação (cmol$_c$ dm^{-3})		ha	%
Muito baixo	< 0,10	0,00	0,00
Baixo	0,10 a 0,30	125,18	66
Médio	0,30 a 0,40	41,41	22
Muito Alto	> 0,40	22,79	12

CONCLUSÕES

A variabilidade espacial do fósforo e do potássio, pode ser caracterizada pela Agricultura de Precisão e o Software CR Campeiro 7. Observaram-se teores baixos de fósforo e de potássio na maior parte da propriedade, como também locais com teores adequados ao cultivo.

REFERÊNCIAS

Cherubin M. R.; Santi A. L.; Eitelwin M. T.; Amado T. J.C.; Simon D. H.; Damian J. M. Dimensão da malha amostral para caracterização da variabilidade espacial de fósforo e potássio em Latossolo Vermelho. Pesq. Agropec. Bras., Brasília, v.50, n.2, p.168-177, fev. 2015.

Embrapa. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Disponível em<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/339505/97/MI512.pdf>. Acesso em: 25 mar. 2019.

Guerra, W. E. X. Fertilidade do solo. Presidente Prudente: Universidade do Oeste Paulista, 2015. p.3 (Universidade do Oeste Paulista. Comunicado Técnico, n.1).

Jakubaszko R. Agricultura de Precisão: Plantar e colher sem perda nem erro. Disponível em: <http://www.falker.com.br/artigosDBO_agricultura%20de%precisao.pdf>. Acesso em 25 mar. 2017.

Oliveira I. R. O; Teixeira D. B.; Panosso A. R.; Camargo L. A; Junior A. M.; Pereira G. T. Modelagem geoestatística das incertezas da distribuição espacial do fósforo disponível no solo, em área de cana-de-açúcar. R. Bras. Ci. Solo. Curitiba, 2013.

Réquia, G. H. Desenvolvimento de aplicativos CR Campeiro Móblie – Caso de teste: Sistema operacional android. 70f. Dissertação (Mestrado em Agricultura de Precisão) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria – RS, 2013.

ADIÇÃO DE CARBONO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA SUBMETIDO À INTENSIDADES DE PASTEJO E NITROGÊNIO

Ricardo Henrique Ribeiro[1], Felipe Bratti[2], Jorge Luiz Locatelli[3], Jonatas Thiago Piva[4], Jeferson Dieckow[5]

RESUMO: O objetivo foi avaliar as adições de carbono (C) pela pastagem de aveia preta em um ILP manejado com alturas de pastejo e doses de nitrogênio. Foram avaliadas as alturas de pastejo de 15 e 7 cm além de um tratamento sem pastejo; e a aplicação de 0, 75 e 150 kg N ha^{-1} na aveia preta. O pastejo à 15 cm não alterou a adição de C pelas raízes da aveia preta e manteve em níveis similares ao sem pastejo. No entanto, houve redução de 45% na adição de C pela parte aérea no sistema pastejado à 15 cm, em comparação ao sem pastejo. Quando o pastejo foi à 7 cm de altura e com 150 kg N ha^{-1} em condição climática normal, houve redução nas adições de parte aérea e de raiz em comparação ao 15 cm. As doses de nitrogênio não afetaram as adições de C por raízes, porém incrementaram as adições de parte aérea. O pastejo à 15 cm associado à adubação nitrogenada mostrou-se como a melhor opção para manter as adições de C ao solo pelo sistema ILP.

PALAVRAS-CHAVE: biomassa radicular, matéria orgânica, conservação do solo.

INTRODUÇÃO

Na agricultura sob plantio direto, a conservação de cobertura do solo e a adição de resíduos orgânicos em níveis suficientes para manutenção dos estoques de matéria orgânica do solo (MOS), tem sido alguns dos principais desafios para o sucesso dessa prática. Nesse sentido, as plantas desempenham papel fundamental na dinâmica da MOS, seja pela ação direta em adicionar C pela palhada, por raízes ou por exsudação radicular (Bolinder et al., 2007) ou pela ação indireta através da estabilização da MOS e proteção do solo contra erosão. Assim, um sistema caracterizado pela alta produção e adição de resíduos, à exemplo da integração lavoura-pecuária (ILP) pode maximizar os efeitos do plantio na MOS.

Em um ILP, o manejo da pastagem é fundamental para manutenção da qualidade e funcionalidade do sistema (Carvalho et al., 2010). Tal fato é decorrente principalmente da quantidade de biomassa que é deixada após o período do pastejo. Assim, a intensidade de pastejo define o quanto é removido pelos animais e consequentemente, a quantidade de biomassa residual (Carvalho et al., 2010) e de biomassa radicular. Em sistemas mal conduzidos (excesso de pastejo) a maior remoção de parte aérea reduz o crescimento

[1]Doutorando em Ciência do solo, Universidade Federal do Paraná. Email: kico_ribeiro@hotmail.com;
[2]Mestrando em Ciência do solo, Universidade Federal do Paraná; [3]Graduando em agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina. [4]Professor do curso de agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina;
[5]Professor do curso de agronomia, Universidade Federal do Paraná.

radicular, devido à translocação de fotoassimilados para promover o rebrote da planta (Chen et al., 2015), diminuindo os estoques de C do solo a longo prazo.

Além do manejo da intensidade de pastejo, a adição de nutrientes, principalmente nitrogênio e fósforo, influenciam a produção de massa das pastagens (Poeplau et al., 2018). Dessa forma a adubação nitrogenada pode resultar em maior adição de C ao sistema tanto pela planta, quanto pelos dejetos dos animais em superfície.

O objetivo foi avaliar o efeito da altura de pastejo e dose de nitrogênio em cobertura, sobre as adições de C ao solo pela parte aérea e raízes de aveia preta em ILP.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido num experimento de ILP instalado no Campus Curitibanos da Universidade Federal de Santa Catarina. O solo do experimento foi classificado como Cambissolo Háplico Tb Distrófico latossólico e possui uma textura muito argilosa (663 g kg^{-1}). O experimento foi instalado em maio de 2016 e o presente estudo foi conduzido no segundo ano (2017) e no terceiro ano (2018) do experimento.

Os tratamentos foram três alturas de pastejo da aveia preta (*Avena strigosa* Schreb.) (sem pastejo, 15 cm e 7 cm) e três doses de nitrogênio aplicados em cobertura na aveia preta (0, 75 e 150 kg N ha^{-1}), arranjados num fatorial 3×3, em blocos ao acaso e com quatro repetições. O tratamento sem pastejo foi uma testemunha como planta de cobertura do solo no inverno; a altura de 15 cm representou um pastejo moderado; e a altura de 7 cm representou um pastejo intensivo. O pastejo foi conduzido de forma rotacional com bovinos (~180 kg PV), com o primeiro ciclo de pastejo iniciando 15-20 dias após adubação nitrogenada de cobertura, quando as plantas atingiam 30 cm de altura. Cada ciclo de pastejo durava 1-2 dias, com 4-6 animais por parcela, até as plantas serem rebaixadas à altura de 7 cm ou 15 cm, dependendo do tratamento. Novo ciclo de pastejo iniciava quando a altura de plantas atingia novamente 30 cm.

A parte aérea foi avaliada imediatamente antes de cada ciclo de pastejo (biomassa pré pastejo) e imediatamente após (biomassa pós pastejo), sendo a diferença entre ambas a biomassa pastejada. A biomassa pós pastejo do último ciclo de pastejo foi considerada também como biomassa residual. A biomassa de raízes de aveia preta foi avaliada 15-17 dias após o último pastejo. As raízes foram coletadas na profundidade de 0-30 cm. Amostras da biomassa de parte aérea e de raízes foram analisadas por combustão seca para determinação dos teores de C. Para a estimativa das adições totais de C ao solo, foi considerada a biomassa

pastejada, residual e de raízes; e seus respectivos teores de C. No caso da biomassa pastejada, a adição efetiva de C ao solo foi somente via biomassa de esterco, estimada como sendo 0,2785 vezes a biomassa pastejada (Fukushima et al. 2015; Miguel et al. 2012). No caso de adição de C por raízes, foi incluída também a adição por rizodeposição, estimada como sendo equivalente a 0,65 vezes a adição de C via biomassa de raízes (Bolinder et al., 2007).

Os dados foram submetidos à ANOVA e quando constatado efeito significativo ($p<0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As adições de C pelas raízes ao solo (camada 0-30) não foram significativamente afetadas pelo pastejo, independente da dose de N aplicada e do ano de avaliação (Figura 1). No ano 1 não foram observadas diferenças significativas entre as duas alturas de pastejo, porém, no ano 2 o pastejo à 7 cm e na dose de 150 kg N ha^{-1} resultou em 18% menor adição de C. A adição total de parte aérea foi reduzida pelo pastejo a 15 cm em 28-63% em ambos anos, porém a adubação nitrogenada promoveu um incremento na adição, principalmente pela maior produção de planta e retorno de C ao solo na forma de esterco. No ano 2, o pastejo a 7 cm demostrou elevada redução na adição de C pela biomassa residual da aveia preta em relação ao 15 cm, o que pode representar um risco à qualidade do sistema, principalmente devido à baixa cobertura do solo e adição de C (Carvalho et al., 2010).

O pastejo conduzido de forma rotacional pode ter sido o responsável pela manutenção das adições de C pelas raízes. Nessa condição, o intervalo entre os ciclos de pastejo pode ter favorecido o rebrote da planta, consequentemente reduzindo a translocação de fotoassimilados das raízes para a parte aérea, consequentemente não reduzindo a adição de C em relação ao sem pastejo (Figura 1). Por outro lado, no pastejo a 7 cm a intensa remoção de tecido foliar pode ter prejudicado o crescimento da planta aumentando as translocação de C para parte aérea e consequentemente reduzindo a quantidade de C nas raízes (Chen et al., 2015). A não redução da adição de raízes pelo pastejo a 15 cm, mostra o potencial do sistema de ILP em manter a forma de adição de C que é crucial para formação/estabilização de matéria orgânica do solo (Bolinder et al., 2007).

A maior adição de C com aumento da dose de N aplicada (Figura 1) corrobora com Poepalu et al. (2018), os quais encontraram resposta positiva da adubação em aumentar o desenvolvimento de parte aérea de pastagens perenes, porém sem efeitos nas raízes. Segundo os autores, quando não há falta de nutrientes no solo, os investimentos da planta são

direcionados para a parte aérea, favorecendo assim a adição de C pela palhada residual e esterco, permitindo uma maior produção animal, sem degradar a MOS.

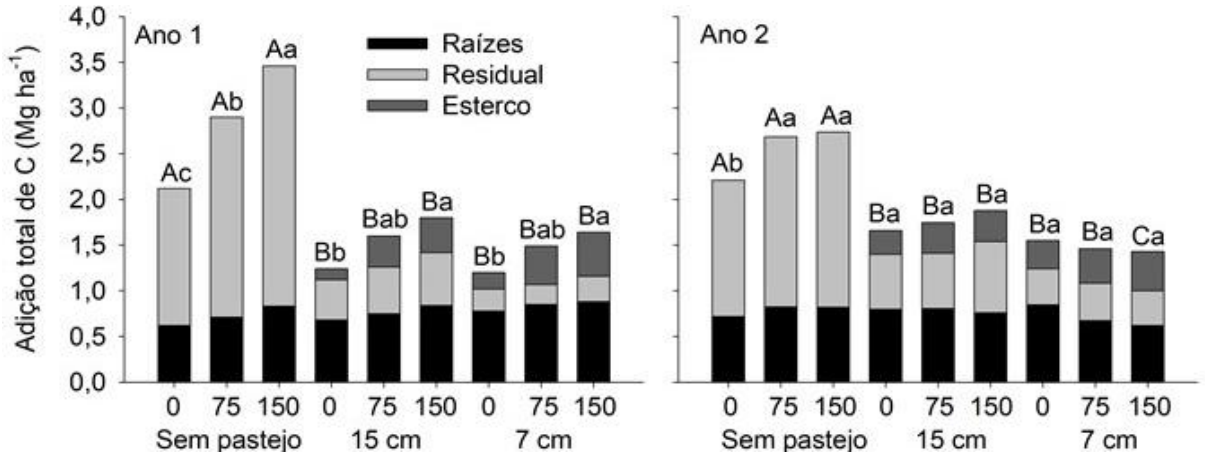


Figura 1 – Adição de carbono por aveia preta sob três alturas de pastejo (sem pastejo, 15 cm, 7 cm) e três doses de nitrogênio em cobertura (0, 75, 150 kg N ha^{-1}). Curitibanos – SC.

CONCLUSÕES

O pastejo de aveia preta a 15 cm mantém a adição de carbono por raízes, mas reduz a adição pela parte aérea em comparação ao sem pastejo. A adubação com 150 kg N ha^{-1} aumenta a adição de carbono ao solo pela parte aérea da planta, porém sem efeitos nas adições por raízes. O pastejo à 7 cm associado à adubação nitrogenada leva a redução nas adições de carbono, representando um risco para a sustentabilidade do sistema ILP.

REFERÊNCIAS

Bolinder MA, Janzen HH, Gregorich EG, Angers DA, VandenBygaart AJ. An approach for estimating net primary productivity and annual carbon inputs to soil for common agricultural crops in Canada. Agric Ecosyst Environ. 2007; 118, 29-42.

Carvalho PCF, Anghinoni I, de Moraes A, de Souza ED, Sulc RM, Lang CR, Flores JPC, Terra Lopes ML, da Silva JLS, Conte O, de Lima CW, Levien R, Fontaneli RS, Bayer C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. Nutr Cycl Agroecosys. 2010; 88, 259-273.

Chen W, Huang D, Liu N, Zhang Y, Badgery WB, Wang X, Shen Y. Improved grazing management may increase soil carbon sequestration in temperate steppe. Sci Rep-UK. 2015; 5, 10892.

Fukushima RS, Kerley MS, Ramos MH, Porter JH, Kallenbach RL. Comparison of acetyl bromide lignin with acid detergent lignin and Klason lignin and correlation with in vitro forage degradability. Anim Feed Sci Tech. 2015; 201, 25-37.

Miguel MF, Ribeiro Filho HMN, Crestani S, Ramos FdR, Genro TCM. Pasture characteristics of Italian ryegrass and milk production under different management strategies. Pesqui Agropecu Bras. 2012; 47, 863-868.

Poeplau C, Zopf D, Greiner B, Geerts R, Korvaar H, Thumm U, Don A, Heidkamp A, Flessa H.Why does mineral fertilization increase soil carbon stocks in temperate grasslands? Agric Ecosyst Environ. 2018; 265,144-155.

TEORES TOTAIS DE CARBONO E NITROGÊNIO DE SOLOS SOB SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUARIA

Juliana Aparecida Marchetti[1], Leonardo Bomfim Belotto[1], Talyta Zortéa[2], Larissa Macedo Santos Tonial[3], Tangriani Simioni Assmann[3]

RESUMO: Características quantitativas do solo dependem do tipo de solo, das condições climáticas predominantes, do manejo e do tempo ao qual é submetido. No presente trabalho, avaliou-se um sistema sob Integração Lavoura-Pecuária em Plantio Direto (ILP-PD) durante 5 anos, quanto ao efeito de diferentes intensidades de pastejo, com Alta Altura (AA) e Baixa Altura (BA) de pasto, e tempo de adubação de N, N aplicado na cultura de grãos (NG) ou N aplicado para adubação da pastagem (NP), sobre os teores totais de C e N nas frações físicas do solo. Como referência adotou-se amostras de mata nativa e pastagem perene. Os resultados permitiram concluir que os teores totais de C e N das frações carbono orgânico particulado (COp) e carbono orgânico associado aos minerais (COam) dos solos sob sistema ILP-PD apresentam-se menores que os observados nas amostras de referências, possivelmente devido ao curto tempo do experimento em campo. A menor intensidade de pastejo resultou em maiores concentrações totais de C, e a adubação da pastagem resultou em maiores teores totais de N.

PALAVRAS-CHAVE: análise elementar, frações do solo, matéria orgânica.

TOTAL CARBON AND NITROGEN CONTENTS OF SOILS UNDER CROP-LIVESTOCK INTEGRATION

ABSTRACT: Quantitative characteristics of soils dependent on the type of soil, the prevailing climatic conditions, the management and the time to which it is submitted. In the present work, a system under crop-livestock integration in direct planting (ILP-PD) was evaluated for 5 years, regarding the effect of different grazing pressures, High Height (HH) and Low Height (LH), and N fertilization time, N fertilization applied to grain culture (NG) or N fertilization applied to pasture (NP), on the total C and N contents in the physical fractions of soil. As reference, samples of native forest and perennial pasture were adopted. The results allowed to conclude that the total C and N contents of the particulate organic carbon (COp) and organic carbon associated with minerals (COam) fractions of the soils under the ILP-PD system are lower than those observed in the reference samples,

[1]Estudante de Agronomia, UTFPR, Pato Branco-Paraná, julianamarchetti@alunos.utfpr.edu.br
[2]Doutoranda, UTFPR, Pato Branco-Paraná.
[3]Professora, UTFPR, Pato Branco-Paraná.

possibly due to the short time of the field experiment. Lower grazing pressure resulted in higher total C concentrations, and pasture fertilization resulted in higher total N contents.
KEYWORDS: elemental analysis, soil fractions, organic matter.

INTRODUÇÃO

Os sistemas plantio convencional e cultivo mínimo, empregados nas últimas décadas, em geral, acarretaram na degradação biológica, física e mineralógica dos solos. Deste modo, houve a necessidade da adoção de novas práticas conservacionistas, tais como os sistemas, Plantio Direto (PD) e Integração Lavoura-pecuária (ILP) (Meurer, 2015).

Na região sul do país, o sistema ILP-PD, vem recebendo destaque devido ao aumento dos teores de matéria orgânica (MO) do solo, C, N, macro e micronutrientes, melhoria na estabilidade dos agregados e controle da erosão (Silva et al., 2015).

Devido a importância da MO, estudos envolvendo suas frações físicas: carbono orgânico particulado (COp) > 53 μm, e carbono orgânico associado aos minerais (COam) < 53 μm, obtidas por dispersão e peneiramento do solo Cambardella & Elliot (1992), permitem inferir sobre as características quali e quantitativas do solo.

Com isso, o objetivo do presente estudo foi determinar os teores totais de C e N, nas frações COp e COam de um solo sob sistema ILP-PD durante 5 anos consecutivos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Abelardo Luz, Santa Catarina, sob sistema ILP-PD desde o ano de 2012 e Latossolo Bruno distrófico típico (EMBRAPA, 2006). O clima predominante na região, segundo a classificação de Koppen é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb).

O delineamento experimental subdivide-se em 12 unidades experimentais, três blocos completos com três repetições casualisadas, submetidos a quatro tratamentos que variam de acordo com a época de aplicação de N no sistema: N aplicado na cultura de grãos (NG) antecessora à pastagem, (aplicado na cultura do feijão, Verão-2016/2017), e N aplicado na pastagem (NP) (aplicado no cultivo de aveia, Inverno-2017), ambas as adubações em dose única de 200 kg de N ha^{-1}; e com intensidade de pastejo: sendo alta altura (AA) (altura de pasto de 25 cm) ou baixa altura (BA) (altura de pasto de 10 cm). O método de utilização da pastagem foi o de pastejo contínuo com taxa de lotação variável.

A amostragem do solo foi realizada ao final do período de pastejo de aveia, após a saída dos animais. As amostras foram coletadas nas camadas de 0,0-0,05 e 0,05-0,10 m, com

quatro repetições por parcela, compondo uma amostra de cada camada por unidade experimental. As amostras de referência foram coletadas em mata nativa (Mata Atlântica) e em campo perene com alta incidência de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees). Após coletadas, as amostras foram secas à temperatura ambiente, e passadas em peneira de 2 mm de malha.

Para o fracionamento físico da MO do solo empregou-se a metodologia proposta por Cambardella & Elliot, 1992. As frações COp e COam obtidas, foram secas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura constante de 50°C.

Os teores totais de C e N das frações COp e COam foram obtidos com o emprego de analisador elementar, modelo Flash EA1112, Thermo Electron Corporation, Milan, Italy.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, para a camada de 0,0-0,05 m, a fração COp apresentou maiores teores totais de C quando comparadas à fração, COam (**Figura 1**). Segundo Loss et al. (2011) e Rossi et al. (2011), isto explica-se por grande parte da fração COp ser formada por partículas derivadas de resíduos vegetais oriundos de um maior aporte deste material. Diretamente, a fração COp apresenta maiores teores de C quando comparada à fração COam. Ainda segundo Rossi et al. (2012), sistemas com maior aporte de biomassa (como a mata nativa e o ILP-PD) acumulam C preferencialmente na fração particulada, pois esta apresenta maior sensibilidade em relação às alterações de manejo em curtos períodos.

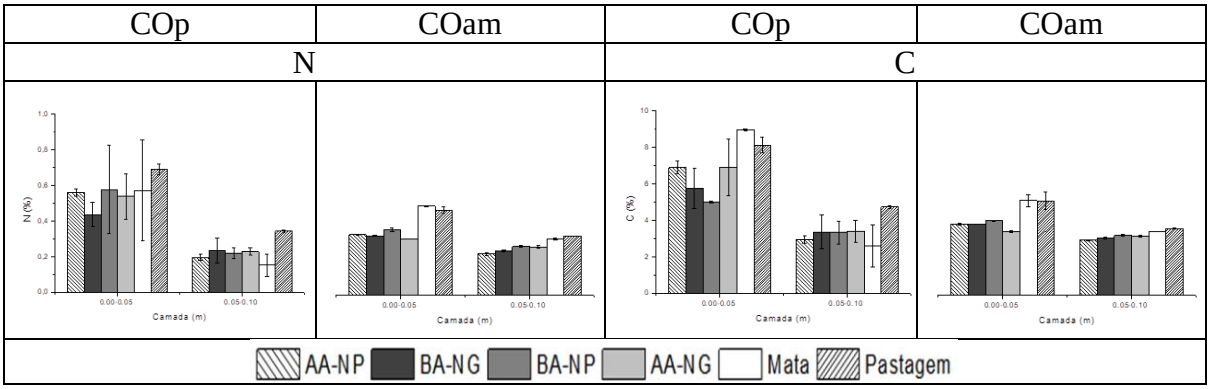


Figura 1. Teores totais de C e N nas camadas de 0,0-0,05 m e 0,05-0,10 m das frações COp e COam para os tratamentos: AA-NP (Alta altura-Nitrogênio na Pastagem), BA-NP (Baixa altura-Nitrogênio no Grão), BA-NP (Baixa altura-Nitrogênio na Pastagem) e AA-NG (Alta altura- Nitrogênio no Grão)

Para cada fração, foi observado maior teor de C nas frações extraídas dos solos sob mata nativa e campo perene (0,0-0,05 m). Este resultado pode ser atribuído ao maior aporte

[1]Estudante de Agronomia, UTFPR, Pato Branco-Paraná, julianamarchetti@alunos.utfpr.edu.br
[2]Doutoranda, UTFPR, Pato Branco-Paraná.
[3]Professora, UTFPR, Pato Branco-Paraná.

de material orgânico particulado na camada superficial do solo associado a ausência de revolvimento que ocorre na mata nativa e no campo perene (Costa Junior et al., 2012).

Para a fração COp (0,0-0,05 m), os tratamentos submetidos a uma menor intensidades de pastejo (AA), independente do tempo de aplicação de N (NG ou NP) apresentaram maiores teores de C quando comparados aos tratamentos submetidos a uma maior intensidades de pastejo (BA-NP e BA-NG). Um dos motivos é a relação existente entre o aumento da formação, cimentação, estabilidade e agregação das partículas de solo e, consequentemente, dos teores de C, com o sistema radicular e o rápido crescimento das gramíneas (Costa Junior et al., 2012).

Para os teores totais de N, observou-se comportamento similar ao C, quando comparado os teores de N entre as frações COp e COam. Contudo variação entre a mata nativa e a campo perene e as demais amostras, só pode ser observado na fração COam.

CONCLUSÕES

Os teores totais de C e N das frações COp e COam dos solos sob sistema ILP-PD variam em função dos tratamentos, camadas e frações, mostrando que a dinâmica do C e N sofre influência das variáveis, tempo de aplicação de N, altura de pasto, fração e camada, mesmo em um curto tempo de adoção do sistema ILP, 5 anos.

REFERÊNCIAS

Cambardella CA.; Elliot ET. Particulate soil organic matter changes across agrassland cultivation sequence. Soil Sci. Soc. Am. J., 1992, v. 56, p. 777-783.

Costa Junior C; Picollo MC; Siqueira Neto M; Camargo PB; Cerri CC; Bernoux M. Carbono em agregados do solo sob vegetação nativa, pastagem e sistemas agrícolas no Bioma Cerrado, R. Bras. Ci. Solo, Porto Alegre, 2012, v. 36, p. 1311-1321.

Dias EC; Rodrigues, C; Maia, R; Máguas, C; Pereira RGFA. Aplicação da análise elementar de Nitrogênio total e determinação da proteína bruta em grãos de café de diferentes regiões do estado de Minas Gerais. VI Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, 2009.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006.

Loss A; Pereira MG; Schultz N; Anjos LHC dos; Silva EMR. Frações orgânicas e índice de manejo de carbono do solo em diferentes sistemas de produção orgânica. Idesia, 2011, v. 29, n. 2, p. 11-19.

Meurer EJ. Fundamentos de Química do Solo. 6a ed. Porto Alegre: Departamento de Solos - UFRGS; 2015.

Rossi CQ; Pereira MG; Giácomo SG; Betta M; Polidoro JC. Frações húmicas da matéria orgânica do solo cultivado com soja sobre palhada de braquiária e sorgo. Bragantia, 2011, v. 70, n. 3, p. 622-630.

Rossi CQ; Pereira MG; Giácomo SG; Betta M; Polidoro JC. Frações lábeis da matéria orgânica em sistema de cultivo com palha de braquiária e sorgo. Revista Ciência Agronômica, 2012, v.43, p.38-46.

Silva LS; Camargo FAO; Ceretta CA. Composição da fase sólida organic do solo. In: Meurer EJ., ed. Fundamentos de Química do Solo. 6.ed. Porto Alegre: Departamento de Solos - UFRGS, 2015. p.61-86.

DESENVOLVIMENTO DE SORGO FORRAGEIRO EM TIPOS E COMBINAÇÕES DE ADUBOS FOSFATADOS EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO

Thaynara Garcez da Silva[1], Antonio Nolla[2], Adriely Vechiato Bordin[1], Suzana Zavilenski Fogaça[1]

RESUMO: O sorgo forrageiro tem sido cultivado em solos arenosos, sendo necessária a calagem e a utilização de fontes que disponibilizem adequadamente P para as plantas. Objetivou-se avaliar a eficiência de tipos e combinações de adubos minerais e orgânicos no desenvolvimento de sorgo forrageiro em um Latossolo Vermelho distrófico típico. Para tal, foi montado um ensaio em vasos, com a aplicação de fontes e combinações fertilizantes fosfatados orgânicos e minerais, além da testemunha com e sem calcário. Cultivou-se sorgo por 120 dias, quando avaliou-se altura, diâmetro do caule, massa de matéria seca da parte aérea e massa de panícula. A calagem e a adubação foram eficientes em aumentar o crescimento do sorgo. Destacou-se a vinhaça e o esterco e suas combinações com superfosfato simples e termofosfato por proporcionarem maior desenvolvimento das plantas.

PALAVRAS-CHAVE: fertilizantes fosfatados, *Sorghum bicolor*.

INTRODUÇÃO

O sorgo tem sido uma forrageira utilizada em solos de textura média/arenosa, capaz de promover acúmulo de material vegetal que pode ser utilizado para a pecuária (Ribas, 2003). No entanto, é necessário a disponibilização adequada de nutrientes. Os adubos fosfatados minerais e orgânicos devem disponibilizar de P_2O_5 às plantas, o que justifica identificar melhores tipos ou combinação de adubos, pois é fundamental sua disponibilização adequada durante o crescimento do sorgo.

Geralmente, os adubos minerais são insumos que disponibilizam rapidamente os nutrientes (Raij, 2011), mas seu uso exclusivo pode aumentar o custo produção. Assim, é possível racionalizar custos através do uso de adubos orgânicos, como vinhaça ou estercos animais. Estes resíduos disponibilizam nutrientes de forma mais completa, o que pode substituir parte ou toda a fertilização mineral (Bissani et al., 2008). Contudo, é preciso estabelecer doses adequadas para seu uso.

A combinação de fertilização orgânica e mineral pode reduzir custos e aumentar a

[1]Discente da Universidade Estadual de Maringá,Umuarama, thaynaragarceztg@gmail.com.
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, nolla73@hotmail.com.

eficiência fertilizante por disponibilizar rapidamente (mineral) e de forma gradual (orgânico) os nutrientes. Portanto, objetivou-se avaliar a eficiência de tipos e combinações de adubos minerais e orgânicos no desenvolvimento de sorgo forrageiro em Latossolo Vermelho Distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na UEM campus de Umuarama, em vasos (300 kg) preenchidos com Latossolo Vermelho Distrófico típico que apresentavam originalmente pH em H_2O = 5,4; teor de Al^{+3}, Ca^{+2} e Mg^{+2} e T = 0,4; 0,58; 0,13 e 2,95 $cmol_c kg^{-1}$ respectivamente, teor de P e K = 1,2 e 19,6 mg dm^{-3}e V = 25,76%. Os tratamentos consistiram da aplicação de adubos fosfatados (110 kg P_2O_5 ha^{-1}): vinhaça, esterco de frango, superfosfato simples, termofosfato de Yoorin e a combinação (1:1) de esterco de aves + superfosfato simples, esterco de frango + termofosfato, vinhaça + superfosfato simples, vinhaça + ½ termofosfato, além de um tratamento testemunha com e sem calcário. Semeou-se sorgo cultivar BUSTER, cultivando-se por 120 dias.

Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de nitrogênio (80 kg ha^{-1} de N) e de potássio (60 kg ha^{-1} de K_2O). O delineamento foi inteiramente casualizado com 4 repetições.A umidade dos vasos foi mantida com irrigação nas épocas de estiagem, aplicou-se fungicida para eliminar doenças e retirou-se manualmente plantas daninhas. Aos 120 dias após a emergência, coletou-se a parte aérea das plantas de sorgo e avaliou-se a altura, o diâmetro do caule, a massa de matéria seca da parte aérea e da panícula.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparados por Scott-Knott a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de sorgo apresentaram maior crescimento com a aplicação de calcário em relação às parcelas sem utilização de corretivo e/ou adubo fosfatado. Em relação à testemunha, o calcário aumentou em 56% a altura do sorgo (Figura 1 A) e em 64,5% o diâmetro do caule (Figura 1 B). Isto já era esperado, pois o calcário corrige a acidez do solo e disponibiliza Ca e Mg, necessários para o desenvolvimento normal das plantas (Raij, 2011). A vinhaça e esterco de aves aumentaram a altura e diâmetro das plantas, o que demonstra o efeito fertilizante dos adubos orgânicos. Isto deve ter ocorrido em função doefeito gradual na disponibilização de P para as plantas, o que reduz o problema relacionado com a fixação específica (Novais e Smyth, 1999). Os resultados são

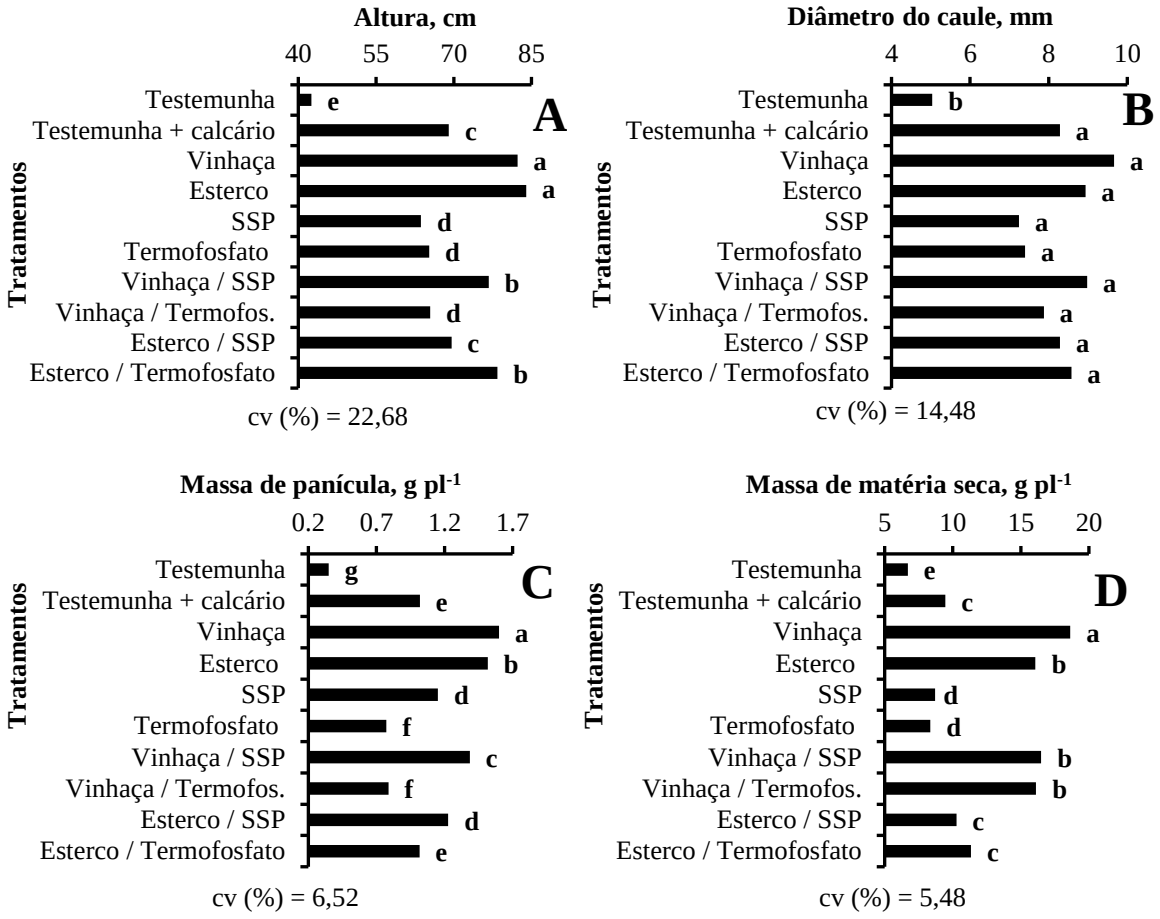


Figura 1. Altura (A), diâmetro do caule (B), massa de espiga (C) e massa de matéria seca (D) de plantas de sorgo forrageiro submetido à aplicação de tipos e combinações de adubos minerais e orgânicos em um Latossolo Vermelho Distrófico típico.

evidenciados pelas alterações químicas que os adubos orgânicos promovem no solo, aumentando a capacidade de troca catiônica e a disponibilidade de nutrientes (Bebé et al., 2009).

As combinações de esterco e vinhaça com termofosfato e superfosfato simples também promoveram acúmulo de matéria seca (Figura 1C) e massa de panícula (Figura 1D) do sorgo. Isto pode ter ocorrido pela disponibilização rápida do adubo mineral, aliada à disponibilização gradual promovido pelo adubo orgânico nesta combinação (Raij, 2011). A vinhaça aumentou em 116% a matéria seca em relação á testemunha com a calagem (Figura 1D) e sua combinação com superfosfato simples aumentou aproximadamente 40 g de massa de matéria fresca, em relação á testemunha (Figura 1C). Isso deve ter ocorrido em função das alterações químicas do solo, uma vez que o adubo orgânico aumenta a capacidade de troca catiônica e a disponibilidade de nutrientes às plantas (Bebé et al.,

[1]Discente da Universidade Estadual de Maringá,Umuarama, thaynaragarceztg@gmail.com.
[2]Docente da Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, nolla73@hotmail.com.

2009).

O superfosfato simples e termofosfato magnesiano aumentaram o crescimento de sorgo em relação à testemunha (Figura 1), mas as plantas não diferiram em relação às parcelas com uso apenas de calcário. Isto demonstra que os adubos fosfatados mineraisforam pouco eficientes para o sorgo. Isto pode ter ocorrido pela fixação específica do fósforo aos óxidos de ferro, que ocorre com maior rapidez nos adubos minerais (Novais et al., 2007).

CONCLUSÕES

A calagem e a adubação fosfatada aumentaram o desenvolvimento do sorgo. Os adubos fosfatados promoveram melhor desenvolvimento em relação ao uso somente de calcário. A vinhaça e o esterco e suas combinações com superfosfato simples e termofosfato promoveram maior altura, diâmetro e acúmulo de matéria seca e de panícula.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela disponibilidade de bolsa ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

Bebé FV, Rolim MM, Pedrosa EMR, Silva GB, Oliveira VS. Avaliação de solo sob diferentes períodos de aplicação com vinhaça. Rev. bras. eng. agríc. ambient. 2009;13:781-787. http://www.scielo.br/pdf/rbeaa/v13n6/v13n6a17.pdf.

Bissani CA, Gianello C, Tedesco MJ, Camargo FAO. Fertilidade dos Solos e manejo da adubação de culturas. Porto Alegre: Gênesis; 2008.

Novais RF, Smyth TJ. Fósforo em solos e planta em condições tropicais. Viçosa: UFV; 1999.

Novais RF, Smyth TJ, Nunes FN. Fósforo. In: Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RLF, Cantarutti RB, Never JCL. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007. p.471-537.

Raij BV. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: IPNI; 2011.

Ribas PM. Sorgo: Introdução e importância econômica. Sete Lagoas: Ed Tânia Mara Assunção Barbosa; 2003.

TEORES DE CARBONO, NITROGÊNIO, BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA NO SOLO SOB SUCESSIVAS ADIÇÕES DE DEJETO LÍQUIDO BOVINO

Stallone da Costa Soares[1], Fabiane Machado Vezzani[2], Gustavo Pereira Valani[3], Nerilde Favaretto[4], Gabriel Barth[5]

RESUMO: O trabalho objetivou avaliar os teores de C e N totais, a relação C:N e o comportamento e a atividade da biomassa microbiana do solo sob o efeito residual de adições anuais consecutivas de dejeto líquido bovino (DLB) a longo prazo em um Latossolo Vermelho-Amarelo, a fim de analisar a sua influência na atividade da biota do solo. A área experimental está localizada no Campo Demonstrativo Experimental (CDE) da Fundação ABC, município de Ponta Grossa-Paraná. Os tratamentos consistiram de uma testemunha (sem aplicação de dejeto) e três doses de dejeto líquido bovino (DLB): 60, 120 e 180 m^{-3} ha^{-1} ano^{-1} e duas profundidades (0-5 e 5-10 cm), aplicado duas vezes ao ano após a emergência das plantas, em superfície sem incorporação, entre as linhas de semeadura, utilizando regadores manuais desde o ano de 2005. Na camada 5-10 cm, os valores de carbon da biomassa microbiana, respiração basal,e quociente microbiano foram 124 mg C kg^{-1}, 0,83 mg C-CO_2 kg^{-1} solo h^{-1}, e 0,78 mg C-CO_2 g $CBMS^{-1}$ h^{-1}, respectivamente e superiores à camada 0-5 cm. Nesse sentido, o resíduo aplicado na superfície em longo prazo pode estar atingindo as camadas mais profundas alterando, assim, a atividade da biota do solo.PALAVRAS-CHAVE: resíduos orgânicos, manejo do solo, biota do solo.

INTRODUÇÃO

Dejeto líquido bovino (DLB) é adicionado aos solos sob sistema plantio direto na região Campos Gerais no Paraná como fonte de nutrientes para a produção de grãos e como uma forma de descarte desse resíduo orgânico proveniente da produção leiteira.

Estudos relatam efeito benéfico do DLB sobre o incremento nos teores de carbono e nitrogênio e a consequente melhoria nas propriedades do solo (Oliveira et al., 2016; Müller et al., 2014), afetando diretamente o funcionamento dos ecossistemas.

A biota do solo desempenha papel importante nos processos ecossistêmicos, a exemplo de ciclagem de nutrientes e estrutura do solo, pois é responsável pela fragmentação dos

[1]Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: stallonesoares@hotmail.com.
[2] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: vezzani@ufpr.br.
[3] Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo/Esalq – USP. E-mail: gustavo.valani@hotmail.com.
[4] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: nfavaretto@ufpr.br.
[5] Coordenador de pesquisa do Setor de Solos e Nutrição de Plantas da Fundação ABC. E-mail: gabrielbarth@fundacaoabc.org.

resíduos orgânicos, mistura de partículas minerais e orgânicas, redistribuição da matéria orgânica (Baretta et al., 2007), transformações bioquímicas e atuam como agente ligante dos agregados (Matsuoka et al., 2003). Muitas vezes, a elevada quantidade de DLB aplicada nas mesmas áreas por longos anos pode exceder a capacidade de suporte dos solos (Girotto et al., 2010). Esse fato deve-se à composição química do dejeto (Alves et al., 2008).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar os teores de C e N totais, a relação C:N e o comportamento e a atividade da biomassa microbiana sob o efeito residual de adições anuais consecutivas de dejeto líquido bovino (DLB) em longo prazo em um Latossolo Vermelho-Amarelo, a fim de analisar a sua influência na atividade da biota do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido no Campo Demonstrativo Experimental (CDE) da Fundação ABC, localizado no município de Ponta Grossa – Paraná (25° 00’ 35” S e 50° 09’ 16” E).

O experimento foi instalado em 2005, em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico sob plantio direto há 14 anos. Os tratamentos consistiram de uma testemunha (sem aplicação de dejeto) e três doses de dejeto líquido bovino (DLB): 60, 120 e 180 m^{-3} ha^{-1} ano^{-1} aplicado após a emergência das plantas, em superfície sem incorporação, entre as linhas de semeadura, utilizando regadores manuais, distribuídos no delineamento experimental de blocos casualizados, com quatro repetições, em parcelas com 9,0 m de comprimento por 3,5 m de largura. No DLB aplicado foram encontrados os teores médios totais de 85,24 g L^{-1} de massa seca, 45,95 g kg^{-1} de N, 7,64 g kg^{-1} de P, 38,14 g kg^{-1}de K, 216 mg kg^{-1} de Cu e 2508 mg kg^{-1} de Zn.

A coleta do solo foi realizada em duas profundidades (0-5 e 5-10 cm) em Novembro de 2018 sob os restos culturais de aveia preta. Foram coletadas subamostras de solo em quatro pontos por parcela, nas entrelinhas da aveia preta, com auxílio de espátulas, que constituíram uma amostra composta por parcela. O preparo das amostras do solo para as análises foi feito por meio de tamisagem em peneira com malha de 4 mm, retirando as raízes e os resíduos visíveis de plantas e animais do solo e, posteriormente, passadas na peneira de 0,2 mm. As variáveis analisadas foram: carbono orgânico total (COT), o nitrogênio total (NT) e a relação C/N, carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (RB), quociente microbiano (*q*MIC) e quociente metabólico (qCO_2). O COT e o NT foram determinados via combustão seca no aparelho Vario ELIII CHNOS Elementar Analyzer. A relação C/N foi obtida pela divisão do teor de COT pelo NT. O CBM foi obtido pelo método

de fumigação-extração de Vance et al. (1987). A RM foi determinada pelo método de Anderson (1982). O qCO_2 foi obtido pela razão entre RM e CBM e *qMIC* pela equação:

qMIC = (CBM /COT)

Os dados das doses foram submetidos à regressão polinomial e os dados da profundidade ao teste de Tukey com nível de 5 % de significância**.**

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados de COT e NT se ajustaram ao modelo polinominal quadrático, enquanto que a relação C:N não apresentou diferença significativa no teste aplicado. Os dados de CMB, RB e qMIC não apresentaram diferenças significativas entre as doses de DLB, porém houve diferença entre as profundidades (**Tabela 1**).

Tabela 1. Valor-*p* dos dados do carbono orgânico total (COT), nitrogênio total do solo (NT), relação C/N, carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (RB), quociente microbiano (*q*MIC) e quociente metabólico (qCO_2) em função dos fatores analisados.

	Variáveis Analisadas						
Fator	NT	CT	C/N	CBM	RB	*q*MIC	qCO_2
Doses	0,04 [1]*	0,06 [1]*	0,31 ns	1,62 ns	1,16 ns	0,62 ns	1,20 ns
Profundidade	1,11 ns	1,00 ns	0,02 ns	6,99 *	4,55*	5,70 *	1,54 ns
Doses x Profundidade	2,72 ns	2,39 ns	0,03 ns	2,45 ns	0,19 ns	0,20 ns	0,93 ns

[1]* Significativo, regressão polinomial quadrática. *p<0,05; * significativo ao nível de 5% de probabilidade (0,01 =< p < 0,05) ns não significativo (p >= 0,05)

Na camada 0-10 cm, o NT variou de 1,4 para 1,8 g N kg^{-1} de solo entre as doses 0 e 180 m^{-3} ha^{-1} ano^{-1}. O COT teve comportamento similar ao NT com valores entre 15 a 19 g C kg^{-1} de solo. Houve um incremento dessas variáveis com a utilização do DLB. Segundo Souza et al. (2009), aumentos no estoque de COT estão relacionados a aumentos na disponibilidade de nitrogênio no sistema fornecido pelo DLB e pelo aporte de materiais vegetais uma vez que o sistema utilizado é plantio direto. A relação C:N não diferiu entre doses e profundidades, e os valores variaram de 9,8 a 10,2.

Na camada 5-10 cm, os valores de CMB, RB e qMIC foram 124 mg C kg^{-1}, 0,83 mg $C\text{-}CO_2$ kg^{-1} solo h^{-1}, e 0,78 mg $C\text{-}CO_2$ g $CBMS^{-1}$ h^{-1}, respectivamente e superiores à camada 0-5 cm. Resultado que não era esperado, uma vez que o DLB foi aplicado em superfície. O qCO_2 não diferiu entre doses e profundidades, e os valores variaram de 0, 0067 a 0,013 mg $C\text{-}CO_2$ g $CBMS^{-1}$ h^{-1}. Dornelles et al. (2017) também chegaram a resultados similares de

[1]Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: stallonesoares@hotmail.com.
[2] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: vezzani@ufpr.br.
[3] Doutorando em Ciência do Solo, Departamento de Ciência do Solo/Esalq – USP. E-mail: gustavo.valani@hotmail.com.
[4] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: nfavaretto@ufpr.br.
[5] Coordenador de pesquisa do Setor de Solos e Nutrição de Plantas da Fundação ABC. E-mail: gabrielbarth@fundacaoabc.org.

qCO_2, quando da aplicação do composto orgânico de resíduo sólido urbano e dejeto líquido de suíno em um Latossolo Vermelho Aluminoférrico no Sul do Brasil. No entanto, o baixo nível de qMIC na profundidade de 0-5 cm comparado a outros trabalhos pode ser resultado de um fator de estresse para o qual a microbiota está sujeita (Jakelaitis et al., 2008), o que consiste em alerta para alterações que possam estar ocorrendo na atividade biológica do solo.

CONCLUSÕES

As doses sucessivas de DLB por 14 anos promoveram aumento nos teores de COT e NT, oferecendo condições para que o solo cumpra as suas funções no ecossistema. Houve um aumento nos teores de CMB, RB e qMIC na camada subsuperficial indicando que o resíduo aplicado na superfície pode estar atingindo as camadas mais profundas alterando, assim, a atividade da biota do solo.

REFERÊNCIAS

Alves MV, Santos JCP, Gois DT, Alberton JV, Baretta D. Macrofauna do solo influenciada pelo uso de fertilizantes químicos e dejetos de suínos no oeste do estado de Santa Catarina. Rev Bras Cienc Solo. 2008. v.32, p.589-598. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200014.

Anderson JPE. Soil respiration. In: PAGE AL, MILLER RH, KEENEY DR (Ed.). Methods of soil analysis. Ed. Madison: American Society of Agronomy: Soil Science Society of Agronomy. p. 831-872, 1982.

Baretta D, Brown, GG, James SW & Cardoso, EJBN. Earthworm populations sampled using collection methods in Atlantic Forests with Araucaria angustifolia. Scientia Agricola. 2007 v.64, p.384-392. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162007000400009.

Dornelles H S, Matsuoka M, Binelo LA, Pauvels LA, Caron CM, Silva V R. Biomassa e atividade microbiana de solos com aplicação de resíduo sólido urbano e dejeto líquido de suínos. Rev Bras de Cien Amb. 2017 n.44. 18-26. DOI: 10.5327/Z2176-947820170046.

Girotto E, Ceretta CA, Brunetto G, Santos DR, Silva LS, Lourenzi CR, Lorensini F, Vieira RCB & Schmatz R. Acúmulo e formas de cobre e zinco no solo após aplicações sucessivas de dejeto líquido de suínos. Rev Bras Cienc Solo**.** 2010 v. 34, p.955-965. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000300037.

Matsuoka M, Mendes IC, Loureiro M.F. Biomassa microbiana e atividade enzimática em solos sob vegetação nativa e sistemas agrícolas anuais e perenes na região de Primavera do Leste (MT). Rev Bras Cienc Solo. 2003. v. 27, n. 3, p. 425-433. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000300004.

Müller DH, Camili EC, Guimarães SC, Campo DTS, Martins ME, Barros K C. Biomassa e atividade microbiana de solo sob aplicação de resíduos orgânicos. Rev Intern de Ciências**.** 2014 v.4, n.2. http://dx.doi.org/10.12957/ric.2014.12008.

Oliveira JGR, Filho JT, Barbosa GMC. Alterações na física do solo com a aplicação de dejetos animais. Geographia Opportuno Tempore. 2016. v. 2, n. 2. p. 66-80. Disponível em: http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/Geographia/article/view/24590.

Souza ED, Costa SEVGA, Anghinoni I, Carvalho PCF, Andrigueti M, Cao E. Estoques de carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. Rev Bras Cienc Solo. 2009. v. 33, n. 6, p. 1829-1836. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000600031.

Vance ED, Brookes PC, Jenkinson DS. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology & Biochemestry. 1987;19:703–707. https://doi.org/10.1016/0038-0717(87)90052-6.

ATRIBUTOS DA ACIDEZ DO SOLO EM PROPRIEDADES DO SUDOESTE DO PARANÁ E EXTREMO OESTE CATARINENSE

Igor Kieling Severo[1], Regis Luis Missio[2], Lucas Candiotto[3], Angelica Caroline Zatta[3], Felipe Candiotto[4]

RESUMO: O manejo de pastagens é normalmente negligenciado, especialmente o manejo de calagem e adubação. O estudo teve como objetivo realizar um diagnóstico dos atributos de acidez do solo em unidades familiares de leite no Sudoeste Paranaense e Extremo Oeste Catarinense. Foram amostradas áreas destinadas ao cultivo de grãos, pastagens anuais, pastagens perenes e pernoite de vacas leiteiras (16; 29; 31 e 16, áreas respectivas), coletando-se dez amostras simples/talhão na profundidade de 20 cm. Nas amostras foram determinados teores de Al trocáveis (Al^{3+}), pH, saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e capacidade de troca de cátions (CTC). Os dados foram submetidos à análise de frequência utilizando-se o PROC FREQ do software SAS. Relacionando áreas destinadas a repouso dos animais apresentaram CTC, V% "alto" e pH adequado para cultivos. A maioria das áreas perenes apresentaram CTC classificadas com "baixa", onde algumas áreas foram classificados com pH em "condição a se evitar". Áreas com culturas anuais obteram maior número de áreas com V% e pH classificados como "baixos", e maiores áreas com menores teores de Al^{3+}. Deste modo, áreas destinadas ao repouso de animais apresentaram características de CTC e acidez ideal para a disponibilização de nutrientes para as plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de solo, Propriedades leiteiras, Manutenção de solos de pastagens.

INTRODUÇÃO

O Sudoeste do Paraná e Oeste de Santa Catarina destacam-se na bovinocultura de leite, que é baseada em pequenas propriedades de agricultura familiar. Porém, dentre os pontos críticos relacionados com a atividade leiteira na região, destaca-se o elevado custo com alimentação do rebanho, principalmente em relação ao fornecimento de silagem e concentrados, visto que grande parte dos sistemas são de semiconfinamentos. A redução dos custos de produção, neste contexto, passa pelo aumento da participação do pasto na dieta dos animais. Para tanto, é essencial aumentar a produtividade das pequenas áreas de pastagens, que é basicamente dependente do manejo de adubação e manejo do pastejo. No entanto, tem se

[1]Mestrando; UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n; agro.severo@gmail.com.
[2]Professor Adjunto; UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n.
[3]Mestrando(a); UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n;
[4]Graduando; UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n;

verificado que o manejo destas pastagens é normalmente negligenciado, especialmente no que se refere ao manejo de calagem e adubação, o que limita a produção de forragem e de leite (ZANELLA et al., 2016).

O presente estudo objetivou realizar um diagnóstico dos atributos de acidez do solo de áreas com diferentes finalidades de uso (pastagens, lavouras e áreas destinadas ao pernoite de animais) em unidades familiares produtoras de leite no Sudoeste Paranaense e Extremo Oeste Catarinense.

MATERIAIS E MÉTODOS

Entre os anos de 2015 e 2017 foram amostradas 16 áreas destinadas ao cultivo de grãos; 29 áreas destinadas ao cultivo de pastagens anuais; 31 áreas destinadas ao cultivo de pastagens perenes (onde ocorre a rotação de culturas anuais de grãos com pastagens perenes, como também com plantas de cobertura e pastagens anuais para a alimentação de animais) e 16 áreas destinadas ao pernoite de vacas leiteiras, coletando-se dez amostras simples da camada arável (profundidade de 20 cm) por área com auxílio de trado holandês. As amostras de cada área compuseram uma amostra composta (500 g), que foram acondicionadas em sacos plásticos, identificadas e enviadas para o Laboratório de Solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná. As amostras foram secadas em estufa à 40°C e peneiradas em peneira de 2 mm de abertura de malha. Foram analisados pH (em $CaCl_2$), Al trocáveis (em KCl 1 mol L^{-1}), saturação por bases (V%), saturação por alumínio (m%) e da capacidade de troca de cátions (CTC).

Os teores críticos dos elementos foram definidos conforme (SBCS/NEPAR, 2017). Os dados foram submetidos à análise de frequência utilizando-se o PROC FREQ do software SAS (Statistical Analysis System v.9.1, SAS Institute Inc. 2001). Utilizou-se 5% como faixa de interpretação.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Áreas destinadas ao repouso de animais foram aquelas que apresentaram a maior número de áreas com CTC classificada como “alta” (Tabela 1). Deste modo, se possui uma maior interpretação da CTC, significa que o solo está ocupado por cátions importantes na fertilidade do solo como o Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}, podendo-se dizer que há uma maior disponibilidade de nutrientes às plantas em função do acúmulo de matéria orgânica (MO) (BAYER & MIELNICZUK, 1997; FRAZÃO et al., 2008).

De maneira geral, os cultivos destinados ao repouso de animais apresentaram valores mais elevados de V%, na faixa do “muito alta” (70-90 %). A maior V% verificada em áreas de

repouso de animais pode estar associada ao maior conteúdo de MO, que contém grande quantidade de cátions essenciais (MELLO et al., 1983).

Os cultivos destinados ao repouso de animais foram aqueles que apresentaram maior número de áreas com pH dentro da faixa adequada para os cultivos agrícolas (5,5-6,0), com pH classificado como "alto". Segundo Soares et al., (2018), em áreas sob dejeções verifica-se aumento da MO, de íons trocáveis (P, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+}) e do pH do solo. Em áreas sob dejeções é possível observar, além de um aumento do teor de MO, um aumento da concentração de íons trocáveis como P, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+} que, no caso dos três últimos, ao sofrerem hidrólise promovem o aumento do pH do solo (SOARES et al., 2018). Quanto a saturação por Al^{3+}, maior concentração de áreas de repouso na classe "médio" (56,3 % das áreas), enquanto as áreas de cultivos perenes e anuais se distribuíram de forma similar entre as classes "baixo" e "médio" (Tabela 2).

CONCLUSÃO

Deste modo, áreas destinadas ao repouso de animais apresentaram características de CTC e acidez ideal, aprimorando a disponibilização de nutrientes para as plantas, representando oportunidade para a elevação da produção agrícola em pequenas propriedades no curto médio prazo.

REFERÊNCIAS

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de cultura. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 21, p. 105-112, 1997.

FRAZAO, L. A.; PICCOLO, M. C.; FEIGL, B. J.; CERRI, C. C.; CERRI, C. E. P. Propriedades químicas de um Neossolo Quartzarênico sob diferentes sistemas de manejo no Cerrado mato-grossense. Pesquisa Agropecuária Brasileira. v. 43, p. 641- 648, 2008.

MELLO, F. de A.; BRASIL SOBRINHO, M. de O. C.; ARZOLLA, S.; SILVEIRA, R. I.; COBRA NETO, A.; KIEHL, J. C. Fertilidade do solo. São Paulo: Nobel, 1983. 400 p

SBCS – SOCIEDADE BRASILEIRA DE CIENCIA DO SOLO. Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, p. 428, 2017.

SOARES, A. B.; MISSIO, R. L.; SCHIMITT, D.; AIOLFI, R. B.; DEIFIELD, F. L. C. Componente Animal em Sistemas Integrados de Produção Agropecuária. 1ed. Tubarão: Copiart, p. 187-210, 2018.

[1]Mestrando; UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n; agro.severo@gmail.com.
[2]Professor Adjunto; UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n.
[3]Mestrando(a); UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n;
[4]Graduando; UTFPR; Via do conhecimento, km 01, s/n;

ZANELLA, C. R.; MISSIO, R. L.; CANDIOTTO, L. C. Aspectos gerais das áreas de pastagens perenes de verão em propriedades leiteiras do sudoeste do Paraná. In: Seminário de Extensão inovação da UTFPR – 6 º SEI; 2016 nov 26-11; Francisco Francisco Beltrão, 2016.

Tabela 1. Frequências relativas percentuais referente às áreas classificadas em função da finalidade de uso e classes de interpretação da análise do solo para capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e pH.

Itens	Anuais			Perenes			Repouso		
	CTC	V%	pH	CTC	V%	pH	CTC	V%	pH
MB	0,0	0,0	2,2	0,0	0,0	3,2	0,0	0,0	0,0
B	0,0	6,7	20,0	0,0	6,4	6,4	0,0	0,0	12,5
M	42,2	13,5	31,1	61,3	16,1	25,8	31,2	18,8	37,5
A	55,6	55,6	26,7	38,7	45,3	25,9	68,8	37,5	31,2
MA	2,2	22,2	20,0	0,0	32,2	22,6	0,0	43,7	18,8
CE	NA	NA	NA	NA	NA	16,1	NA	NA	NA
Total de áreas	45	45	45	31	31	31	16	16	16
Teste de independência									
χ^2 - P valor	0,001	0,018	0,001	--	--	--	--	--	--

Capacidade de troca de cátions (CTC, $cmol_c/dm^3$ = muito baixo - MB < 5; baixo - B 5 – 7; médio - M 8 – 14; alto - A 15 – 24; muito alto - MA > 24); pH (MB < 4; B 4 - 4,4; M 4,5 - 4,9; A 5 - 5,5; MA > 5,5; condição a evitar - CE > 6); saturação por bases (V, % = MB < 20; B 21 - 35; M 36 - 50; A 51 - 70; MA > 70; CE > 90); NA = não se aplica;

Tabela 2. Frequências relativas percentuais referentes às áreas classificadas em função da finalidade de uso e classes de interpretação da análise do solo para teor de Al^{3+} e saturação por Al^{3+} (m%).

Itens	Anuais		Perenes		Repouso	
	Al^{3+}	m%	Al^{3+}	m%	Al^{3+}	m%
MB	71,1	4,4	77,4	0,0	81,2	0,0
B	17,8	64,4	6,4	67,8	18,8	43,7
M	8,9	31,1	16,1	32,3	0,0	56,3
A	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
MA	2,2	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Total de áreas	45	45	31	31	16	16
Teste de independência						
χ^2 - P valor	0,006	0,042	--	--	--	--

Alumínio (Al^{3+}, $cmol_c/dm^3$ = MB < 0,3; B 0,3 – 0,7; M 0,8 – 1,5; A 1,6 – 2,5; MA > 2,5); Saturação por Al (m, % = MB < 5; B 5 – 10; M 11 - 20; A 21 – 50; MA > 70; CE > 90).

EFEITO DO MILHETO NA ESTRUTURA DE UM LATOSSOLO ARENOSO CULTIVADO COM CANA-DE-AÇÚCAR

Adriana Pereira da Silva[1], Ricardo Ralisch[2], Maria de Fátima Guimarães[3]

RESUMO: O objetivo do estudo foi avaliar os volumes estruturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, submetido ao preparo de solo profundo localizado (PSPL) em cultivo de cana-de-açúcar, após cultivo solteiro de milheto. O estudo foi realizado na região Noroeste do Paraná, em solo derivado do arenito Caiuá, em delineamento inteiramente casualizado. Foram avaliados dois sistemas de manejo do solo: 1) PSPL (área controle) e 2) Milheto + PSPL. Em cada manejo foram abertas 2 trincheiras para a descrição do perfil cultural. Os perfis submetidos ao PSPL apresentaram volumes de solo com estrutura morfologicamente mais compactas e com menor porosidade visível, que os perfis com milheto. Mesmo o milheto antecedendo o PSPL, não foi suficiente para remediar o impacto dessa prática no solo naturalmente frágil do arenito.
PALAVRAS-CHAVE: manejo do solo, perfil cultural, *Pennisetum americanum*.

INTRODUÇÃO

Setenta por cento dos solos da região Noroeste do Paraná são derivados do Arenito Caiuá, tendo como classe de maior representatividade o Latossolo Vermelho. De modo geral, são solos distróficos, de textura média a arenosa, com baixos teores de argila e matéria orgânica e, reduzida estabilidade de agregados (Viana et al., 2011).

O preparo convencional (PC) do solo para o cultivo da cana-de-açúcar (aração + gradagem) vem sendo substituído pelo chamado preparo de solo profundo localizado (PSPL), separando as faixas de tráfego daquelas destinadas ao crescimento das plantas.

A hipótese levantada no estudo foi que o PSPL, apesar de ser apontado como prática capaz de reduzir a compactação, por limitar a zona de tráfego de máquinas, promove intenso revolvimento na faixa de cultivo, resultando em modificações na estrutura do solo que podem acelerar o processo erosivo e comprometer as funções do solo, principalmente em solos frágeis como os do arenito. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar os volumes estruturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico, submetido ao preparo

[1]Pós doutoranda, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Rodovia Celso Garcia Cid | Campus Universitário | Cx. Postal 10.011 | Londrina – PR.
[2]Professor Associado, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL.
[3]Professor Titular, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: mfatima@uel.br

de solo profundo localizado (PSPL) em cultivo de cana-de-açúcar, após o cultivo solteiro de milheto.

MATERIAL E MÉTODOS

Área Experimental

O estudo foi estabelecido no município de Cidade Gaúcha, região noroeste do Paraná, em solo derivado da formação arenito Caiuá, classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura arenosa (840 g de areia, 120 g de argila e 40 g de silte por kg^{-1} de solo).

Foram avaliados os sistemas de manejo do solo: 1) Preparo do solo profundo localizado (PSPL), a ~ 0,70 m de profundidade, área controle e 2) Milheto [*Pennisetum americanum* (L.)]+ PSPL (M + PSPL).

A semeadura do milheto foi realizada a lanço, utilizando-se 25 kg ha^{-1} de sementes. O milheto foi dessecado com glifosato, na dose de 2400 g ha^{-1} do ingrediente ativo, aos 128 dias após a semeadura. Posteriormente, foi realizado o PSPL seguido do plantio manual da cana-de-açúcar sobre os resíduos do milheto. A avaliação em ambos tratamentos, PSPL e M + PSPL, foi realizada oito meses após o plantio da cana-de-açúcar.

Em cada tratamento foram abertas 2 trincheiras (3,50 m de comprimento x 2,50 m de largura x 1,20 m de profundidade), para a descrição dos perfis culturais, conforme Tavares Filho et al. (1999). Os perfis foram representados graficamente através do software ArcView versão 10.2.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis submetidos ao PSPL (Figura 1) apresentaram volumes de solo com estrutura morfologicamente mais compacta e com menor porosidade visível, que os perfis com milheto (Figura 2). O volume de solo visualmente não alterado pelo manejo (NAM) equivale à estrutura microagregada Bw dos Latossolos.

O uso do milheto antecedendo o PSPL, juntamente com o efeito das raízes da cana, proporcionaram estruturas menos compactas nos perfis (Figura 2). A influência benéfica das gramíneas na estruturação do solo é atribuída à alta densidade de raízes, às suas renovações periódicas e à distribuição uniforme dos exsudatos no perfil do solo, que estimulam a atividade microbiana, a qual produz compostos que atuam na formação e estabilização dos agregados (Rashid et al., 2016). Além do que, o milheto apresenta sistema radicular vigoroso e abundante, e alta relação C/N na palhada, o que garante uma

decomposição mais lenta de seu resíduo, prolongando seu efeito na estruturação do solo.

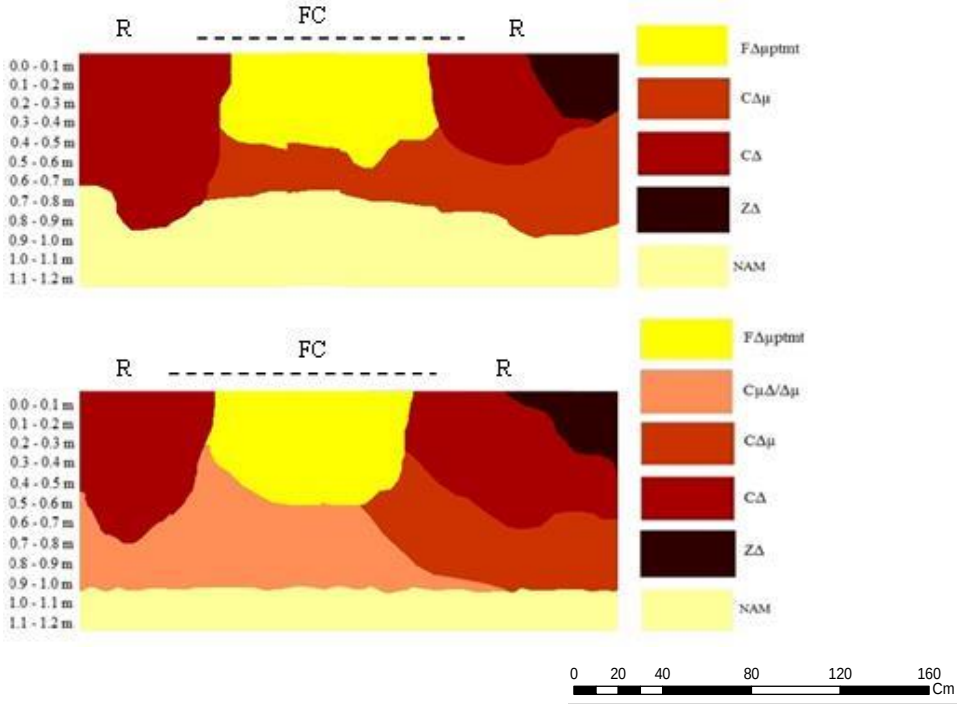
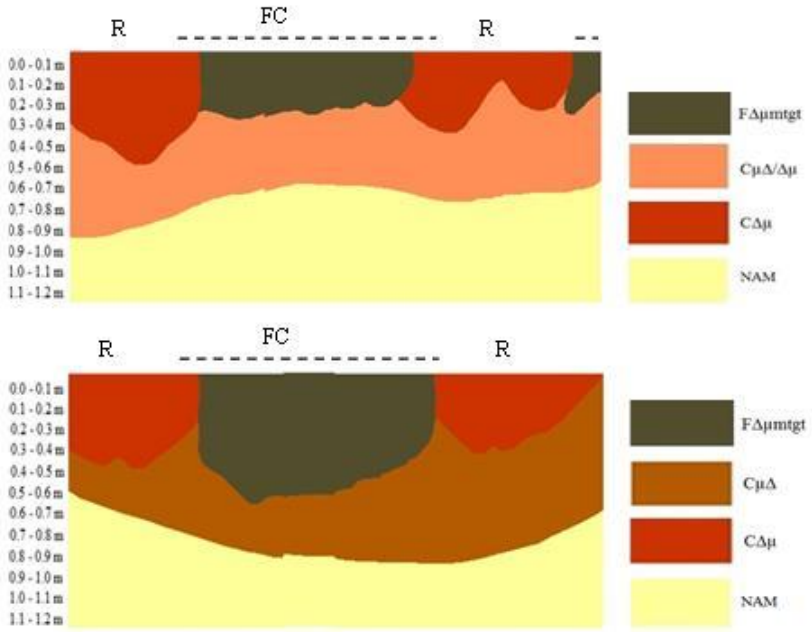


Figura 1. Perfis culturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico submetido ao preparo de solo profundo localizado (PSPL). Modo de organização dos torrões: C, volume de solo contínuo; F, volume de solo fissurado; Z, volume de solo laminar; pt, pequenos torrões (1 cm Ø); mt, médios torrões (5 cm Ø); Estado interno dos torrões: μΔ, poroso com indícios de compactação; μΔ/Δμ, porosidade intermediária; Δμ, compacto com presença de alguma porosidade; Δ, compacto sem porosidade visível a olho nú; NAM, não alterado pelo manejo. R, rodado; FC, faixa de cultivo.



[1]Pós doutoranda, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina, UEL, Rodovia Celso Garcia Cid | Campus Universitário | Cx. Postal 10.011 | Londrina – PR.
[2]Professor Associado, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL.
[3]Professor Titular, Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias, UEL. Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq. E-mail: mfatima@uel.br

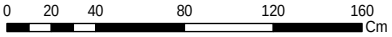


Figura 2. Perfis culturais de um Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico com plantio de milheto submetido ao preparo de solo profundo localizado (M + PSPL). Modo de organização dos torrões: C, volume de solo contínuo; F, volume de solo fissurado; mt, médios torrões (6 cm Ø); gt, grandes torrões (10,5 cm Ø); Estado interno dos torrões: μΔ, poroso com indícios de compactação; μΔ/Δμ, porosidade intermediária; Δμ, compacto com presença de alguma porosidade; NAM, não alterado pelo manejo. R, rodado; FC, faixa de cultivo.

No PSPL, a presença de estrutura compacta na área destinada ao rodado foi resultado da carga e/ou pressão exercida pelo rodado da máquina, que compactou os agregados e a terra fina desagregada durante seu deslocamento. No sistema de controle de tráfego a compactação na linha do rodado é intensificada, já que o tráfego fica concentrado em faixas permanentes (Figura1).

Os perfis de M + PSPL apresentaram estruturas menos compactas na área do rodado. Entretanto, apesar do uso do milheto antecedendo o PSPL, ter contribuído com a melhoria da estrutura do solo, essa prática não foi suficiente para remediar os efeitos danosos do PSPL sobre o solo naturalmente frágil do arenito.

CONCLUSÕES

1. O PSPL promove o aparecimento de volumes de solo com estrutura compacta e sem porosidade visível a olho nú.

2. O milheto antecedendo o PSPL proporciona melhora na estrutura do solo com aumento da porosidade visível.

REFERÊNCIAS

Rashid MI, Mujawar LH, Shahzad T, Almeelbi T, Ismail IMI, Oves M. Bacteria and fungi can contribute to nutrients bioavailability andaggregate formation in degraded soils. Microbiol Res. 2016, 183:26–41. doi: 10.1016/j.micres.2015.11.007

Tavares Filho J, Ralisch R, Guimarães MF, Medina CC, Balbino LC, Neves CSVJ. Método do perfil cultural para avaliações do estado físico de solos em condições tropicais. Rev Bras Cienc Solo. 1999, 23:393–399. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831999000200022

Viana ET, Batista MA, Tormena CA, Costa ACS, Inoue TT. Atributos físicos e carbono orgânico em Latossolo Vermelho sob diferentes sistemas de uso e manejo. Rev Bras Cienc Solo. 2011, 35:2105–2114. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000600025

COMUNIDADES DE MINHOCAS EM ÁREAS DE ERVA-MATE (*Ilex paraguariensis*) SOB DIFERENTES MANEJOS DE SOLO

Alessandra Santos[1], Wilian Carlo Demetrio[1], José Nivaldo Sátiro[1], Marcus Vinícius Cremonesi[1], George Gardner Brown[2]

RESUMO: A presença de minhocas em um determinado lugar decorre de condições edáficas próprias e por serem sensíveis ao estresse antrópico, têm sido utilizadas como bioindicadoras de qualidade do solo. Com isso, o objetivo desse estudo foi avaliar a abundância e diversidade de espécies de minhocas em agrossistemas com plantação de erva-mate situados no sul do Estado do Paraná. Foram amostradas quatro áreas com manejos diferentes de erva-mate, sendo: erva-mate consorciada com pastagem nativa (EP); dois sistemas agroecológicos com maior e menor quantidade de resíduo florestal SAF1 e SAF2, respectivamente; um plantio convencional (CO); uma mata nativa (MN) como área testemunha. O método utilizado para a coleta foi o TSBF - Tropical Soil Biology and Fertility Method. Foram encontradas cinco espécies de minhocas, sendo três espécies nativas das famílias Rhinodrilidae e Glossoscolecidae e duas espécies exóticas das famílias Glossoscolecidae e Megascolecidae. A espécie *Urubenus brasiliensis* encontrada nas áreas SAF1 e SAF2 é considerada indicadora de sistemas preservados.

PALAVRAS-CHAVE: bioindicadores, conservação, oligoquetas

COMMUNITIES OF EARTHWORMS IN MATE (*Ilex paraguariensis*) AREAS UNDER DIFFERENT MANAGEMENT OF SOIL

ABSTRACT: The presence of earthworms in a certain place is due to their own soil conditions and because they are sensitive to anthropic stress, they have been used as bioindicators of soil quality. Therefore, the objective of this study was to evaluate the abundance and diversity of earthworm species in agrosystems with planting of mate located in the south of the State of Paraná. Four areas with different management of mate were sampled, being: mate intercropped with native pasture (EP); two agroecological

[1] Discentes no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná – UFPR, R Rua dos Funcionários, 1540 - Juvevê, CEP 80035-050, Curitiba, Paraná, Brazil. E-mail: ale.santos91@hotmail.com; marcuscremonesi@gmail.com; wiliandemetrio@hotmail.com; nivaldo_7b@hotmail.com.
[2]Pesquisador, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Caixa Postal 319, CEP 83441-000, Colombo, Paraná, Brazil. E-mail: minhocassu@gmail.com.

systems with higher and lower amount of forest residue SAF1 and SAF2, respectively; conventional planting (CO); a native forest (MN) as a control area. The method used for the collection was TSBF - Tropical Soil Biology and Fertility Method. Five species of earthworms were found, three native species of the families Rhinodrilidae and Glossoscolecidae and two exotic species of the families Glossoscolecidae and Megascolecidae. The species *Urubenus brasiliensis* found in areas SAF1 and SAF2 is considered to be an indicator of preserved systems.

KEYWORDS: bioindicators, conservation, oligochaeta

INTRODUÇÃO

O solo é fonte de importantes serviços ambientais para os seres humanos, como ambiente para grande parte da vida animal, vegetal e microbiana do planeta, além de ser importante fonte de emissões de gases atmosféricos e local de intensa ciclagem de nutrientes.

A qualidade do solo como um substrato para as plantas e como habitat para animais é altamente variável e depende de fatores como teor de matéria orgânica, pH, granulometria, umidade e porosidade do solo (Doran e Zeiss, 2000). Assim como as características intrínsecas do solo afetam a vida animal como um todo, a atividade da fauna edáfica também pode afetar a qualidade do solo.

As minhocas e os minhocuçus estão entre os componentes mais ativos do solo e representam a maior proporção de biomassa viva animal edáfica (Lee, 1985). Mas as condições climáticas, biológicas e ações antrópicas influenciam diretamente a diversidade e abundância desses indivíduos (Brown et al., 2007). Por isso, as minhocas são conhecidas com bioindicadoras de qualidade de solo (Paoletti, 1999).

Algumas espécies, por apresentarem sensibilidade a alterações de uso e manejo do solo, são excelentes bioindicadoras ambientais, sendo reconhecida como uma ferramenta para avaliação de impactos em ecossistemas (Steffen et al., 2013).

Portanto o objetivo desse estudo foi avaliar a quantidade e diversidade de minhocas em áreas sob plantio de erva-mate em Bituruna-PR, e avaliar o impacto dos diferentes manejos nas populações de minhocas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em locais de plantação de erva-mate ao sul do estado do

Paraná, no município de Bituruna. Tendo o clima classificado com Cfb de acordo com Köppen (1931). Os solos predominantes na região são: latossolos, associação de solos litólicos, afloramentos de rocha alterada e colúvios e solos aluviais (Embrapa, 2013).

Foram amostradas cinco áreas com manejos diferentes: uma erva-mate consorciada com pastagem nativa (EP); dois sistemas agroecológicos com erva-mate com maior e menor quantidade de resíduo florestal SAF1 e SAF2, respectivamente; um plantio convencional de erva-mate (CO) e uma mata nativa considerada area controle (MN) no período de novembro/2018.

As coletas das minhocas foram realizadas usando o método proposto por Anderson e Ingram (1997) denominado Tropical Soil Biology and Fertility Method (TSBF). Foram amostrados dez monólitos de 25 x 25 cm de largura x 20 cm de profundidade distanciados a 20 m entre si, dispostos em dois transectos. Juntamente com o TSBF, também foram realizadas amostras qualitativas (n=10). As minhocas coletadas foram contadas e identificadas de acordo com a espécie, seguindo as chaves de identificação. A variável abundância foi expressa em indivíduos por metro quadrado (ind m^{-2}), enquanto a riqueza em número de espécies identificadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontradas no total cinco espécies, três espécies nativas das famílias Rhinodrilidae e Glossoscolecidae (*Urobenus brasiliensis*, *Fimoscolex* sp. e *Andiorrhinus duseni*), e duas espécies exóticas das famílias Glossoscolecidae e Megascolecidae: *Pontoscolex corethrurus* e *Amynthas gracilis*.

A riqueza total no TSBF variou de 0 (CO) a 3 espécies (EP) (Figura 1).

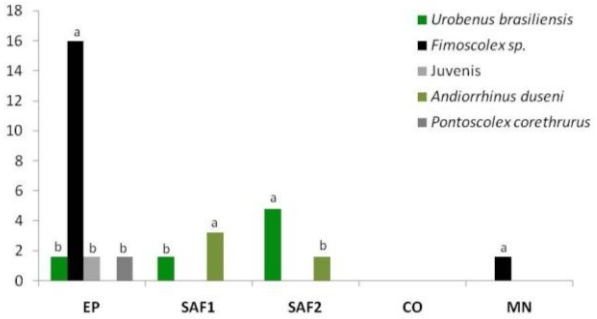


Figura 1. Espécies de minhocas (indivíduos m^{-2}) coletadas nas áreas de erva-mate em Bituruna-PR. EP: erva-mate consorciada com pastagem nativa, SAF1 e SAF2: sistemas agroecológicos, CO: plantio convencional e MN: mata nativa. *Letras diferentes em cada tratamento apresentam

[1] Discentes no Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná – UFPR, R Rua dos Funcionários, 1540 - Juvevê, CEP 80035-050, Curitiba, Paraná, Brazil. E-mail: ale.santos91@hotmail.com; marcuscremonesi@gmail.com; wiliandemetrio@hotmail.com; nivaldo_7b@hotmail.com.
[2]Pesquisador, Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, Km 111, Caixa Postal 319, CEP 83441-000, Colombo, Paraná, Brazil. E-mail: minhocassu@gmail.com.

diferenças significativas entre as species (Tukey p<0,05).

A presença de minhocas do gênero *Urobenus* é considerada um indicador de ecossistemas bem preservados (matas nativas) e/ou com uma densa camada de matéria orgânica e é encontrada em florestas das regiões sul e sudeste do Brasil, apesar de não ter sido coletada em mata nativa no presente estudo (Bartz et al, 2011).

As espécies *Pontoscolex corethrurus* e *Amynthas gracilis* (encontrado um indivíduo na área EP nas amostragens qualitativas), são consideradas espécies amplamente difundidas por todo o país. Estudos recorrentes com as espécies *A. gracilis* e *A. corticis* mostram que ambas as espécies possuem amplo domínio em áreas sem perturbações antropogênicas como os agroecossistemas (Brown et al., 2006).

CONCLUSÕES

A espécie *Urubenus brasiliensis* encontrada nas áreas SAF1 e SAF2 é considerada indicadora de sistemas preservados.

As variações na riqueza de espécies encontradas leva a reflexão de que o ideal seria fazer um monitoramento contínuo das populações para ser possível determinar com mais precisão a abundância e as espécies presentes.

REFERÊNCIAS

Anderson JM, Ingram JSI. Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods. 2nd ed. Wallingford: CAB International, p.171; 1993.

Bartz MLC, Brown GG. As minhocas e o Sistema Plantio Direto na Palha. Rev Granja, 2011; 65-67.

Brown GG, James SW, Pasini A, Nunes DH, Benito NP, Martins PT, Sautter KD. Exotic, peregrine and invasive earthworms in Br azil: diversity, distribution and effects on soils and plants. *Caribb J Scien*, 2006; 42:339-358.

Brown GG, Korasaki V, Martins PT, Matsumura C, Silva SH, Pasini A. Crescimento de Pontoscolex corethrurus em latossolo vermelho escuro eutroférrico com diferentes adições de areia e matéria orgânica. In: Brown, G.G. (Ed.), Anais do 3(Encontro Latino Americano de Ecologia e Taxonomia de Oligoquetas. Embrapa Florestas, Colombo, CD-Rom., 2007.

Doran JW, Zeiss MR. Soil health and sustainability: Managing the biotic component of soil quality. Appl. Soil Ecol. 2000; 15:3-11.

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. rev. ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2013, p.353.

Koeppen W. Climatologia. México. Ed. Fundo de Cultura Econômica, 1931.

Lee KE. Earthworms: their ecology and relationships with soil and land use. Adelaide: Academic Press; 1985.

Paoletti MG. Using bioindicators based on biodiversity to assess landscape sustainability. Agr. Ecosyst. Environ. 1999; 74:1–18.

Steffen, GPK, Antoniolli ZI, Steffen RB, Jacques RJS. Importância ecológica e ambiental das minhocas. Ver Cien Agrar, 2013; v.36 n.2.

RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO EM ÁREA DE MATA CILIAR EM RECOMPOSIÇÃO

Larissa Cordeiro Padilha[1], Aline Roberta de Carvalho Silvestrin[2], Guilherme Eli Druciak[3]

RESUMO: A resistência do solo a penetração representa a resistência física que o solo exerce sobre a raiz, impedindo sua movimentação através dele. O presente estudo teve como objetivo avaliar a resistência do solo a penetração em área de mata ciliar em recomposição. O experimento foi instalado na Fazenda Experimental Gralha Azul (PUCPR) e contou 10 tratamentos de solo, com diferentes espécies de cobertura e adubações. As avaliações ocorreram com a utilização de penetrômetro de impacto em 3 profundidades (10, 20 e 30 cm). Os tratamentos que receberam apenas adubação mineral e orgânica, assim como a testemunha plantada com espécies arbóreas, apresentaram os maiores valores de resistência à penetração, enquanto os tratamentos com diferentes espécies de cobertura e calagem apresentaram os menores valores do parâmetro. Conclui-se que os diferentes tratamentos empregados no solo contribuem para a alteração de parâmetros físicos do solo, sendo técnicas viáveis de conservação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: compactação, espécies de cobertura de solo, conservação do solo.

INTRODUÇÃO

A compactação do solo ocasiona elevação da resistência mecânica ao crescimento em profundidade do sistema radicular das plantas (LIMA et al., 2013).

A camada compactada pode ser identificada através da avaliação dos atributos físicos e morfológicos do solo, como densidade do solo, porosidade do solo, tipo e grau de estrutura do solo e resistência do solo à penetração, os quais exercem influência nos movimentos da água e do ar no solo (TORRES, 1998).

A resistência do solo a penetração (RP) é caracterizada como um dos mais importantes parâmetros, sendo responsável por descrever a resistência física que o solo desempenha sobre a raiz que tenta se movimentar através dele (SILVEIRA et al., 2010).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a resistência do solo a penetração em

[1]Graduanda em Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba – Paraná, lariiipadilha@gmail.com.
[2]Docente do Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba – Paraná.
[3]Graduando em Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba – Paraná.

área de mata ciliar em recomposição em diferentes tratamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo ocorreu na Fazenda Experimental Gralha Azul, PUCPR, localizada no Município de Fazenda Rio Grande, PR. O experimento está localizado numa área de mata ciliar em processo de recomposição desde 2011. Conta com 10 tratamentos e 3 repetições. Nos tratamentos foram plantadas em novembro de 2011 as espécies *Schinus terebinthifolia* (aroeira) e *Mimosa scabrella* (bracatinga), em linhas alternadas.

Os tratamentos de solo existentes no local são: 1) Testemunha 1: vegetação nativa; 2) Testemunha 2: sem adubação do solo e com mudas arbóreas; 3) Adubação orgânica com esterco bovino; 4) Adubação mineral; 5) Adubação mineral e calagem; 6) Calagem; 7) Adubação mineral, calagem e adubação orgânica; 8) Rotação aveia preta/mucuna; 9) Rotação nabo forrageiro/crotalária; 10) Rotação ervilhaca/feijão guandu.

A resistência do solo à penetração foi avaliada nas profundidades de 10cm, 20cm e 30 cm na área experimental, com a utilização de um penetrômetro de impacto em unidade Pascal (Pa). Em cada parcela experimental foram obtidas três medidas de resistência e um valor médio de cada profundidade foi utilizado para representação de cada parcela unidade Pascal (Pa) e Megapascal (MPa). Foram feitas avaliações em março de 2018.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As médias foram submetidas ao teste de homogeneidade de Levene's, análise de variância (ANOVA), e as médias com diferenças significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 95%, utilizando o Software STATISTICA 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A resistência do solo à penetração nas diferentes parcelas do experimento é apresentada na tabela 1. Observou-se que os valores mais altos ocorreram nos tratamento com espécies arbóreas e adubação mineral, nas 3 profundidades, com valores superiores a 2,400 MPa.

Os tratamentos que receberam calagem, adubação mineral e orgânica e as rotações com espécies de cobertura apresentaram os menores valores de resistência à penetração, inferiores a 1 MPa, na profundidade de 10 cm, e inferiores a 2 MPa nos 20 cm. A rotação aveia preta/mucuna preta obtiveram os menores valores na profundidades de 10 cm e 20 cm, 0,639 MPa e 1,060 Mpa, respectivamente.

Tabela 1. Resistência do Solo à penetração (MPa) em profundidades de 10, 20 e 30 cm, nos diferentes tratamentos em mata ciliar em recuperação.

Tratamentos	Resistência à penetração em profundidades (MPa)		
	10 cm	20 cm	30 cm
Testemunha 1 - Vegetação nativa	2,303 d	2,240 cd	2,171 b
Testemunha 2 - Espécies arbóreas	2,523 d	2,710 d	2,479 b
Adubação orgânica com esterco bovino	1,923 c	1,932 c	1,949 b
Adubação mineral	2,363 d	2,687 d	2,254 b
Adubação mineral e calagem	1,873 c	2,324 cd	1,998 b
Calagem	0,704 a	1,441 ab	0,954 a
Adubação mineral, calagem e adubação orgânica	0,697 a	1,112 a	1,146 a
Rotação aveia preta/mucuna	0,639 a	1,060 a	1,303 a
Rotação nabo forrageiro/crotalária	0,719 a	1,923 bc	2,019 b
Rotação ervilhaca/feijão guandu	0,987 b	1,267 a	1,402 a

FONTE: OS AUTORES (2018).

A calagem pode favorecer o crescimento das raízes e como consequência diminuir a resistência do solo, devido a diminuição da toxidez por alumínio e aumento nos teores de cálcio do solo, propiciando aumento na quantidade de bioporos.

Resultados de resistência acima de 2,0 MPa são considerados limitantes ao crescimento radicular das plantas (TORMENA e ROLOFF, 1996; TAYLOR, 1966). Apesar de valores críticos variarem de 1,5 a 4,0 MPa (ROSOLEM, 1999), o valor impeditivo mais aceito é o descrito por Tormena e Roloff (1996).

Em áreas de mata ciliar ocorre uma retenção maior de umidade, devido ao sombreamento da vegetação sobre o solo e a serapilheira que mantém a umidade estável e a temperatura, além do teor de matéria orgânica mais elevado (MAGALHÃES et al., 2009). Sendo assim, essas áreas teoricamente deveriam apresentar uma resistência a penetração menor do que em relação a outros sistemas.

Segundo Muller, Ceccon e Rosolem (2001), o nabo forrageiro e a aveia preta são espécies que se sobressaem, apresentando maiores valores de densidade e comprimento radicular em camadas compactadas, com isso acabam deixando no solo uma extensão maior de bioporos após a decomposição das raízes, principalmente na camada compactada. Ainda segundo os autores, os bioporos são importantes para melhorar o movimento da água e à difusão dos gases no perfil do solo, o que resulta em melhores condições de crescimento

[1]Graduanda em Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba – Paraná, lariiipadilha@gmail.com.
[2]Docente do Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba – Paraná.
[3]Graduando em Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba – Paraná.

radicular para as culturas cultivadas na sequência.

CONCLUSÕES

O uso da calagem e rotações com diferentes espécies de cobertura favorecem a resistência do solo à penetração, contribuindo também para o crescimento das raízes das plantas, infiltração de água no solo e consequentemente, a conservação do solo. Esse favorecimento se dá devido ao crescimento das raízes proporcionar maior porosidade, pois formam macroporos conectados.

REFERÊNCIAS

LIMA, R. P. de; DE LEÓN, M. J.; SILVA, A. R. da. **Comparação entre dois penetrômetros na avaliação da resistência mecânica do solo à penetração**. Revista Ceres, Viçosa, v. 60, n.4, p. 577-581, 2013.

MAGALHÃES, W. A. et al. **Determinação da resistência do solo a penetração sob diferentes sistemas de cultivo em um Latossolo sob Bioma Pantanal.** Cáceres: MT, v.2, n.6, p.21-32, 2009. Disponível em: < http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/viewFile/927/563>. Acesso em: 03 de dez de 2017.

Müller, M. M. L.; Ceccon, G.; Rosolem, Ciro Antonio. **Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, v. 25, n. 3, p. 531-538, 2001. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/114595>. Acesso em: 19 de julho de 2018.

ROSOLEM, C.A. et al. **Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.34, p.821-828, 1999. Disponível em: < http://www.scielo.br/pdf/%0D/pab/v34n5/8428.pdf>. Acesso em: 02 de dez de 2017.

SILVEIRA, D. C. et al. **Relação umidade versus resistência à penetração para um argissolo amarelo distrocoeso no recôncavo da bahia.** Bahia: UFRB, 2010. Disponível em: http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v34n3/07.pdf. Acesso em: 25 de nov de 2017.

TORMENA, C. A.; ROLOFF, G. **Dinâmica da resistência à penetração de um solo sob plantio direto.** Viçosa: Revista Brasileira de Ciência do Solo, 1996. v.20, n.2, p.333-339.

ADUBAÇÃO ALTERNATIVA PROMOVE DESENVOLVIMENTO DE TACHI-BRANCO SOBRE LATOSSOLO EM CERRADO AMAZÔNICO

Rosinaldo Novais Rodrigues[1], Bruna Rocha de Oliveira [2], Ana Cláudia Lira-Guedes[3], Marcelino Carneiro Guedes[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi verificar se a adubação alternativa é capaz de suprir as necessidades nutricionais do tachi-branco em Latossolo do cerrado amapaense. O experimento foi realizado em blocos casualizados, com 4 repetições e 3 tratamentos: **AA** (adubação alternativa) - cama de aviário e moinha de carvão, **AM** (adubação mineral): NPK + micronutrientes e **TT**: testemunha. As mudas foram plantadas após subsolagem nas linhas de plantio. Os tratamentos foram comparados por análise de variância, com medidas repetidas no tempo, durante 6 anos. As plantas que receberam a adubação alternativa apresentaram maiores alturas e diâmetros médios, quando comparadas aos demais tratamentos, indicando que a cama de aviário e a moinha de carvão vegetal podem suprir as necessidades nutritivas do tachi-branco, sem necessidade de outras fontes de adubação mineral.

PALAVRAS-CHAVE: silvicultura, moinha de carvão, cama de aviário.

INTRODUÇÃO

O cerrado amapaense apresenta solo com baixa fertilidade e alta acidez (Melém Júnior et al., 2003; Valente et al., 2015), sendo dependente de adubos e corretivos de solo. Esses insumos agrícolas são comprados fora do Estado a preços não competitivos, sendo urgentes e necessárias alternativas viáveis que promovam a produção agrícola e silvicultural no Amapá.

A cama de aviário é muito usada como fertilizante nas culturas em geral, por ser uma fonte de nitrogênio, cálcio e fósforo (Avila et al. 1992). A moinha do carvão vegetal, melhora o desempenho vegetal, porque sua estrutura porosa facilita a retenção de água e assimilação de nutrientes (Zanetti et al., 2003). O uso desses resíduos também tem apelo ambiental, já que promove adequada destinação.

O objetivo do trabalho foi verificar se a adubação alternativa composta de moinha de carvão vegetal e cama de aviário é capaz de suprir as necessidades nutricionais e proporcionar o desenvolvimento do tachi-branco em Latossolo do cerrado amapaense.

MATERIAL E MÉTODOS

[1]Acadêmico de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, henrique26rd@gmail.com
[2]Mestranda em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, bruna-roccha@hotmail.com
[3]Pesquisador da Embrapa Amapá, Rod. Juscelino Kubitschek, km 5, 2600 – 68.903-419 Macapá, AP

O experimento foi conduzido em um campo cerrado e stricto senso, no Campo Experimental (CE) da Embrapa Amapá, Mazagão - AP.

O solo da área experimental é um Latossolo Amarelo Distrófico típico, bem drenado, muito profundo, friável quando úmido e duro a extremamente duro quando seco. Apresentam classe de textura média argilosa e muito argilosa, com valores da fração argila da ordem de 20 a 30 dag/kg de solo e de 26 a 59 dag/kg de solo, respectivamente. É um solo de baixa fertilidade natural, com teores de soma de bases de 0,1 a 0,8cmolc/kg de solo e teores capacidade de troca de cátions (CTC) de 1,1 a 12,4 cmolc/kg de solo (Rodrigues et.al 2000).

Para verificar o efeito da adubação alternativa no crescimento e diâmetro do tachi-branco, foram utilizadas mudas provenientes de sementes de quinze matrizes nativas de áreas de transição floresta/cerrado do Amapá. O plantio, no CE, ocorreu em março/2011, quando as mudas estavam com ±0,85 cm de altura, após subsolagem nas linhas de plantio, com escarificador de 40 cm de profundidade, e abertura de covas com broca de 20 cm de diâmetro, acoplados a um trator agrícola.

O delineamento foi em quatro blocos casualizados, com três tratamentos na cova de plantio: AA (adubação alternativa): 10 L de cama de aviário (3% de N, 3% de P_2O_5 e 2% de K_2O (Siqueira et. al 1987)) + 8 L de cinza e moinha de carvão (6,16 mg/dm^3 de P; 0,28 mg/dm^3 de Mn; 0,1 mg/dm^3 de Zn; 6,53 mg/dm^3 de B; 3,60 $mmol_c/dm^3$ de Fe; 162 $mmol_c/dm^3$ de Ca; 63,43 $mmol_c/dm^3$ de K (Julio, 2013)) misturados com terra em cada cova de plantio, e 3 L de moinha de carvão (em superfície, 30 dias após o plantio); AM (adubação mineral): 267 g de superfosfato triplo + 40 g sulfato de amônia + 40 g de cloreto de potássio (no plantio) + 5 g FTE (3,9% de S, 1,8% de B, 9% de Zn e 2% de Mn), 30 dias após o plantio, e TT: testemunha, sem adubação. Cada parcela (repetição) tinha 65 mudas, plantadas em espaçamento de 4 m x 4 m. Foi realizada subsolagem (40 cm) nas linhas de plantio e as covas foram abertas com broca de 20 cm de diâmetro. O plantio foi realizado em abril de 2011 e as coletas de dados (altura e diâmetro) foram realizadas em janeiro 2013, junho 2014, junho 2015, junho 2016 e junho 2017.

Inicialmente, o diâmetro foi medido rente ao solo (DAS) com paquímetro, e a altura com trena a laser. Após as mudas atingirem a altura de 1,30 m do solo, passou-se a medir o DAP, com fita métrica e a altura com régua invertida de 16 m e leitura ao nível do olho.

Com os dados de crescimento em altura e diâmetro, foram testadas e ajustadas curvas de crescimento para as diferentes adubações (AA; AM e TT). As curvas de crescimento e os incrementos periódicos foram comparados entre os tratamentos, utilizando a análise de variância (ANOVA), com medidas repetidas ao longo do tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas que receberam a adubação alternativa apresentaram maiores médias de altura (GLR=3605; F=40,2; p<0,001) e diâmetro (GLR=3610; F=13,06; p=0,001).

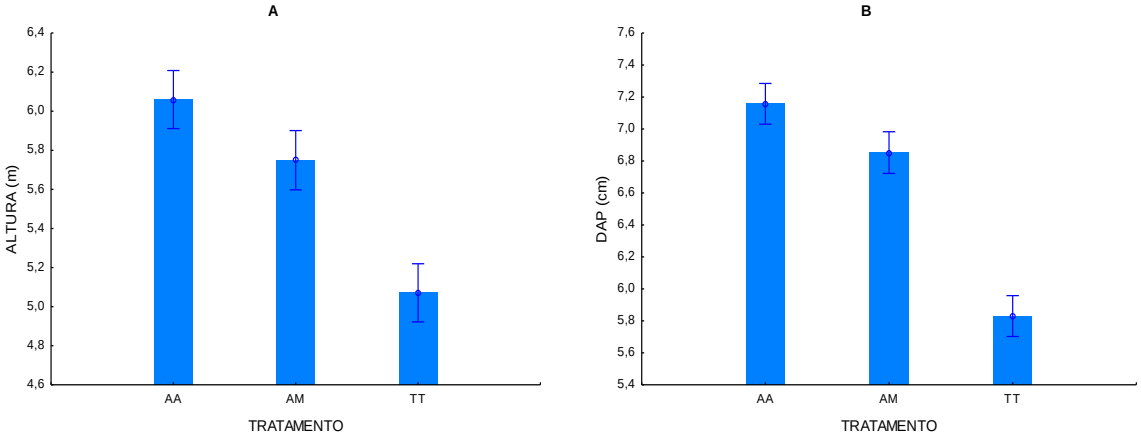


Figura 1 – Média da altura (A) e diâmetro (B) do tachi-branco seis anos após plantio em Latossolo no cerrado amapaense, Mazagão, AP, em função de diferentes tipos de adubação: AA (alternativa), AM (mineral) e TT (testemunha sem adubação).

O maior desenvolvimento médio das plantas que receberam AA (Figura 1), foi confirmado durante todo o período de desenvolvimento (Figura 2).

As plantas que não receberam fertilizantes não se desenvolverem bem, já que os solos do cerrado amapaense são ácidos e de baixa fertilidade natural (Melém Júnior et al., 2008). Um dos nutrientes mais limitantes para a produção florestal, que apresenta baixa disponibilidade no cerrado é o P (Schumacher et al. 2003).

Embora a adubação mineral seja fonte de nutrientes prontamente solúveis, inclusive P, a adubação alternativa foi mais eficiente. Provavelmente, pela melhoria da qualidade do solo, principalmente, em seus aspectos físicos. A moinha do carvão melhora o desempenho vegetal, devido sua estrutura porosa, que facilita a retenção de água, a solubilização e assimilação de nutrientes (Zanetti et al., 2003). Também pode ter sido facilitado o desenvolvimento do sistema radicular, principalmente de raízes finas, aumentando a área da rizosfera e a própria eficiência de nutrição das plantas.

Além disso, o efeito do carvão vegetal é gradual, assim como da cama de aviário, ao contrário do fertilizante mineral prontamente solúvel. O material orgânico da cama de aviário, melhora a qualidade física e biológica do solo, contribuindo para desenvolvimento de uma comunidade microbiana que pode se abrigar na estrutura porosa da moinha, causando sua ativação, e também para ampliação da própria CTC do solo.

[1]Acadêmico de Engenharia Florestal, Universidade do Estado do Amapá, henrique26rd@gmail.com
[2]Mestranda em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, bruna-roccha@hotmail.com
[3]Pesquisador da Embrapa Amapá, Rod. Juscelino Kubitschek, km 5, 2600 – 68.903-419 Macapá, AP

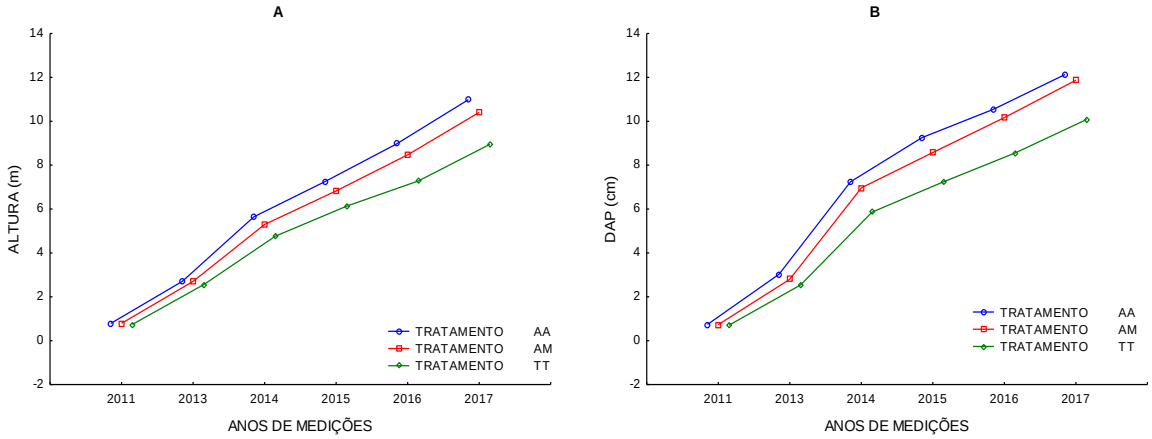


Figura 2 – Altura (A) e diâmetro (B) de tachi-branco ao longo de 6 anos de desenvolvimento em Latossolo no cerrado amapaense, Mazagão, AP, em função de diferentes tipos de adubação: AA (alternativa), AM (mineral) e TT (testemunha sem adubação).

A adubação alternativa representa maior ganho econômico, já que é baseada no uso de resíduos, gratuitos ou mais barato que adubos minerais, e maior ganho ambiental, uma vez que esses resíduos poderiam poluir o ambiente e, inclusive, contaminar corpos aquáticos.

CONCLUSÃO

A adubação alternativa, composta por cama de aviário e moinha de carvão vegetal, pode suprir as necessidades nutritivas do tachi-branco, sem a necessidade de outras fontes de adubação mineral.

REFERÊNCIAS

Avila VS de, Mazzuco H, Figueiredo EAP de. Cama de aviário: materiais, reutilização, uso como alimento e fertilizante. Concórdia, SC: EMBRAPA-CNPSA, (Circular Técnica, 16). 38 p. 1992.

Julio JR. Moinha de carvão como substrato alternativo na produção de mudas de Azaleia. 2013. 68 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Agronomia/Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras-MG.

Melém Júnior NJ, Farias Neto JT de, Yokomizo GKI. Caracterização dos cerrados do Amapá Macapá: Embrapa Amapá, 2003. 5 p. Comunicado técnico, 105.

Rodrigues TE, Oliveira Júnior RC, Valente M.A, Barreto, W de O. Caracterização e classificação dos solos do Campo Experimental do Cerrado da Embrapa Amapá, Estado do Amapá. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 37p.

Siqueira OJF de, Scherer EE, Tassinari G, Anghinoni I, Patella JF, Tedesco MJ, Milan PA, Ernana PR. Recomendações de adubação e calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. Embrapa Trigo. Passo Fundo, 1987.

Schumacher MV, Ceconi DE, Santana CA. Influência de diferentes doses de fósforo no crescimento de plantas de *Peltrophorum dubium* (Sprengel) Taubert. Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo, n. 47. 99-114 p. 2003.

Valente MA, Campos AGS, Watrin OS dos. Mapeamento dos solos do bioma cerrado do Estado do Amapá. In: XVII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto, 17., 2015 abril 25-29; João Pessoa. São José dos Campos: INPE, 2015.

Zanetti, M. et al. Uso de subprodutos de carvão vegetal na formação do porta-enxerto limoeiro ‘cravo’ em ambiente protegido. Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 508-512, dez. 2003.

SOLUBILIZAÇÃO DE P DE GOETHITA SINTETIZADA E HIDROXIAPATITA POR *Bacillus sp*.

Dione Aguiar[1]; Marlon Henrique Hahn[2]; Glaciela Kaschuk[3]; Vander de Freitas Melo[3]

RESUMO: Uma alternativa sustentável para reduzir a dependência da agricultura em fertilizantes minerais e atender à crescente demanda por alimentos é a bioprospecção de micro-organismos solubilizadores. Este trabalho objetivou investigar a eficiência de *Bacillus sp*. na solubilização de P a partir de fontes minerais insolúveis. Para isto a goethita foi sintetizada através de $FeCl_3.6H_2O$ 1 M e KOH 3,5 M. O ferro amorfo foi extraído através de oxalato de amônio 0,2 M e a goethita foi então saturada com KH_2PO_4. Foram utilizados *Bacillus subtillis* (Isolado 4) e *Bacillus sp*. (Isolado 9) para o experimento. Estes foram inoculados em meio sólido contendo goethita ou hidroxiapatita ou KH_2PO_4 como fonte de fósforo, e após 5 dias foram avaliados quanto à formação de halo. Posteriormente, foram preparados meios de cultura líquido onde as cepas foram inoculadas nos tratamentos com três doses de hidroxiapatita (11, 77 e 132 mg), 2,77 g de KH_2PO_4 e grupo controle (sem fonte de fósforo). Após 14 dias, os extratos foram analisados quanto à concentração de P-lábil. Os resultados mostraram que a formação de halo foi baixa (Índice de Solubilização <2) e que não houve formação de halo para o meio com goethita. Houve uma correlação negativa entre concentração de P e pH para todos os tratamentos. Os níveis de P-lábil aumentaram ao longo do tempo nos tratamentos dos Isolado 4 e Isolado 9, mostrando que estas bactérias são capazes de solubilizar fontes insolúveis de P.

PALAVRAS-CHAVE: **Dessorção, fósforo, micro-organismos**

INTRODUÇÃO

Dentre os óxidos de Fe, a goethita (gt) é o mais abundante na fração argila dos solos brasileiros. Sua estabilidade termodinâmica, em condições aeróbias, e a presença de grupos hidroxílicos a tornam um sorbente efetivo para um grande número de íons, como por exemplo o Fósforo (P) (Gérard, 2016). Em relação a este nutriente, em virtude de sua característica eletronegativa e da formação de ligações mono ou bidentadas entre Ferro (Fe) e Fósforo, quando quimissorvido, o P dificilmente retornará para a solução do solo, uma vez que a energia necessária para desfazer esta ligação deve ser alta o suficiente para superar as forças de atração entre as moléculas (Jones et al., 2015). Essa interação com os óxidos e hidróxidos no solo reduz sua disponibilidade e com isso surge a necessidade da aplicação de quantidades crescentes de adubo fosfatado para sustentar a produção agrícola.

[1]Doutoranda, Solos-UFPR, Curitiba, dioneaguiarr@gmail.com
[2] Doutorando, Produção Vegetal-UFPR, Curitiba.
[3] Docente, UFPR, Curitiba.

Considerando-se que se trata de um recurso não renovável e que as reservas de alta qualidade estão se tornando escassas, encarecendo o seu custo, e que há uma crescente demanda para a produção de alimentos, torna-se imprescindível a compreensão dos mecanismos de dessorção do P aos óxidos de Fe, não apenas para aumentar o tempo de vida das jazidas, mas também como uma alternativa sustentável para o gerenciamento da deficiência deste nutriente nos solos agrícola (Alori et al, 2017). É conhecida a capacidade dos micro-organismos em disponibilizar o P para as plantas, contudo os principais mecanismos bioquímicos e fisiológicos utilizados para promover a dessorção do P quimissorvido ainda não foram elucidados (Singh et al., 2018). Este trabalho objetivou investigar a eficiência de *Bacillus* sp. na solubilização de P a partir de fontes minerais insolúveis.

MATERIAL E MÉTODOS

A goethita foi sintetizada conforme metodologia proposta por Schwertmann e Murad, (1983). A verificação da pureza do material sintetizado foi realizada por Difração por Raio X (DRX), utilizando-se difratômetro com goniômetro vertical Philips modelo PW 3020 com monocromador de grafite e feixes de CuKα a 50 kV e 20 mA, na velocidade de 1º 2Θ min^{-1}. A amplitude de varredura utilizada foi de 10 a 60º 2Θ. A Área Superficial Específica (ASE) foi realizada por meio do equipamento Gemini III 2375 (Micromeretics). O ferro referente aos óxidos de ferro de baixa cristalinidade (FeO) foi extraído com oxalato de amônio 0,2 mol L^{-1} e o excesso do sal foi removido com a utilização de uma membrana de diálise. As amostras foram saturadas com uma solução de 40.000 ppm de KH_2PO_4 e agitadas constantemente por 140h a 28 ± 1°C. O P-lábil foi removido até que sua concentração ficasse abaixo do requerido pelos micro-organismos (<11 mg) através da Resina de Troca Aniônica (AR 103 QDP 434 Ionics) e Mehlich-1.

Para caracterização da goethita saturada com P foram realizadas análises de DRX sob as mesmas condições citadas anteriormente, Microscopia Eletrônica de Varredura acoplada à Espectroscopia por Dispersão de Energia (MEV-EDS), modelo Tescan Vega 3. A Espectroscopia de Infravermelho (IFV) foi realizada no espectrômetro VERTEX 70 e o espectro foi obtido por refletância difusa de 4000 a 400 cm^{-1} (região do infravermelho médio), com resolução de 4 cm^{-1}, os dados espectrais foram registrados em modo de reflectância (R).

Os teores de P –total foram realizados por digestão com temperatura e pressão controlados segundo o método 3051A (EPA, 2017). O P-lábil foi analisado pela metodologia de extração com a solução Mehlich-1. As concentração foram lidas por Espectrometria de

Emissão Atômica por Plasma Indutivamente Acoplado (ICP- OES).

No primeiro experimento microbiológico a solubilização de P pelas linhagens *Bacillus subtilis* isolado 4 e *Bacillus sp*. isolado 9, foi avaliada medindo o halo formado durante o crescimento em meio sólido em pH 7,0, contendo por litro: glicose (10 g); ágar (15 g), $(NH_4)_2SO_4$ (0,5 g), NaCl (0,2 g), MgSO4.7H2O (0,1 g), KCI (0,2 g), extrato de levedura (1 g), $MnSO_4$. H_2O (0,002 g), $FeSO_4.7H_2O$ (0.002 g), como fonte de fósforo: $Ca_3(PO_4)_2$ (5 g, equivalente a 2,77 g de KH_2PO_4) ou hidroxiapatita (11 g, equivalente a 2,77 g de KH_2PO_4) ou goethita saturada com P (11,88 g, equivalente a 2,77 g de KH_2PO_4). No segundo experimento, as mesmas bactérias foram crescidas em um tubo contendo 30 mL de meio líquido contendo por litro: glicose (10 g), $(NH_4)_2SO_4$ (0,5 g), NaCl (0,2 g), MgSO4.7H2O (0,1 g), KCI (0,2 g), extrato de levedura (1 g), $MnSO_4$. H_2O (0,002 g), $FeSO_4.7H_2O$ (0.002 g), sob os seguintes tratamentos: Controle (sem P); com 2,77g/L KH_2PO_4 (T1), com 11 mg/L de hidroxiapatita (T2); com 77 mg/L de hidroxiapatita (T3) e com 132 mg/L de hidroxiapatita (T4). Após o crescimento bacteriano por 14 dias, sob agitação 240 rpm a 30ºC os extratos microbianos foram digeridos e o P dessorvido da hidroxiapatita foi analisado pelo método 3015 A (EPA, 2017) e Mehlich-1. As concentrações foram lidas por ICP- OES.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para análise do difratograma foi utilizado o padrão do ICCD (International Centre for Diffraction Data) para Goethita nº 29-0713, onde *a*=4.608Å, *b*=9.956Å, *c*=3.02 Å. Os principais picos encontrados nas posições 2θ foram 17.7245º, 21.2614º, 26.2755º, 33.1877º, 34.6516, 36.0454º, 36.5922, 39.9225º, 41.1423º, 53.1460º, 58.9701º, e estão de acordo com o documento ICCD para Goethita. A área superficial especifica (ASE) da gt sintetizada sem extração do Fe amorfo foi de 36,87 m^2/g, e com a extração do Fe com oxalato a ASE foi para 38,16m^2/g. Com o processo de adsorção com KH_2PO_4 e remoção das formas lábeis de P foi possível verificar que a ASE apresentou uma diminuição para 33,1 m^2/g.

As micrografias eletrônicas de varredura evidenciaram que o método empregado neste trabalho foi capaz de formar cristais com morfologia característica ao de goethitas com elevado grau de cristalinidade (formato alongado em direção ao eixo *a* e acicular) e uniformes. Após o processo de saturação e remoção das formas lábeis de P da estrutura do mineral, a mesma foi submetida à análise de Microscopia Eletrônica de Varredura acoplada à Espectroscopia por Energia Dispersiva (MEV-EDS) a fim de verificar a presença e porcentagem do P por massa do mineral amostrado. A microanálise confirmou a presença

[1]Doutoranda, Solos-UFPR, Curitiba, dioneaguiarr@gmail.com
[2] Doutorando, Produção Vegetal-UFPR, Curitiba.
[3] Docente, UFPR, Curitiba.

de P compondo em média 0,35% da massa total das áreas amostradas.

O espectro de Infravermelho (IFV) foi medido de uma faixa de 4000 cm^{-1} a 400 cm^{-1}. As bandas formadas em 3214, 1297, 922, 823, 689 e 563 cm^{-1} são consideradas características da goethita. A adsorção do P à estrutura do mineral promoveu mudanças em todos as bandas dos grupos característicos da goethita em decorrencia das ligações monodentadas e bidentadas do P a partir de 1000 cm^{-1}. As medições dos halos no meio sólido contendo $Ca_3(PO_4)_2$ e hidroxiapatita indicaram que o índice de solubilização P das bactérias Isolado 4 e Isolado 9 foi baixo (Índice de Solubilização <2), não houve formação de halo em meio sólido com goethita. O P-lábil no meio líquido aumentou com a redução do pH, indicando que este pode ser um provavel mecanismo de dessorção. Os menores valores de pH foram medidos nos tratamentos contendo HPA12 com Isolado 4 e HPA 7 com Isolado 9.

CONCLUSÕES

A metodologia foi adequada para síntese adequada de óxidos para utilização em experimentos de adsorção/dessorção de P.

Os níveis de P-lábil aumentaram ao longo do tempo em todos os tratamentos para os Isolado 4 e Isolado 9, mostrando que estas bactérias são capazes de solubilizar fontes insolúveis de P.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Fundação Araucária e Capes pela bolsa e à Total Biotecnologia pelo fornecimento dos micro-organismos e apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

Alori ET, Glick BR, Babalola OO. Microbial phosphorus solubilization and its potential for use in sustainable agriculture. Front Microbiol. 2017;8:1–8. https://doi.org/ 10.3389/fmicb.2017.00971

EPA. Method *3015A* (SW-846): Microwave Assisted Acid Digestion of Aqueous Samples and Extracts. Washington, DC, 2017 < https://www.epa.gov/homeland-security-research/epa-method-3015a-microwave-assisted-acid-digestion-aqueous-samples-and>

Gérard F. Clay minerals, iron/aluminum oxides, and their contribution to phosphate sorption in soils - A myth revisited. Geoderma. Elsevier B.V.; 2016;262:213–226. https://doi.org/10.1016/ j. geoderma.2015.08.036

Jones C, Nomosatryo S, Crowe SA, Bjerrum CJ, Canfield DE. Iron oxides, divalent cations, silica, and the early earth phosphorus crisis. Geology. 2015;43:135–138. https://doi.org/10.1130/G3604 4.1

Schwertmann U, Carlson L, Murad E. Properties of iron oxides in two finnish lakes in relation to the environment of their formation. Clays Clay Miner. 1987;35:297–304.

Singh J, Sharma D, Kumar G, Sharma NR. Microbial Bioprospecting for Sustainable Development. Springer Berlin Heidelberg; 2018. https://doi.org/ 10.1007/978-981-13-0053-0

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO EM CONSÓRCIOS DE MILHO E GRAMÍNEAS SOB PLANTIO DIRETO

Maria Caroline Garcia Paschoal[1], Osvaldo Guedes Filho[1], Camila Pereira Cagna[1]

RESUMO: O consórcio de milho com gramíneas forrageiras tem apresentado potencial para a melhoria da qualidade estrutural do solo. Assim, objetivou-se avaliar a qualidade estrutural do solo por meio da análise visual em área de consórcios de milho safrinha com gramíneas forrageiras. O experimento foi conduzido em área de produção de grãos, estabelecendo-se cinco tratamentos: milho + *Brachiaria brizantha* cv Marandu, milho + *Brachiaria brizantha* cv Piatã, milho + *Brachiaria brizantha* cv Xaraés, milho + *Brachiaria ruziziensis*, e milho sem consórcio. Durante as análises foram retiradas amostras de cada área com 0,15 m de largura por 0,20 m de profundidade e 0,10 m de espessura. Para a análise visual da qualidade estrutural do solo utilizou-se uma carta de avaliação do solo (VESS), onde foram atribuídos escores visuais para cada tratamento. Os tratamentos milho + *Brachiaria brizantha* cv Marandu e milho sem consórcio obtiveram os piores escores, já o tratamento milho + *Brachiaria brizantha* cv Xaraés foi o tratamento com melhor qualidade estrutural e grande presença de raízes.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade estrutural, manejo do solo, escore visual.

INTRODUÇÃO

O manejo do solo é um dos grandes desafios enfrentados pelos agricultores, pois o uso intensivo do mesmo aliado ao alto tráfego de máquinas tem ocasionado em impactos negativos na estrutura do solo. Com isso manejos com bases conservacionistas tem se mostrado eficientes trazendo melhorias nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (Franchini et al., 2011; Bottega et al., 2011). O consórcio de milho com espécies forrageiras vem sendo utilizado com objetivo de melhorar a qualidade física do solo, devido à alta densidade das raízes e de uma maior cobertura vegetal (Mendonça et al., 2013).

O método da avaliação visual da estrutura do solo (AVES), proposto por Ball et al. (2007) e aperfeiçoado por Guimarães et al. (2011), é um método que tem permitido distinguir com simplicidade e com agilidade, camadas com diferenças estruturais, além de ser um método direto e de baixo custo, que não exige a utilização de equipamentos específicos. Este vem sendo uma ótima alternativa de análise para pesquisadores e agricultores, pois possibilita analisar as

[1]Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Jandaia do Sul – PR, maria_carolineg@hotmail.com, camila.peehcagna@gmail.com; Professor, UFPR, Jandaia do Sul – PR, osvaldoguedes@yahoo.com.br

fatias de solo, verificando atributos do solo como a estabilidade, tamanho e porosidade dos agregados, além do comportamento do sistema radicular, dentre outras características.

Objetivou-se avaliar a qualidade estrutural do solo por meio da análise visual em área de consórcios de milho safrinha com gramíneas forrageiras sob sistema plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área do Sitio Santo Antônio, localizado no município de Borrazópolis, Paraná (PR), nas coordenadas 23°52' S e 51°32' O, a uma altitude média de 447 m. Na região, a precipitação média anual é de 1556 mm e segundo a classificação climática de Köppen o clima do local é do tipo Cfa. O solo da área onde foi realizado o estudo é classificado como Latossolo Vermelho com textura argilosa.

O experimento foi desenvolvido em área de produção de grãos, sendo constituído por cinco tratamentos: milho + *Brachiaria brizantha* cv Marandu (T1), milho + *Brachiaria brizantha* cv Piatã (T2), milho + *Brachiaria brizantha* cv Xaraés (T3), milho + *Brachiaria ruziziensis* (T4), e milho sem consórcio (T5).

Em cada tratamento foram selecionados cinco pontos aleatórios para determinação da análise visual. Em cada ponto foi realizado com o auxílio de uma pá reta a abertura de uma mini trincheira, para a extração de amostras indeformadas (blocos) com dimensões de 0,20 m de largura, 0,25 m de profundidade e 0,10 m de espessura. Com o auxílio de uma carta de avaliação do solo, foi atribuído um escore visual (Qe) a cada amostra de acordo com a estrutura que esta apresentava. Os escores contido na carta variam de 1 a 5, sendo de Qe = 1 a Qe = 3, solos considerados aceitáveis, e Qe = 4 e Qe = 5 solos que requerem mudanças no manejo do solo, pois apresentam compactação em sua estrutura.

O escore visual final de cada amostra foi calculado pela seguinte fórmula:

$$Qe_{final} = \left(\frac{Qe_{sup\ x\ P_{sup}}}{P_{total}}\right) + \left(\frac{Qe_{sub\ x\ P_{sub}}}{P_{total}}\right) \quad (1)$$

Em que:

Qe_{final} - escore visual final; Qe_{sup} - escore visual da camada superficial; Qe_{sub} - escore visual da camada subsuperficial; P_{sup} - profundidade da camada superficial, P_{sub} - profundidade da camada subsuperficial; P_{total} - profundidade total da amostra.

O intervalo de confiança da média foi adotado como critério estatístico para discriminação e comparação dos efeitos dos consórcios na análise visual da estrutura do solo. Considera-se que houveram diferenças significativas entre os consórcios quando não houver sobreposição dos limites superior e inferior (Payton et al., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos 2 e 3 se diferenciaram significativamente dos demais tratamentos, onde obtiveram um escore visual médio de 2,7 e 2,52 respectivamente, sendo esses valores considerados como um solo com qualidade estrutural boa (Figura 1). Já os tratamentos 1, 4 e 5 obtiveram escores maiores, sendo os tratamentos 1 e 5 significativamente diferentes dos demais, sendo a média do escore visual do tratamento 4: 2,95, e dos tratamentos 1 e 5: 3,24. A média do escore visual encontrado nos tratamentos 1 e 5 são resultante do fato que, durante a avaliação estes exibiram um solo com uma estrutura com sinais de compactação e uma qualidade estrutural comprometida.

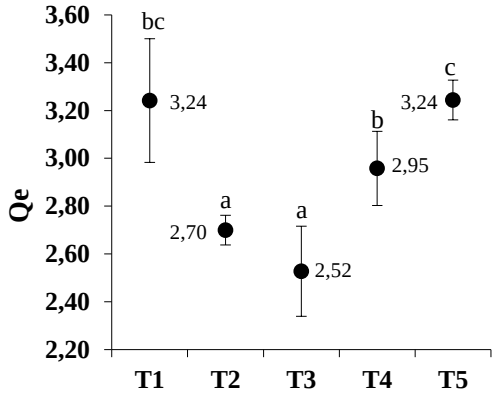


Figura 1- Escore visual do perfil

Nos pontos amostrados nos tratamentos, foi observado duas camadas nas fatias de solo, contendo diferenças estruturais. É possível observar que os escores na camada superficial são baixos em ambos tratamentos (Figuras 2 e 3). Porém na camada subsuperficial os escores obtidos apresentaram valores maiores que na camada superficial, sendo o T3 o tratamento que apresentou a menor média (1,49) do escore visual. Analisando os resultados foi possível observar que os tratamentos 2 e 3 foram os que melhor apresentaram qualidade estrutural do solo, já os tratamentos 1 e 5 mostrou-se como um solo com a qualidade um pouco inferior, apresentando sinais de compactação e pouca presença de raízes e poros em seus agregados.

O valor encontrado para os tratamentos 5 e 1 foi de um escore visual final de 3,24, se aproximando daquele encontrado por Giarola et al. (2010) em uma área de Latossolo em sistema de plantio direto que apresentou escore médio de 3. O tratamento que mais se destacou, foi o tratamento 3 que apresentou um solo com qualidade estrutural boa, com uma grande quantidade de raízes e agregados porosos. Os resultados obtidos também mostram que, a inserção do consórcio de milho com gramíneas no SPD melhora a qualidade estrutural do solo, onde o

[1]Graduanda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná – UFPR, Jandaia do Sul – PR, maria_carolineg@hotmail.com, camila.peehcagna@gmail.com; Professor, UFPR, Jandaia do Sul – PR, osvaldoguedes@yahoo.com.br

consorcio proporcionou um solo mais poroso e com melhor agregação.

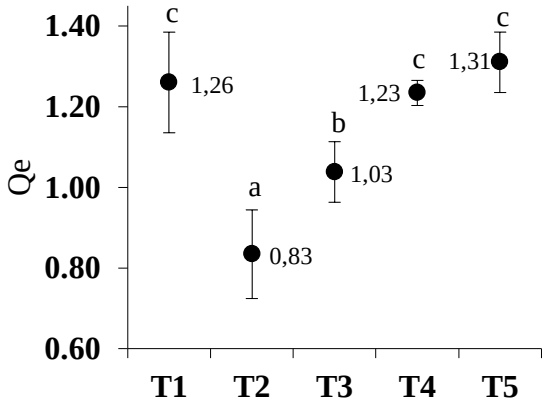


Figura 2 - Escore da camada superficial

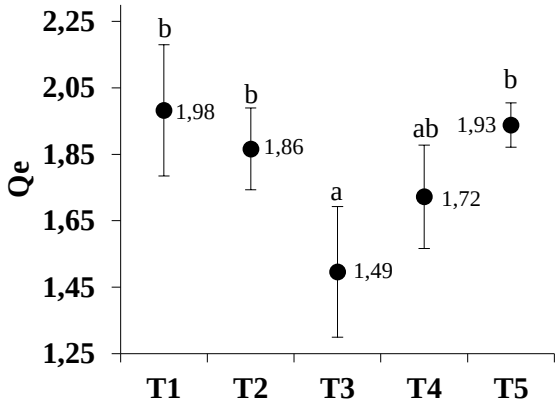


Figura 3 -Escore da camada subsuperficial

CONCLUSÕES

Os consórcios de milho com gramíneas apresentaram melhoria na qualidade estrutural do solo, verificada por meio da análise visual da estrutura do solo.

REFERÊNCIAS

Ball, B. C.; Batey, T.; Munkholm, L. J. Field assessment of soil structural quality-a development of the Peerlkamp test. Soil use ande Management, v.23, n. 4, p. 329-337, 2007.

Bottega EL, Bottega SP, Silva SA, Queiroz DM, Souza CMA, Rafull LZL. Variabilidade espacial da resistência do solo à penetração em um Latossolo Vermelho distroférrico. Revista Brasileira de Ciências Agrárias. v.6, n.2, p. 331-336, 2011.

Franchini, J.C.; Costa, J. M. da; Debiasi, H.; Torres, E.; Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Documentos 327. Embrapa Soja. Londrina, PR. Junho de 2011.

Giarola, N. F. B.; Silva, A. P.; Tormena, C. A.; Ball, B.; Rosa, J. A. Visual soil structure quality assessment on Oxisols under no-tillage system. Scientia Agrícola, v.67, p.479 - 482, 2010.

Guimarães, R. M. L.; Ball, B. C.; Tormena, C. A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. Soil Use Manage, v. 27, p. 395-403, 2011.

Mendonca, V. Z.; et al. Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras e milho em sucessão com soja em região de cerrados. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2013, vol.37, n.1, pp.251-259. ISSN 1806-9657.

Payton, M.E.; Miller, A.E. & Raun, W.R. Testing statistical hypotesis using standard error bars and confidence intervals. Commun. Soil Sci. Plant. Anal., 31:547-551. 2000.

RECUPERAÇÃO QUÍMICA DE SOLO DEGRADADO E CONSEQUÊNCIA NO CUSTO DE PRODUÇÃO DE CULTURAS

Neuro Hilton Wolschick[1], Ildegardis Bertol[2], Bárbara Bagio[3], Filipe Antonio Wrobleski[3], Loriane Bernardi[4].

RESUMO: O uso inadequado do solo diminui a produtividade do milho e se reflete no custo de produção. Objetivou-se com esta pesquisa avaliar o custo de produção de milho por meio da reposição de nutrientes, após modificar manejos de solo com mobilização mecânica transformando-os em semeadura direta, entre 2015 e 2018, em um Cambissolo Húmico. Estudaram-se os tratamentos: SD1) semeadura direta consolidada; SD2) semeadura direta implantada após rotação de preparos; SD3) semeadura direta implantada após preparo reduzido; SD4) semeadura direta implantada após preparo convencional; e SD5) semeadura direta implantada após solo descoberto e sem cultivo. A transição de manejos para a semeadura direta ocorreu após 27 anos de condução dos manejos pré-existentes. Efetuou-se a recuperação química de acordo com a necessidade de cada tratamento, com aplicação de calcário, fósforo e potássio. Ao final da pesquisa avaliou-se o rendimento de grãos de milho e o custo de produção da cultura. O custo de produção avaliado acusou prejuízo financeiro para os tratamentos SD4 e SD5, na média das três safras de milho.

PALAVRAS-CHAVE: consórcio, milho, manejo.

INTRODUÇÃO

A erosão se constitui na principal forma de degradação das terras agricultáveis, em que a camada mais fértil é a primeira a sofrer erosão, cujo material em geral vai para fora do seu local de origem. De acordo com o relatório da Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (FAO) (2015), 33% das terras agrícolas mundiais apresentam algum grau de degradação, principalmente em função da erosão hídrica.

A semeadura direta pode melhorar as condições do solo em comparação com o manejo com preparo convencional. Mas, a falta de preparo do solo na semeadura direta pode resultar em compactação do solo em níveis que que impedem ou dificultam o crescimento das raízes, especialmente em solos argilosos e com baixo teor de matéria orgânica (Secco et al., 2009). Mudanças nas propriedades físicas, químicas e biológicas do

[1]Pós-Doutorando, UDESC-Epagri, Caçador, neurohw@gmail.com.
[2]Professor, UDESC, Lages. [3]Doutorando, UDESC, Lages. [4]Graduanda, UDESC, Lages.

solo, resultantes de sistemas de cultivo e semeadura realizados por longos períodos, podem afetar o rendimento das culturas ao longo do tempo. A maioria dos estudos que avaliando a produtividade das culturas em função do manejo do solo é recente, em geral conduzidos em período de tempo inferior a duas décadas (Secco et al., 2009; Cavalieri et al., 2009). Em alguns casos, os resultados desses estudos divergem entre si quanto ao efeito do manejo do solo sobre a produtividade das culturas, porque esses efeitos dependem de muitas variáveis.

Com esta pesquisa objetivou-se avaliar o custo de recuperação do solo por meio do efeito correção e adubação mineral na produtividade do milho, em tratamentos em que o solo, previamente degradado por diversos manejos, passou a ser manejado na forma de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento está instalado desde 1988, em condição de chuva natural, no Campus do Centro de Ciências Agroveterinárias de Lages (SC), Universidade do Estado de Santa Catarina (CAV/UDESC), localizado entre 27° 49’ S e 50° 20’ W, a 923 m de altitude, na região do Planalto Sul Catarinense. A área experimental apresenta declividade média de 0,102 m m^{-1} e o solo é um Cambissolo Húmico alumínico léptico (EMBRAPA, 2013).

Os tratamentos de preparo do solo consistiam em distintos manejos do solo até abril de 2015 e, a partir daí, efetuou-se a transição para a semeadura direta. Para esta pesquisa os cinco tratamentos foram diferenciados, um dos outros, pelo manejo anterior ao processo de transição, sendo eles: (SD1) semeadura direta consolidada, com manejo anterior também sob semeadura direta, constituindo-se agora na testemunha; (SD2) semeadura direta implantada após rotação de preparos; (SD3) semeadura direta implantada após cultivo mínimo; (SD4) semeadura direta implantada após preparo convencional; e (SD5) semeadura direta implantada após solo sem cultivo e descoberto.

Antes da implantação dos tratamentos, em 2015, efetuou-se a correção de acidez do solo com aplicação de calcário dolomítico (PRNT 80%) para elevar o pH a 6 (CQFS RS/SC, 2004) e adubação para corrigir os teores de P com uso de superfosfato triplo (41% P_2O_5) e de K com cloreto de potássio (58% K_2O), sendo a quantidade de fertilizantes aplicados de acordo com a analise de solo e as recomendações de CQFS RS/SC (2004). O calcário e os fertilizantes foram incorporados ao solo mediante a realização do preparo padrão de cada tratamento anterior a transição do manejo para semeadura direta. Avaliou-

se a produtividade da cultura do milho nos três anos de condução dessa pesquisa.

Para o cálculo dos custos de produção da cultura montou-se uma planilha para registrar os valores gastos, calculando o custo de recuperação de cada tratamento, para, posteriormente, chegar-se ao valor monetário desse custo. Com isso, calculou-se o retorno financeiro do investimento realizado na recuperação do solo nessa área, e a produtividade do milho.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O custo de implantação da cultura do milho para as três safras foi de R$ 4016; 4100 e 3752, para as safras 2015/16, 2016/17 e 2017/18, respectivamente (Wolschick, 2018). A pequena diferença de custo entre as safras explica-se pelos preços dos insumos praticados em cada safra, baseados em tabelas das cotações de commodities agrícolas e da CONAB. A margem bruta variou numericamente entre os tratamentos e entre as safras na pesquisa. Isto dependeu da produtividade do milho em cada tratamento, e do preço praticado na comercialização do milho, tendo dependido do rendimento em cada tratamento. Na safra de 2015/16 este valor ficou em R$ 7176, na média dos tratamentos, destacando-se o tratamento SD1 com R$ 8421, e o tratamento SD5 com R$ 5500, considerando-se o preço da saca de milho 60 kg ao valor de R$ 43,37. Essa mesma tendência foi observada nas demais safras (Wolschick, 2018).

Quando se observa os valores da receita líquida, percebe-se valores mais elevados nos sistemas historicamente conservacionistas (SD1, SD2 e SD3), em relação aqueles representados pelos tratamentos historicamente convencionais (SD4 e SD5). Nos valores monetários observam-se valores negativos nas safras 2016/17. No tratamento SD5 (R$ -638) e, na safra 2017/18, nos tratamentos SD4 e SD5 com R$ -518 e R$ -98, respectivamente. Em relação ao custo de recuperação dos do solo, tratamentos apresentados na Tabela 1, nota-se que quanto mais degradado o solo, maior foi esse custo monetário, reflexo do uso de corretivos e fertilizantes. Ao amortizar o custo de recuperação do solo de cada tratamento, da margem líquida das três safras, houve uma perda monetária de R$ 926 para o tratamento SD5, no período desta pesquisa. Na média das três safras, esta perda ficou em R$ 309. Isto reflete o efeito do manejo anterior do solo no referido tratamento, o qual era mantido descoberto e sem cultivo, durante 27 anos, o que provocou intensa degradação do solo.

Estes resultados demonstram que após três safras, o tratamento SD5 mostrou-se

[1]Pós-Doutorando, UDESC-Epagri, Caçador, neurohw@gmail.com.
[2]Professor, UDESC, Lages. [3]Doutorando, UDESC, Lages. [4]Graduanda, UDESC, Lages.

economicamente inviável, representando um prejuízo, na média das três safras (Tabela 1). A mesma tendência ocorreu no tratamento SD4, na safra 2017/18.

Tabela 1 - Planilha de custo de recuperação química do solo e margem líquida da cultura do milho nos tratamentos, na média das safras de 2015/16, 2016/17 e 2017/18, no Cambissolo Húmico em Lages SC.

Trat.	2015	Margem líquida		
	Custo recuperação	Custo três safras	Custo total	Custo/ano
	(R$)			
SD1	885	6088	5203	1734
SD2	434	6531	6097	2032
SD3	607	6631	6024	2008
SD4	1094	1941	847	282
SD5	1674	748	-926	-309
Média	939	4388	3449	1150

Nota: Cambio dólar fonte Banco Central US$ 1,00 = R$ 3,85, em 29/06/2018. Tratamentos descritos em M&M.

CONCLUSÕES

A conversão do preparo convencional em semeadura direta acarreta diminuição do retorno financeiro no cultivo do milho, resultado de sua produtividade, o qual é influenciado pelo longo período de manejo degradante ao qual vinha sendo submetido.

A mudança de manejo do solo não influenciou a produtividade da cultura de milho, resultando em prejuízo econômico na média de três ciclos de cultivo nos tratamentos com histórico convencional.

REFERÊNCIAS

CONAB. Companhia nacional de abastecimento. **Insumos agropecuários**. Disponível em: http://consultaweb.conab.gov.br/consultas/consultaInsumo.do?method=acaoListarConsulta

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO. Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina / Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 10. ed.: Porto Alegre, 2004.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília, DF. Embrapa, 353p. 2013.

FAO -Food and Agriculture Organization.Escassez e degradação dos solos e da água ameaçam segurança alimentar. Roma, 2015. Disponível em: https://www.fao.org.br/edsaasa.asp

Secco D. et al. Atributos físicos e rendimento de grãos de trigo, soja e milho em dois Latossolos compactados e escarificados (Crop yield and physical attributes in two oxisols compacted and chiseled). Ciência Rural, Santa Maria, v. 39, p. 58–64, 2009.

Wolschick NH. Reflexos na erosão hídrica e nos atributos físicos e químicos de um Cambissolo Húmico após a conversão de sistemas de manejo para a semeadura direta (Tese). Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2018.

FÓSFORO NO SOLO EM RESPOSTA À FERTILIZAÇÃO ORGANOMINERAL

Rodrigo Sakurada L.[1], Carolina F. Coneglian[1], Bruno M. A. R. Cassim[1], Vitor R. Cordioli[1], Marcelo A. Batista[1]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o fósforo no solo quando adubado com fertilizantes organominerais fosfatados. O experimento foi implantado num Latossolo Vermelho eutroférrico muito argiloso, com delineamento de blocos completos com tratamentos casualizados, em esquema fatorial, 4 x 2 + 1 (F x D + TEST). O fator Fertilizante (F) é composto por um fertilizante mineral formulado com mistura de grânulos (IM), um fertilizante organomineral granulado turfoso (OG), um fertilizante organomineral em mistura de grânulos (OM) e um fertilizante organomineral peletizado (OP), sendo os dois últimos fabricados com cama de aviário. O fator Dose (D) é composto por dose 100% e dose 66%. As amostragens de solo foram realizadas nas camadas de 0 – 10 cm (A) e 10 – 20 cm (B) para determinação de P-Mehlich1 (Ps). Diferenças só foram observadas na última amostragem. A adubação fosfatada resultou em maior Ps nas camadas A e B em comparação a TEST. Os fertilizantes organominerais e mineral não diferiram com relação ao Ps nas camadas A e B. O OG foi o melhor organomineral na camada B. O fertilizante mineral foi melhor na dose 100%, já os organominerais não diferiram em suas doses.
Palavras chave: cama de aviário, turfa, adubação.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é o elemento que mais limita a produção das culturas em solos tropicais. Assim, sua aplicação é fundamental para o aumento de produtividades adequadas das culturas.

Fontes orgânicas de P são alternativas à mineral, com a vantagem de promover sua ciclagem nos sistemas de produção agropecuários. Dessa forma, os fertilizantes organominerais são potenciais produtos a serem utilizados como oferta de P. Sakurada L. et al. (2016) avaliaram o efeito de fertilizantes organominerais e minerais fosfatados no desenvolvimento inicial do milho e observaram que a granulação do fertilizante organomineral resulta em liberação mais lenta do P no solo, enquanto que o organomineral mistura de grânulos comporta-se similarmente ao fertilizante mineral mistura de grânulos. Entretanto, Frazão et al. (2019) não observaram diferença entre o uso de um fertilizante mineral e organomineral fosfatados no P lábil de um Oxisol.

[1]Universidade Estadual de Maringá, rsakurada@hotmail.com

A hipótese do presente trabalho é que o fósforo no solo fertilizado com fertilizante fosfatado organomineral não difere do mineral quando aplicados sob condições de P elevado no solo. O objetivo do trabalho é avaliar o no solo quando adubadas com fertilizantes organominerais fosfatados.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado na Unidade de Difusão de Tecnologia - COCAMAR, Floresta-PR, em um Latossolo Vermelho eutroférrico muito argiloso com as seguintes características químicas e granulométricas na camada 0 - 20 cm são: pH_{CaCl2}=5,1; Al^{3+}, H+Al, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+}=0,00, 4,21, 4,32, 1,01, 0,18 $cmol_c$ dm^{-3}; Carbono orgânico=11,53 g dm^{-3}; $P_{mehlich1}$ e P-rem=12,14 e 18,88 mg dm^{-3}; Areia, Silte e Argila=19,5, 15,0 e 65,5 %, respectivamente. Os tratamentos, formulações e doses estão apresentados nas Tab. 1 e 2.

Tabela 1. Descrição dos tratamentos testados no presente trabalho.

Tratamentos	Fertilizante	Base Orgânica	Tipo	Dose (%)
TEST	Testemunha	-	-	-
IM100	Mineral	-	Mistura de Grânulos	100
IM66	Mineral	-	Mistura de Grânulos	66
OG100	Organomineral	Turfa	Granulado	100
OG66	Organomineral	Turfa	Granulado	66
OM100	Organomineral	Cama de aviário	Mistura de Grânulos	100
OM66	Organomineral	Cama de aviário	Mistura de Grânulos	66
OP100	Organomineral	Cama de aviário	Peletizado	100
OP66	Organomineral	Cama de aviário	Peletizado	66

Tabela 2. Formulações e doses de P e quantidade dos fertilizantes aplicados em cada safra.

Ano	Cultura	Dose de P (kg ha^{-1})		Formulações e Doses de P aplicadas			
		Alta	Baixa	OG	OM	OP	IM
2014-15	Soja	26,2	17,5	02-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	02-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	03-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	02-20-18 300 e 200 kg ha^{-1}
2015	Milho	21,0	14,0	05-09-09 533 e 352 kg ha^{-1}	07-07-07 685 e 452 kg ha^{-1}	05-10-10 480 e 317 kg ha^{-1}	10-15-15 320 e 211 kg ha^{-1}
2015-16	Soja	26,2	17,5	02-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	02-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	03-12-12 500-333 kg ha^{-1}	02-20-18 300 e 200 kg ha^{-1}
2016	Milho	21,0	14,0	05-17-10 282 e 186 kg ha^{-1}	07-07-07 685 e 452 kg ha^{-1}	05-10-10 480 e 317 kg ha^{-1}	10-15-15 320 e 211 kg ha^{-1}
2016-17	Soja	26,2	17,5	05-12-06 500 e 333 kg ha^{-1}	02-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	03-12-12 500 e 333 kg ha^{-1}	02-20-18 300 e 200 kg ha^{-1}
2017	Trigo	21,0	14,0	5-17-10 282 e 186 kg ha^{-1}	07-07-07 685 e 452 kg ha^{-1}	05-10-10 480 e 317 kg ha^{-1}	10-15-15 320 e 211 kg ha^{-1}

Na semeadura das culturas, os fertilizantes foram aplicados com hastes sulcadoras a

10 cm profundidade. A adubação de N e K em cobertura foi realizada de modo a suprir as demandas das culturas em todos os tratamentos, mesmo os com dose reduzida (66%).

As amostragens de solo foram realizadas após as culturas de inverno (15/09/2015, 21/09/2016 e 20/09/2017) nas camadas de 0-10 e 10-20 cm. Foi coletada uma amostra composta por parcela. A determinação de P disponível (Mehlich 1) no solo foi realizada conforme Embrapa (2009). Os dados foram submetidos à ANOVA (p<0,10) e a análise dos contrates ortogonais (Tab. 3) foi feita conforme Banzatto e Kronka (2006).

Tabela 3. Contrastes ortogonais dos tratamentos.

Contraste (C)	Descrição		
	Grupo 1 (G1)	*vs*	Grupo 2 (G2)
C1	IM + OG + OM + OP	*vs*	TEST
C2	IM	*vs*	OG + OM + OP
C3	OG	*vs*	OM + OP
C4	OM	*vs*	OP
C5	IM100	*vs*	IM66
C6	OG100	*vs*	OG66
C7	OM100	*vs*	OM66
C8	OP100	*vs*	OP66

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças significativas (p<0,10) foram observadas comente para PsA17 e PsB17 (Tab. 4). A tendência é que o uso doses que não reponham o P exportado pelas culturas promovam níveis baixos de Ps ao longo do tempo, como observado no presente trabalho.

A maior quantidade de contrastes significativos na camada de 10-20 cm, principalmente dos fertilizantes organominerais, possivelmente ocorreu devido à profundidade (10 cm) de deposição proporcionada pela haste da semeadora.

Os resultados (Tab. 4) mostraram que a aplicação de fertilizantes fosfatados resulta em maior Ps do que a não aplicação de fertilizante em 0-10 e 10-20 cm (C1). Embora os teores da TEST estejam em níveis considerados adequados para o desenvolvimento da cultura da soja, a maior disponibilidade de Ps pode favorecer o desenvolvimento das culturas.

No uso do fertilizante mineral a dose recomendada (IM100) resulta em maior teor de Ps no solo em comparação com a dose reduzida (IM66) em ambas as camadas (C5). A não significância do contraste 2 mostrou que o benefício da adubação independo do uso de fertilizante mineral ou organomineral. Entratanto, os contrastes C3 e C4 revelaram que os fertilizantes organominerais apresentaram diferentes capacidade de elevar o Ps na seguinte ordem: OG>OP>OM.

[1]Universidade Estadual de Maringá, rsakurada@hotmail.com

Tabela 4. Análise de contrastes ortogonais para os teores de P no solo a 0-10 cm (PsA) e 10-20 cm (PsB) após as safras 2014/15 (15), 2015/16 (16) e 2016/17 (17).

C	PsA15ns		PsA16ns		PsA17*		PsB15ns		PsB16ns		PsB17*	
	0-10cm								10-20cm			
	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2	G1	G2
	mg dm^{-3}											
1	14,47	14,09	14,93	14,93	17,63	9,43	6,35	6,09	14,06	11,48	14,02	7,10
2	15,45	14,15	15,89	14,61	17,91	17,54	6,19	6,40	13,92	14,11	16,33	13,25
3	12,94	14,75	15,96	13,93	17,81	17,40	6,70	6,26	16,20	13,07	17,07	11,33
4	13,71	15,80	13,45	14,41	15,86	18,93	6,43	6,08	12,96	13,17	8,11	14,56
5	18,01	12,88	17,19	14,58	22,60	13,21	5,87	6,51	15,08	12,75	21,61	11,04
6	11,32	14,56	16,86	15,06	17,39	18,23	8,42	4,97	18,27	14,14	14,40	19,74
7	14,89	12,53	13,24	13,65	17,04	14,69	7,61	5,26	13,98	11,94	9,85	6,38
8	16,51	15,08	15,57	13,26	20,56	17,30	7,23	4,93	15,44	10,91	15,50	13,61

Em vermelho estão os contraste significativos a 10% de probabilidade. *Variáveis que apresentam diferenças significativas a 10% de probabilidade. ^{ns} Variáveis que não apresentam diferença significativa a 10% de probabilidade.

O melhor desempenho do OG diante do OM e do OP pode estar relacionado à maior fração de P proveniente de uma fonte mineral solúvel no OG. Isso resultaria em solubilização mais rápida de P e em maior quantidade pelo OG. Sakurada L. et al. (2016) observaram que o P solúvel em água dos fertilizantes organominerais, que representa o que está prontamente disponível, possui papel importante no P que será disponibilizado para as culturas.

CONCLUSÕES

Diferenças só foram observadas após a safra 2016/17. A adubação fosfatada resultou em maior Ps nas camadas A e B em comparação a TEST. Os fertilizantes organominerais e mineral não diferiram com relação ao Ps nas camadas A e B. O OG foi o melhor organomineral na camada B. O fertilizante mineral foi melhor na dose 100%, já os organominerais não diferiram em suas doses.

AGRADECIMENTOS

Capes, pela bolsa de doutorado concedida ao autor Rodrigo Sakurada Lima para o desenvolvimento do trabalho.

REFERÊNCIAS

SAKURADA L., R.; BATISTA, M. A.; INOUE, T. T.; MUNIZ, A. S.; PAGLIARI, P. H. Organomineral Phosphate Fertilizers: Agronomic Efficiency and Residual Effect on Initial Corn Development. Agron. J. v.108, p.1-10, 2016. doi: 10.2134/agronj2015.0543

FRAZÃO, J. BENITES, V. RIBEIRO, J. PIEROBON, V. LAVRES, J. Agronomic effectiveness of a granular poultry litter-derived organomineral phosphate fertilizer in tropical soils: Soil phosphorus fractionation and plant responses Geoderma v.337, p.582-593, 2019. DOI: 10.1016/J.GEODERMA.2018.10.003

EMBRAPA; SILVA F. C. da. (editor).Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2ed. Brasília, 2009. 627 p.

ESPACIALIZAÇÃO DE ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO BRUNO

Aline Marques Genú[1], Andressa Dranski[2], Cristiano Andre Pott[1], Marcos Rafael Nanni[3]

RESUMO: A variabilidade existente nos solos tem origem genética assim como no seu uso e manejo o que afeta a produtividade das culturas agrícolas. Desta forma, o presente trabalho teve por objetivo analisar a espacialização dos atributos químicos de um Latossolo Bruno em Guarapuava-PR. Para tanto, coletaram-se amostras de solo na profundidade de 0-20 cm em gride de 50x50 m as quais foram analisadas para a quantificação de MO, pH, Ca, Mg, K, H+Al, CTC e V%. Após a obtenção dos dados analíticos as amostras foram correlacionadas com suas coordenadas geográficas e separadas em classes para cada atributo químico avaliado. Posteriormente, foram gerados os mapas dos atributos pelo método do inverso da distância (IDW). A MO apresentou baixa variabilidade e seus teores foram considerados elevados possivelmente devido as condições climáticas locais, V% e pH apresentaram média variabilidade e seus mapas foram coincidentes, indicando a necessidade de calagem na área de estudo. Desta forma, foi possível espacializar os atributos químicos matéria orgânica, V% e pH assim como verificar que matéria orgânica apresentou menor variabilidade na área quando comparado com V% e pH.

PALAVRAS-CHAVE: fertilidade do solo, matéria orgânica, pH, saturação por bases.

INTRODUÇÃO

O solo é um sistema heterogêneo e a sua variabilidade é a soma da ação dos fatores e processos de formação de tal forma que, mesmo em solos considerados homogêneos e que são alocados na mesma classe, é possível identificar variabilidade espacial dos atributos em níveis suficientes para afetar a produtividade das culturas (Amaro Filho et al., 2007). Além desta variabilidade natural, o manejo empregado sobre o solo durante vários anos também afeta a variabilidade dos seus atributos.

Essa variabilidade deve ser considerada nos procedimentos e técnicas de manejo, reduzindo despesas com amostragens e análises desnecessárias, otimizando a aplicação de corretivos e fertilizantes, evitando sub e superestimativas das doses de corretivos e

[1] Professor, Departamento de Agronomia, UNICENTRO, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Vila Carli, CEP 85040-080, Guarapuava-PR, agenu@unicentro.br, cpott@unicentro.br.
[2] Doutoranda em Agronomia, UEPG, Av. General Carlos Cavalcanti, Bairro Uvaranas, CEP 84010-919, Ponta Grossa-PR, dranskiandressa@gmail.com.
3 Professor Titular, Departamento de Agronomia, UEM, Av. Colombo, 5790, Zona 07, CEP 87020-900, Maringá-PR, mrnanni@uem.br.

fertilizantes, o que auxilia na diminuição de contaminações ambientais por uso excessivo destes produtos e contribui para a redução dos custos de produção, além de proporcionar a utilização do máximo potencial produtivo da área (Matias et al., 2015).

Segundo Duarte (2015), o desenvolvimento de estudos com enfoque voltado a variabilidade espacial é fundamental, pois por meio deste conhecimento é possível auxiliar no manejo dos solos, agricultura de precisão, planejamento de propriedades e na modelagem de dados socioambientais.

Nesse contexto, o objetivo do presente trabalho foi analisar a espacialização dos atributos químicos de um Latossolo Bruno em Guarapuava-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no distrito de Entre Rios, Guarapuava (PR), onde o clima é do tipo Cfb, segundo classificação de Köeppen (Nitsche et al., 2019), a precipitação média anual é de 2.022 mm, e a temperatura média anual de 16,5 ºC. A altitude é de 1127 metros, e o solo do local é classificado como Latossolo Bruno, de acordo com Embrapa (2013).

A área de trabalho foi delimitada utilizando-se como base uma imagem de satélite SPOT-6 e, na sequência, foi definida a grade amostral de 50x50 m para a coleta de solo, realizada na profundidade de 0-20 cm com trado holandês. Posteriormente, as amostras foram encaminhadas ao laboratório para determinação de matéria orgânica (MO), pH ($CaCl_2$), cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e acidez potencial (H+Al) de acordo com Pavan et al. (1992). Com base nos resultados foi calculada a capacidade de troca catiônica (CTC) e a saturação por base (V%).

Os dados referentes ao limite da área e dos pontos amostrados, foram inseridos no programa ArcGIS 10.2 e os dados analíticos obtidos relacionados aos pontos georreferenciados no próprio programa. Posteriormente, os atributos do solo analisados foram interpolados pelo método do inverso da distância (IDW) gerando um mapa para cada atributo do solo. Na sequência, cada mapa foi reclassificado a partir de três classes baseando-se nos valores estatísticos dos quartis. A primeira classe refere-se aos valores menores ou iguais ao quartil inferior (25%), a terceira classe refere-se aos valores maiores ou iguais ao quartil superior (75%) e a segunda classe corresponde aos valores entre estes dois quartis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A matéria orgânica (Figura 1A) apresentou baixa variabilidade, com predomínio da classe intermediária. Os elevados teores observados para área de estudo podem ser

explicados pelas características climáticas da região, que apresenta temperaturas amenas, contribuindo para reduzir a velocidade de decomposição e mineralização da matéria orgânica (Ribas, 2010). Zanão Junior et al. (2015) também verificaram baixa variabilidade nos teores de matéria orgânica de um Latossolo Vermelho distrófico típico em Uberlândia-MG, porém os teores médios foram inferiores, como média de 1,67% na camada de 0-10 cm e de 1,51 na camada 10-20 cm.

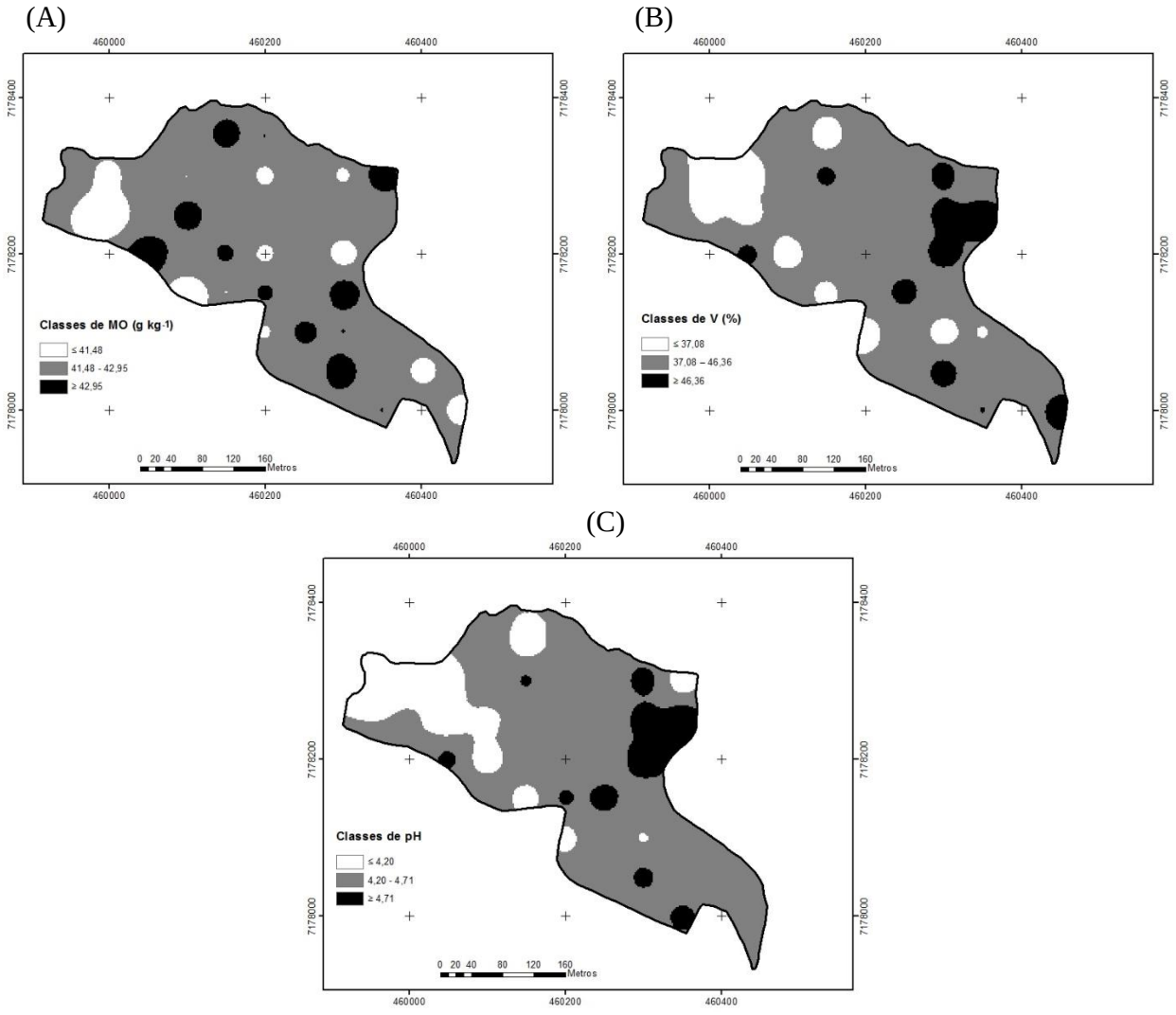


Figura 1. Distribuição espacial das classes quanto a (A) teor de matéria orgânica (MO), (B) saturação por bases (V%) e (C) pH em $CaCl_2$ na profundidade de 0-20 cm.

A saturação por bases (V%) apresentou média variabilidade (Figura 1B), com a classe intermediária (37,08 a 46,36%) ocupando a maior área, indicando a necessidade de

[1] Professor, Departamento de Agronomia, UNICENTRO, Rua Simeão Camargo Varela de Sá, 03, Bairro Vila Carli, CEP 85040-080, Guarapuava-PR, agenu@unicentro.br, cpott@unicentro.br.
[2] Doutoranda em Agronomia, UEPG, Av. General Carlos Cavalcanti, Bairro Uvaranas, CEP 84010-919, Ponta Grossa-PR, dranskiandressa@gmail.com.
3 Professor Titular, Departamento de Agronomia, UEM, Av. Colombo, 5790, Zona 07, CEP 87020-900, Maringá-PR, mrnanni@uem.br.

calagem para as culturas agrícolas a serem implantadas no local, o que também pode ser observado na espacialização do pH do solo (Figura 1C), no qual os menores valores de pH coincidem com os valores de menor V%. Segundo Raij (2008), a relação entre pH e V% é linear e muito estreita para amostras superficiais de solos e a determinação de modelos matemáticos baseados nesta relação pode ser utilizada para verificação de possíveis discrepâncias em laudos de análises químicas, seja para prever o valor de pH que poderá ocorrer no solo após a calagem, quando determinada pelo método da saturação por bases (Ribas, 2010).

CONCLUSÕES

Foi possível espacializar os atributos químicos matéria orgânica, V% e pH assim como verificar que matéria orgânica apresentou menor variabilidade na área quando comparado com V% e pH.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto através do Edital Universal 14/2013.

REFERÊNCIAS

Amaro Filho J, Negreiros RD, Assis Júnior R, Mota JCA. Amostragem e variabilidade espacial de atributos físicos de um Latossolo Vermelho em Mossoró, RN. Rev Bras Cienc Solo. 2010; 31:415-422. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000300001

Duarte, SDJ. Variabilidade espacial do solo em sistema plantio direto estabilizado (dissertação). Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo; 2015.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3 ed. Brasília: Embrapa, 2013.

Matias SSR, Baptistel AC, Nobrega, JCA, Andrade FR, Silva JBLD. Variabilidade espacial dos atributos do solo em duas áreas de manejo convencional no Cerrado piauiense. Rev Cienc Agrar. 2015; 58:217-227. http://dx.doi.org/10.4322/rca.1687

Nitsche PR, Caramori PH, Ricce WS, Pinto LFD. Atlas Climático do Estado do Paraná. Londrina, PR: IAPAR, 2019.

Pavan MA, Blach MF, Zempulsky HC, Miyazawa M, Zocoler DC. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. Londrina: IAPAR, 1992.

Raij BV. Indicadores da fertilidade do subsolo. In: Reunião brasileira de fertilidade do solo e nutrição de plantas – FERTIBIO (CD-ROM); 15-19 de abril de 2008; Londrina, Paraná. Londrina: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Universidade Estadual de Londrina/IAPAR, 2008.

Ribas, C. Caracterização da fertilidade atual dos solos da região de Guarapuava-PR (dissertação). Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste; 2010.

Zanão Júnior LA, Lana RMQ, Carvalho-Zanão MP, Guimarães EC. Variabilidade espacial de atributos químicos em diferentes profundidades em um Latossolo em sistema de plantio direto. Rev Ceres. 2015; 57:429-438. http://dx.doi.org/10.1590/S0034-737X2010000300021.

CICLAGEM DE MACRONUTRIENTES PRIMÁRIOS DE ESTERCO BOVINO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA

Sandoval Carpinelli[1]; Adriel Ferreira da Fonseca[2]; Pedro Henrique Weirich Neto[2]; Laíse da Silveira Pontes[3]

RESUMO: O objetivo do presente estudo foi quantificar a liberação de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), a partir das placas de esterco bovino, em dois sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA), ambos com pastagem (aveia preta + azevém anual) e gado de corte durante o inverno e soja ou milho no verão. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois SIPA (presença e ausência de árvores) e sete épocas de avaliação (0, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias após a entrada dos animais), com seis repetições. Não foram observadas diferenças entre os SIPA para os teores totais médios iniciais (i.e. ponto zero) de 18,8; 8,6 e 15,5 g kg^{-1} de N, P e K, respectivamente. Contudo, foram observadas diferenças ao longo do tempo para os teores de N e K, sendo 9,7 e 6,3 g kg^{-1}, respectivamente, aos 84 dias. Os SIPA não influenciaram a decomposição e liberação dos macronutrientes primários. No entanto, o total liberado desses nutrientes, a partir do esterco, e potencialmente disponível para as culturas, variou conforme o SIPA, decorrente do número de animais durante o período de pastejo e, consequentemente, da quantidade de placas de esterco gerada.

PALAVRAS-CHAVE: fezes de bovinos, liberação de nutrientes, decomposição.

INTRODUÇÃO

O uso de sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) pode ser uma alternativa viável para otimizar o uso da terra de forma sustentável, pois proporciona a redução de insumos externos via maior ciclagem de nutrientes (Assmann et al., 2017). Associar árvores em SIPA agrega na diversificação de atividades, além de aumentar a biodiversidade. Contudo, as árvores proporcionam alterações no microclima, podendo influenciar a dinâmica de decomposição dos resíduos orgânicos, bem como a ciclagem e o balanço de nutrientes. As excreções dos animais favorecem o acúmulo de nutrientes no solo (Braz et al., 2002). Assim, é importante conhecer os processos que afetam a decomposição dos estercos, bem como a dinâmica de liberação de nutrientes em SIPA. O objetivo do presente estudo foi quantificar a liberação de nitrogênio (N),

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Bolsista Capes; e-mail: sandoval_carpinelli@hotmail.com
[2] Professor da Universidade Estadual de Ponta Grossa; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: adriel@uepg.br e lama1@uepg.br
[3] Pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: laisepontes@iapar.br

fósforo (P) e potássio (K), a partir das placas de esterco bovino, em distintos SIPA.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Fazenda Modelo (lat.: 25°07’24,3’’S; lon.: 50°02’58,6’’W; alv. média de 953 m), Ponta Grossa – PR. O solo é classificado como Cambissolo Háplico Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico típico. O clima desta região, pela classificação de Köppen, é do tipo Cfb subtropical úmido mesotérmico, com temperatura média anual de 17,6°C. A área total do experimento compreende 13,1 ha e está dividida em 12 unidades experimentais (u.e.), sendo seis arborizadas. Árvores de *Eucaliptus dunnii*, *Schinus terebinthifolius* Raddi e *Grevillea robusta* foram plantadas em 2006, na mesma linha, em arranjo de 14 x 3 m (238 árvores ha^{-1}). Após desbastes, o arranjo atual é de 28 x 9 m, contendo apenas eucalipto. Desde 2010, as culturas de soja (*Glycine max* L. Merrill) e milho (*Zea mays* L.) são conduzidas alternadamente durante o verão e, durante o inverno, pastagem anual de aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) consorciada com azevém anual (*Lolium multiflorum* L.) tem sido cultivada para cobertura do solo e pastoreio de bovinos de corte (novilhas da raça Purunã) sob sistema de plantio direto. O presente estudo foi realizado apenas em duas unidades experimental (u.e.), uma arborizada de 1,2 ha e outra sem árvores de 1,1 ha, durante o inverno de 2018. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com dois SIPA (presença e ausência de árvores) e sete épocas ao longo do tempo (0, 7, 14, 21, 28, 56 e 84 dias após a entrada dos animais), com seis repetições. A adubação de base na pastagem foi 400 kg ha^{-1} do formulado NPK (04-30-10). A adubação nitrogenada em cobertura, na forma de ureia, foi realizada no início do perfilhamento da pastagem com 90 kg N ha^{-1}. Aos 51 dias após a semeadura (i.e. 05/06/2018), foi iniciado o pastejo. Os animais permaneceram na área até 17 de outubro de 2018, totalizando 104 dias de pastejo. No início do período de pastejo, 36 placas de esterco por u.e. foram marcadas para acompanhar o processo de degradação natural e 6 placas de esterco foram coletadas imediatamente após a defecação pelos animais. Para evitar o aceleramento da decomposição do esterco via ação física, i.e, pisoteio dos animais, caixas de exclusão de pastejo foram usadas. As placas de esterco foram coletadas ao longo do tempo e secas em estufa (60°C), até atingir peso seco constante, e pesadas. Os teores de nutrientes foram determinados por meio de digestão sulfúrica e leitura pelo método semi-micro-Kjeldahl, para N; e por meio de digestão nítrico-perclórica e leitura por espectrofotometria de absorção molecular (EAM) para P; espectrofotometria de emissão de chama (EEC) para K (ABREU et al., 2009). Os intervalos de confiança de quantidade de massa seca (MS) e nutrientes remanescentes foram comparados pelo teste Tukey 95%, para cada u.e.

Os dados de quantidade de macronutrientes remanescentes foram ajustados a um modelo de regressão exponencial não-linear, para cada u.e. (intervalos de confiança comparados pelo teste Tukey, 95%). O modelo exponencial foi:

$$Rem = res + act \times e^{-kt} \quad (1)$$

Onde: *Rem* se refere à porcentagem de macronutrientes remanescente no tempo *t* (dias); *res* é o tamanho da fração resistente; *act* é a fração ativa; e *k* é a constante de decomposição da fração ativa. A partir dos valores de *k*, calculou-se o tempo de meia vida ($t_{1/2} = ln(2)/k$). Análises de variância, usando o modelo GLM (Statgraphics Centurion XV), foram feitas para a quantidade e teores de nutrientes do esterco inicial. O cálculo para determinação do desaparecimento dos constituintes foi obtido pela diferença entre as quantidades iniciais e finais destes nas placas, expressa como porcentagem do conteúdo inicial na placa de esterco.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram observadas diferenças entre os períodos de amostragem para o teor inicial de N (F = 6,31; P < 0,001) e K (F = 37,78; P < 0,001) nas placas de esterco, com maiores teores (18,8 e 15,5 g kg^{-1} de N e K, respectivamente) logo após a entrada dos animais na área e menores aos 84 dias do período de avaliação (9,7 g kg^{-1} de N e 6,3 g kg^{-1} de K). Não foram observadas diferenças entre os SIPA para os teores médios iniciais de nutrientes (18,8; 8,6 e 15,5 g kg^{-1} de N, P e K, respectivamente) e o peso médio de cada defecação, de 170 g (em base de matéria seca). As chuvas foram escassas durante os 104 dias do período de pastejo, e certamente, diminuiu o processo de desintegração física das placas e a atividade microbiológica – principal fator responsável pela decomposição dos estercos (Braz et al., 2002). Os SIPA não afetaram a dinâmica de decomposição e liberação de macronutrientes, i.e. a fração ativa e a constante de decomposição desta fração (Figura 1). O SIPA sem árvores proporcionou maior quantidade de N, P e K por área de pastejo, decorrentes de variações na quantidade de animais presente e no número de placas de esterco bovino sendo depositado sobre o solo. Por exemplo, ao longo do período de pastejo, a massa seca total de esterco depositada na superfície do solo foi de 362,4 e 198,8 kg ha^{-1} no SIPA ausência e presença de árvores, respectivamente. A partir dos resultados, e considerando 84 dias após a entrada dos animais, cerca de 60% do N, 35% do P e 70% do K contido na placa de esterco, na fração ativa, já estava completamente liberado. Isso representa cerca de: 4,1 e 2,2 kg ha^{-1} de N; 1,1 e 0,6 kg ha^{-1} de P; 3,9 e 2,1 kg ha^{-1} de K no SIPA

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Agronomia; Universidade Estadual de Ponta Grossa; Bolsista Capes; e-mail: sandoval_carpinelli@hotmail.com
[2] Professor da Universidade Estadual de Ponta Grossa; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: adriel@uepg.br e lama1@uepg.br
[3] Pesquisadora do Instituto Agronômico do Paraná; Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq; e-mail: laisepontes@iapar.br

ausência e presença de árvores, respectivamente, liberado pela ciclagem no resíduo inicial.

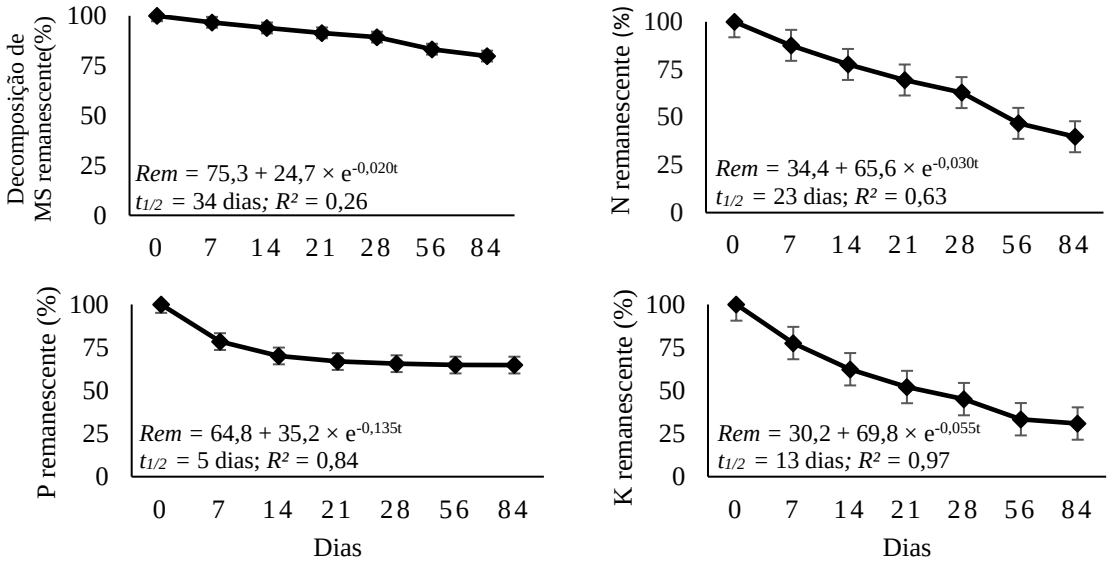


Figura 1: Média dos dois SIPA (presença ou ausência de arvores): massa seca (MS) e nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) remanescente de esterco bovino em avaliações realizadas ao longo do tempo em caixas de exclusão de pastejo na superfície do solo.

CONCLUSÕES

Os diferentes SIPA não afetaram a dinâmica de decomposição e liberação de macronutrientes. Entretanto a quantidade de macronutrientes primários totais liberados a partir das placas de esterco e potencialmente disponível para as culturas, atual e subsequente, variou conforme o SIPA, pois dependeu do número de animais durante o período de pastejo e da quantidade de placas de esterco. As maiores liberações de nutrientes ocorreram no SIPA sem árvores.

REFERÊNCIAS

Abreu MFD, Abreu Junior CH, Da Silva FC, Dos Santos GCG, Andrade JCD, Gomes TF, Coscione AR, Andrade CAD. Análise químicas de fertilizantes orgânicos (urbanos). In: SILVA FCD, editor. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** 2º ed. Brasília: Embrapa Informações Tecnológica; 2009. p. 397-486.

Assmann JM, Martins AP, Anghinoni I, Denardin LGO, Nichel GDH, Costa SEVGDA, Silva RAPE, Carvalho PCF, Franzluebbers AJ. Phosphorus and potassium cycling in a long-term no-till integrated soybean-beef cattle production system under different grazing intensities in subtropics. **Nutr. Cycl. Agroecosys.** 2017; 108:21-33. http://dx.doi.org/10.1007/s10705-016-9818-6.

Braz SP, Nascimento Junior DD, Cantarutti RB, Regazzi AJ, Martins CE, Da Fonseca DM. Disponibilização dos Nutrientes das Fezes de Bovinos em Pastejo para a Forragem. **R. Bras. Zootec.** 2002; 31:1614-1623. http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982002000700003.

METAIS PESADOS NO SOLO EM ÁREAS DE BANANICULTURA NA REGIÃO DO BAIXO RIBEIRA – SP

Marcus Vinicius Cremonesi[1], Danilo Eduardo Rozane[2], Talita Ferreira[1], José Nivaldo de Oleira Sátiro[1], Alessandra Santos[1]

RESUMO: A bananicultura é a principal atividade agrícola do Vale do Ribeira, principal região produtora do estado de São Paulo e parte do Paraná. A região apresenta um diversificado mosaico de relevo, climático e geológico, favorecendo áreas com maiores concentrações de metais pesados em seu material de origem. Historicamente é reconhecida a abundância de metais pesados na região de Andradina - PR, entretanto, poucos estudos foram realizados nas áreas paulistas, na região do Baixo Ribeira, já próximo ao seu desague no litoral. Tendo em vista a importância agrícola da região e a utilização das áreas à beira do rio, como principal local de cultivo por sua alta fertilidade natural, o conhecimento da presença e a quantificação de metais pesados são importantes para o adequado manejo das áreas, de modo a garantir a segurança alimentar e da cadeia produtiva da região. Assim, uma campanha de amostragem foi realizada em áreas produtoras de banana às margens do Rio Ribeira de Iguape, em diferentes municípios. Os valores dos metais foram comparados entre os municípios e também classificados em relação aos limites estabelecidos pela resolução CONAMA nº 420/09. Foram encontrados valores acima do VRQ para mais de um dos elementos avaliados e em mais de uma das áreas.

PALAVRAS-CHAVE: cádmio, chumbo, elementos traços.

HEAVY METALS ON THE BANANA CROPS SOILS IN THE LOW RIBEIRA REGION - SP

ABSTRACT: Banana crops are the major agricultural activity in the Vale do Ribeira, the main producing region of the São Paulo and part of Paraná. The region presents a diverse mosaic of climate, relief and geology, favoring areas with greater concentrations of heavy metals into the rocks. Historically, the region is recognized by the abundance of heavy metals in the region of Andradina - PR, however, few studies have been made out in the

[1]Discente do PPG em Ciência do Solo - UFPR, [2]Docente do PPG em Ciência do solo - UFPR, Depto. de Solos e Engenharia Agrícola, Rua dos Funcionários, 1540 - Juvevê, Curitiba – PR, marcuscremonesi@gmail.com.

areas of São Paulo, in the region of Low Ribeira, near whare the river flows into the sea. Considering the agricultural importance of the region and the use of the areas on the riverbank as the main cultivation site due to the high natural fertility, the knowledge and quantification of heavy metals are important for the proper management of the areas, to ensure food security and the regional productive chain. Thus, a sampling campaign was made out at banana crops areas on the riverbank in different cities. The values of metals were compared between the areas and also classified in relation to the limits established by the resolution CONAMA nº 420/09. Values above the VRQ were found for more than one element and more than one area.

KEYWORDS: cadmium, lead, trace elements.

INTRODUÇÃO

Os metais pesados são constituintes naturais das rochas, variando em concentração de acordo com a característica do material, a exemplo do Cd, associado aos sulfetos e carbonatos de zinco (ZnS e $ZnCO_3$) em esfarelitas e smithzonitas (Alloway, 1995). Apesar de apresentar perigo ao meio ambiente, a disponibilização de metais pesados do solo é, geralmente, lenta, e depende de concentrações na solução que alterem a constante de equilíbrio do mineral (Lindsay, 1979), dentre outros fatores.

Já na adição de metais pesados via adubação, sua solubilização ocorre pelo aumento da concentração de cátions concorrentes às cargas da argila ou por alterações químicas no solo, como a acidificação ou o incremento de ácidos orgânicos (Pires & Mattiazzo, 2007). Entretanto, sua mobilidade no solo é baixa, devido à alta afinidade que estes elementos geralmente apresentam com a CTC, devido à sua polivalência e raio iônico, e também por muitos formarem complexos de esfera interna (Sposito, 1989).

A região do Vale do Ribeira se desenvolveu pela descoberta de minas de garimpo de galena (PbS) no séc. XVII e hoje tem como principal atividade a bananicultura. Sua geologia apresenta a junção de distintos grupos com a presença de metais pesados em sua constituição, tanto micronutrientes quanto elementos tóxicos (Andrade et al., 2009).

Poucos estudos foram realizados em relação à presença de metais pesados nas áreas próximas ao desague do Rio Ribeira, sendo a maioria concentrada na região paranaense onde se encontram as jazidas de minas desativadas. Deste modo, propôs-se a quantificação de cádmio, cromo, chumbo, cobre e zinco em áreas as margens do rio na região do Baixo

Ribeira, no estado de São Paulo.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras na profundidade de 0 a 20 cm foram coletadas em áreas de cultivo de banana margeando o Rio Ribeira de Iguape no estado de São Paulo, na região do "baixo Ribeira", nos municípios de Eldorado, Sete Barras e Registro. O clima da região é tropical chuvoso, com precipitação média anual de 1600 mm (CEPAGRI, 2018) e os solos das áreas classificados como CAMBISSOLOS HÁPLICOS Tb Eutróficos (Rossi, 2017).

Foram coletados 20 pontos por área de cultivo, formando-se amostras compostas a cada quatro pontos, totalizando cinco amostras por área. As amostras foram analisadas quanto aos teores de Cd, Pb, Cr, Cu e Zn por digestão ácida (USEPA, 1996) segundo normativa da resolução CONAMA nº 420/2009.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e comparados entre os municípios pelo teste de Tukey a $p<0,05$ e interpretados segundo os limites normatizados (CETESB 195/2005 e CONAMA 420/2009) considerando os valores de referência de qualidade (VRQ), de prevenção (VP) e de intervenção agrícola (VI-agrícola), de modo a poder inferir-se sobre a qualidade do solo destas áreas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se diferença entre os municípios para Cd, Cu e Zn (Tabela 1). Para Cd, o maior valor foi obtido em Sete Barras, que se diferenciou dos demais. Entretanto, os valores de Cd no solo foram superiores ao VQR para todas as áreas, sendo também superior ao VP para Sete Barras.

Tabela 1. Valores médios, desvio padrão, valor de F, teste de Tukey e valores de referência de qualidade (VRQ), de prevenção (VP) e de intervenção agrícola (VI) dos elementos cádmio (Cd), cromo (Cr), chumbo (Pb), cobre (Cu) e zinco (Zn) em solos sobre cultivo de banana em três municípios do Vale do Ribeira - SP.

METAL		ELDORADO		SETE BARRAS		REGISTRO		F	VRQ	VP	VI
Cd	mg kg-1	1,10 ± 0,06 b		1,42 ± 0,04 a		0,94 ± 0,12 b		11,94	0,5	1,3	3,0
Cr		30,80 ± 2,86 ns		39,82 ± 2,68 ns		31,30 ± 3,44 ns		3,55	40,0	75,0	150,0
Pb		85,90 ± 23,31 ns		68,86 ± 46,87 ns		22,60 ± 3,82 ns		1,46	17,0	72,0	180,0
Cu		34,52 ± 2,41 a		35,96 ± 3,53 a		21,88 ± 4,09 b		6,43	35,0	60,0	200,0
Zn		103,70 ± 6,28 ab		125,90 ± 12,17 a		72,74 ± 18,93 b		4,89	60,0	300,0	450,0

Para Cr e Pb não houve diferença entre os municípios, com Cr apresentando valores inferiores ao VQR enquanto que Pb apresentou valores superiores a 17 mg kg^{-1} e, no caso de Eldorado, os valores foram também superiores ao VP estabelecido.

Os valores de Cu foram superiores em Eldorado e Sete Barras em relação à Registro, sendo maiores que o VRQ apenas em Sete Barras. Altos valores de Cu em regiões agrícolas são comuns devido ao controle fitopatológico, inclusive em áreas de bananicultura, cuja principal patologia, sigatoka negra, é de origem fúngica.

Já para Zn, Sete Barras apresentou valores superiores aos encontrados em Registro, e para todos os municípios, os valores foram superiores ao VRQ. Do mesmo modo que para o Cu, valores superiores ao VRQ de Zn em áreas agrícolas são comuns, devido à aplicação do mesmo como micronutriente para as culturas, sendo essencial na bananicultura.

CONCLUSÕES

Sete Barras apresentou os maiores valores para os metais avaliados, com exceção de Pb. Cr foi o único elemento que não obteve valores superiores ao VRQ em nenhuma das áreas avaliadas. Os valores altos de Cu e Zn obtidos podem ser fruto da ação agrícola sobre os solos.

AGRADECIMENTOS

Fehidro - SP pelo financiamento do projeto. CAPES pela concessão da bolsa

REFERÊNCIAS

Alloway BJ. Heavy metals in solis. Netherlands: Springer; 1995.

Andrade MG, Melo VF, Gabardo J, Souza LCP, Reissmann CB. Metais pesados em solos de área de mineração e metalurgia de chumbo: I - Fitoextração. R. Bras. Ci. Solo. 2009; 33:1879-1888.

Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas a Agricultura - CEPAGRI. Clima dos municípios paulistas; 2018 [cited 2019 jan 18]. Available from: https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima-dos-municipios-paulistas.html.

Companhia de tecnologia de saneamento ambiental - CETESB. Valores orientadores para solos e águas subterrâneas no estado de São Paulo (Decisão de diretoria nº 195-2005-E, de 23 de novembro de 2005). São Paulo, 2005.

Conselho Nacional de Meio Ambiente - CONAMA. Resolução 420, de 30 de Dezembro de 2009.

Lindsay WL. Chemical equilibria in soils. John Wiley and Sons Ltd.; 1979.

Pires AM, Mattiazzo ME. Cinética de solubilização de metais pesados por ácidos orgânicos em solos tratados com lodo de esgoto. Rev Bras Cienc Solo. 2007; 31:143-151.

Rossi M. Mapa pedológico do Estado de São Paulo: revisado e ampliado. São Paulo: Instituto Florestal; 2017.

Sposito G. The chemistry of soils. New York: Oxford University Press; 1989.

United States Enviromental Protection Agency - USEPA. Soil screening guidance: Technical background document. EPA/540/R–95/128. Washington DC: Office of Solid Waste and Emergency Response, U.S. Environmental Protection Agency. 1996.

ANÁLISE FÍSICA DO SOLO EM RELAÇÃO A ESCARIFICAÇÃO, POUSIO, DESSECAÇÃO E REBROTA DE AVEIA PARA SILAGEM.

Giovanni Ribeiro Quani[1], Raul Zucolo Irion[2], Aline Cavalli[2], Fabricio Zanini Gonlçalves[2], Rachel Muylaert Locks Guimarães[2]

RESUMO: As propriedades físicas do solo, está diretamente atrelada com o aumento da produtividade agrícola. Com isso, um bom manejo do solo pode significar uma boa safra quantitativamente e economicamente, cominando com a conservação do solo. Deste modo, o trabalho teve como objetivo, avaliar a qualidade física do solo em quatro tipos de tratamento. Sendo estes: escarificação, dessecação, rebrota, e pousio, onde os três primeiros receberam aveia e ensilagem. As análises físicas realizadas foram: densidade, porosidade total, macro e microporosidade do solo. Avaliando o resultado das análises clássicas, o tratamento dessecado apresentou maior valor, já os quesitos densidade e a rebrota o menor valor, nas duas profundidades. Para a microporosidade o escarificado apresentou o melhor valor para menor profundidade, e na maior profundidade a rebrota apresentou-se melhor.

PALAVRAS-CHAVE: microporosidade, microbiana, silagem.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores que interferem negativamente na produção agrícola é a compactação do solo (ALAKUKKU e ELOMEN, 1994). Quando o solo é submetido ao uso intensivo e com manejo inadequado, como muitas vezes em áreas agrícolas, as propriedades físicas sofrem abruptas alterações, normalmente adversas ao desenvolvimento da vegetação (SPERA et al. 2004).

Sabendo da necessidade da produção de alimentos, a qualidade física do solo deve se manter adequada para que se alcance máxima produtividade, pois, a compactação do solo é um dos grandes fatores que levam a degradação do mesmo (CANILLAS e SALOKHE, 2002). Um estudo apresentado pela (FAO, 2015) apresentou que 680.000 km^2 de solos, foi degradado devido a compactação, somado a 4% total da área terrestre.

Deste modo, percebe-se importância em realizar avaliações da qualidade física do solo, pois, a qualidade do solo está diretamente ligada a conservação ou sustentabilidade do sistema agrícola (LIMA, 2004). Com isso, o presente trabalho teve como intuito abordar os

[1]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco e gii-quani@hotmail.com.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

diferentes manejos, conciliando o cultivo de aveia. Tendo como principal objetivo avaliar a alteração que esses tratamentos apresentaram nas características físicas do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na propriedade, situada na linha Alto Alegre em Renascença - Paraná. Sob área de Latossolo Vermelho Eutrófico (EMBRAPA, 2006).

Para o trabalho, determinou-se em uma área que possuía aveia e azevém plantada, após a colheita iniciou-se a implantação dos tratamentos. Sendo estes: escarificado (onde o solo passou pelo processo de escarificação), rebrota (onde deixou rebrotar o azevém e a aveia), e o dessecado (dessecando a rebrota), todos esses tratamentos em comparação com a área testemunha, destinada para silagem (área de pousio) que não recebeu o plantio de aveia e azevém e nenhum tratamento posterior.

Em cada tratamento as parcelas foram delimitadas com dimensões de 10 x 40 m. Sendo coletadas duas amostras de solo indeformadas para cada ponto, uma para a profundidade de 0,0-0,1 e outra para 0,1-0,15. Estas foram realizadas com cilindro de dimensões de 6 cm de diâmetro e 5 cm de altura para análise em laboratório, sessenta dias após a implantação dos tratamentos.

As análises neste trabalho foram densidade do solo, porosidade total, macro e micro porosidade. As amostras foram saturadas, passadas pela mesa de tensão e por fim levados a estufa a uma temperatura de 105 ºC por um período de 24 a 48 horas.

O experimento foi realizado em delineamento inteiramente casualizado. Os dados foram submetidos ao teste de normalidade e posteriormente à análise de variância. As médias comparadas por meio do teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade de erro, no *software* Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de variância para a profundidade de 0,00-0,10 metros, constatou-se que houve diferença significativa ao analisar a densidade e a microporosidade, já que, o p-valor encontrado foi de 0.049 e 0.00095 respectivamente. Sendo que a porosidade total e a macroporosidade apresentaram p-valores acima de 0.05, não apresentando diferença significativa.

Já para a profundidade de 0,10-0,15 os valores apresentaram diferença significativa entre todos os tratamentos. Sendo o p-valor para densidade igual a 0.022, porosidade total igual a 0,041, microporosidade com 0,043 e a macroporosidade p-valor de 0.025.

Deste modo, as variáveis significativas foram submetidas ao teste de comparação de médias (Tabela 1).

Tabela 1 - Comparação de médias das variáveis densidade do solo ($Mg.m^{-3}$), porosidade total ($cm^3.cm^{-3}$), microporosidade e macroporosidade do solo ($cm^3.cm^{-3}$) na profundidade de 0,00 – 0,10 e onde a legenda está marcada com o número (2) a profundidade é de 0,10 – 0,15 metros, em um experimento conduzido em DIC, com quatro tratamentos e sete repetições.

Tratamentos	Ds	Ds (2)	Pt (2)	Micro	Micro (2)	Macro (2)
Testemunha	1.25 b	1.30 b	0.54 b	0.44 c	0.13 b	0.10 b
Dessecado	1.37 a	1.45 a	0.54 b	0.47 b	0.10 ab	0.08 b
Rebrota	1.23 b	1.28 b	0.59 a	0.46 bc	0.14 ab	0.12 a
Escarificado	1.31 ab	1.39 ab	0.56 ab	0.49 a	0.09 a	0.08 b

*Dados não seguidos por mesma letra na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

Deste modo podemos observar que para a densidade, em ambas as profundidades, o pior tratamento foi o dessecado apresentando maior resultado. Contudo, não apresentou diferença significativa do escarificado. Já na porosidade total a rebrota apresentou um valor superior as demais, porém não se diferenciando estatisticamente do tratamento escarificado. Na microporosidade nas duas profundidades analisadas, o melhor resultado pertenceu ao tratamento do escarificado, porém este para a profundidade de 0,10-015 não apresentou diferença significativa com os tratamentos dessecado e rebrota, o que não aconteceu na profundidade de 0,00-0,1. Por fim, a macroporosidade e a rebrota apresentou um maior valor diferenciando estatisticamente das demais.

Deste modo percebe-se que apesar do solo ter sido escarificado, este dado após sessenta dias já não se apresentava como uma melhor densidade. O sistema radicular pode proporcionar significativas melhorias ao solo, especialmente nos aspectos relacionados à estrutura e acúmulo de matéria orgânica (SALTON E TOMAZI 2014). Com isso podemos perceber que o tratamento com a rebrota foi bom para a qualidade do solo nesse caso, já que apresenta um bom resultado em comparação ao demais tratamentos.

CONCLUSÕES

A dessecação apresentou um pior resultado para a densidade. Na porosidade total e na macroporosidade o melhor tratamento foi a rebrota, provavelmente pela ação agressiva das raízes contra o solo.

REFERÊNCIAS

ALAKUKKU, L.; ELOMEN, P. Long-term effects of a single compaction by heavy field traffic on yeld and nitrogen uptake of annual crops. Soil and Tillage Research, Amsterdam, v.36, p.141-

[1]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco e gii-quani@hotmail.com.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

152, 1994.

CANILLAS, E. C.; SALOKHE, V. M. A decision support system for compaction assessment in agricultural soils. Soil TillageResearch, Amsterdam, v.65, n.2, p.221-230, 2002.

FAO, Status of the World's Soil Resources. 2015. Disponível em: http://www.fao.org/3/i5199e/I5199E.pdf. Acessado em: 25 mar. 2019.

LIMA, C.L.R. Compressibilidade de solos versusintensidade de tráfego em um pomar de laranja e pisoteioanimal em pastagem irrigada. 2004. 70p. Tese (Doutoradoem Agronomia) – Departamento de Solos e Nutrição dePlantas, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz",Universidade de São Paulo, Piracicaba, SP.

SALTON, J. C. E TOMAZI, M. Sistema Radicular de Plantas e Qualidade do Solo. Comunicado técnico 198. EMBRAPA, 2014. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1005326/1/COT198.pdf. Acesso em: 25 mar. 2019.

SPERA, S.T.; SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM,G.O. Efeitos de sistemas de produção de grãos envolvendo pastagens sob plantio direto nos atributos físicos de solo e na produtividade. Revista Brasileira Ciência do Solo,Viçosa, v.28, p.533-542, 2004.

PRODUÇÃO DE ALFAFA ADUBADA COM COMPOSTO ORGÂNICO À BASE DE CAMA DE AVIÁRIO

Felipe Henrique Dijkinga[1], Aline Roberta de Carvalho Silvestrin[2]

RESUMO: Originária da Ásia Menor e do sul do Cáucaso, a alfafa (*Medicago sativa*) tem se apresentado vantajosa sobre outras forragens pela sua qualidade nutricional, produção de massa verde e palatabilidade. Esse experimento teve como objetivo avaliar a influência de doses de composto orgânico à base de cama de aves sob o desenvolvimento da pastagem de alfafa. O experimento foi conduzido em vasos em casa de vegetação, utilizando a cultivar Crioula e comparando tratamentos com diferentes doses de adubação com cama de aves. Os tratamentos foram: Controle absoluto, inoculado e nitrogenado, sementes inoculadas adubadas com diferentes doses de composto, inoculadas combinadas com biofertilizantes e rebrota com aplicação de bioindutores. Não foram observadas diferenças estatísticas entre os tratamentos, porém os tratamentos que receberam adubações com o composto orgânico apresentaram maior comprimento de raiz, maior peso fresco e seco e maior nodulação nas raízes.

PALAVRAS-CHAVE: Nodulação, adubo orgânico, pastagem.

ALFALFA PRODUCTION FERTILIZED WITH ORGANIC COMPOST BASED ON AVIARY BED

ABSTRACT: Originary from the Minor Asia and the South of Caucasus, the alfalfa (*Medicago sativa*) has shown itself advantageously over other forages, by its nutritional quality, production of dry matter and palatability. The objective of this experiment is to evaluate the influence of different doses of organic compost based on aviary bed in the developing alfalfa pasture. The experiment was conducted in vases arranged totally randomly in greenhouse, using the cultivar Crioula and comparing treatments with different doses of the compost, inoculated with biofertilizers and regrowth sprayed with bioinductors. There were not observed statically difference between the treatments, but the treatments that received fertilization with the organic compost presented a longer length of the root, greater fresh and dry weight, and greater root nodulation.

KEYWORDS: Nodulation, organic fertilizer, pasture.

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, Paraná; felipedjkinga@hotmail.com
[2]Docente do Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, Paraná.

INTRODUÇÃO

A utilização da alfafa para alimentação apresentado grande potencial, trazendo inúmeros benefícios para os animais que a consomem, por este motivo é conhecida pelo nome de "Rainha das Forrageiras". Porém a difícil implantação, alto custo de produção e grande exigência nutricional do solo têm limitado a produção desta forrageira (Honda e Honda, 1999).

A cama de aviário tem sido muito utilizada nas lavouras pelo fato de ter grandes quantidades de nutrientes que podem auxiliar no desenvolvimento da cultura da alfafa (Venturin et al., 2011).

O objetivo deste estudo é avaliar a influência da aplicação de diferentes doses de composto orgânico a base de cama de aviário na produção de alfafa (*Medicago sativa*).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em casa de vegetação na Fazenda Experimental Gralha Azul (FEGA), no Município de Fazenda Rio Grande-PR, conduzido em casa de vegetação, em vasos de 3,5 kg de solo, dispostos de forma totalmente ao acaso.

Após a realização da análise do solo foi realizada a interpretação e recomendação de calagem e adubação para a cultura da alfafa (Moreira et al., 2017). O pH estava adequado, porém não o suficiente para a cultura, necessitando ser elevado à 6,8; saturação por alumínio muito baixo, teor de cálcio alto, magnésio alto, saturação por bases alta, mas não o suficiente para a *Medicago sativa*, necessitando de uma saturação por bases próximo a 80 %, teor de matéria orgânica alto, fósforo alto e potássio alto.

Para cada vaso foi aplicada a dose de calcário dolomítico "filler" no volume de 1,75 g/vaso. O adubo orgânico utilizado para a adubação dos tratamentos foi composto por cinzas de caldeira, cama de aviário de postura e casca de ovos triturados com os seguintes teores, matéria seca com 54,57%; pH 8,86; resíduo mineral 41,83%; carbono 33,25%; matéria orgânica 57,32%; nitrogênio 2,79%; pentóxido de fósforo total 2,39%; óxido de potássio 2,45%; ferro 0,97%; manganês 569,98 mg/kg, lote 018/2018. Após a incorporação do calcário, foram adicionadas as doses do composto, incorporando-os no solo.

Os tratamentos adotados foram, controle absoluto; controle inoculado na proporção de 300 ml para 10 kg de sementes; controle nitrogenado na proporção de 400 kg de sulfato de amônio por hectare; inoculado adubado na proporção de 5 toneladas por hectare de composto; inoculado adubado na proporção de 10 toneladas por hectare, inoculado adubado na proporção de 15 toneladas por hectare; inoculado adubado na proporção de 20 toneladas

por hectare; inoculado mais biofertilizante líquido e biofertilizante turfoso no tratamento de sementes na proporção de 100 ml e 100g para 10 kg de sementes; inoculado com aplicação de biofertilizantes via foliar após primeiro corte na proporção de 250ml/ha e 300ml/ha.

As sementes foram tratadas com *Sinorhizobium meliloti*, sendo semeadas dez sementes por vaso. Após 60 dias, o tratamento 9 foi cortado à 10 cm de altura, quando as plantas possuiam rebrote com área foliar considerável, foram aplicados os bioindutores. Ao completarem 90 dias as plantas foram medidas e pesadas (peso fresco), separando a parte aérea e o sistema radicular, em seguida foram colocadas em sacos de papel kraft em estufa à 30ºC até obtenção de peso constante.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é possível observar os dados de altura de plantas (cm), peso fresco e seco da parte aérea (g), comprimento (cm), peso fresco e seco das raízes (g). Considerando o parâmetro altura das plantas, observou-se que o controle o controle absoluto foi o único tratamento que se diferenciou estatisticamente da dose 1 de composto.

Tabela 1 – Crescimento e biomassa das plantas de alfafa sob diferentes tratamentos.

	Parte Aérea		
Tratamentos	Altura (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Contr. Abs.	26,32 a	3,07 a	1,23 ab
Contr. Inoc	27,61 ab	2,55 a	1,11 a
Contr. Nitro	32,25 ab	8,41 c	3,60 d
Inoc. Dose 1	33,37 b	5,78 bc	2,62 cd
Inoc. Dose 2	32,54 ab	7,60 c	3,72 d
Inoc. Dose 3	28,13 ab	6,14 bc	2,51 bcd
Inoc. Dose 4	33,24 ab	7,60 c	2,99 cd
Inoc. Biof. TS	30,31 ab	4,59 ab	1,86 abc
Inoc. Bioind.	29,10 ab	4,63 ab	1,98 abc
	Sistema Radicular		
	Comprimento (cm)	Peso fresco (g)	Peso seco (g)
Contr. Abs.	41,66 ab	4,99 abc	4,15 ab
Contr. Inoc.	52,11 ab	7,45 c	5,03 bc
Contr. Nitro.	34,21 a	2,16 a	1,40 a
Inoc. Dose 1	51,34 ab	2,52 ab	2,27 ab
Inoc. Dose 2	48,49 ab	12,16 d	7,07 cd
Inoc. Dose 3	53,69 ab	6,98 bc	3,93 ab
Inoc. Dose 4	63,7 b	16,98 e	9,19 d
Inoc. Biof. TS	49,70 ab	8,87 cd	5,00 bc
Inoc. Bioind.	46,80 ab	7,80 cd	3,32 ab

Médias seguidas de letras diferentes mostram diferenças estatisticamente significativas entre tratamentos (Anova, $p<0,05$).

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, Paraná; felipedjkinga@hotmail.com
[2]Docente do Curso de Agronomia, Pontifícia Universidade Católica do Paraná (PUCPR), Imaculada Conceição, 1155, Prado Velho, Curitiba, Paraná.

Fonte: Dijkinga, (2018).

Os tratamentos que receberam adubações com diferentes doses do composto orgânico, assim como o controle inoculado, apresentaram maiores ganhos de biomassa na parte aérea quando comparados às testemunhas.

A partir da avaliação dos parâmetros do sistema radicular, foi observada variância estatística significativa entre os diferentes tratamento. O tratamentos que recebeu a maior dose de composto orgânico (20 toneladas), assim como o tratamento que recebeu 10 toneladas do composto apresentaram os maiores valores de biomassa seca de raiz.

Dias et. al. (2003) não obteveram aumento significativo de matéria seca em alfafa Crioula, testando adubos orgânicos, porém os autores relataram médias maiores de produtividade nos tratamentos que receberam compostos orgânicos em relação à testemunha.

Os tratamentos apresentaram nodulação apenas nos tratamentos inoculados. Os tratamentos com maiores doses de composto apresentaram também melhor nodulação. Segundo Nuernberg et al. (1990), a inoculação com *Sinorhizobium meliloti* é imprescindível para o suprimento de nitrogênio, visto que a bactéria não é comum em solos brasileiros.

CONCLUSÕES

A adubação com composto a base de cama de aviários é uma boa fonte de nutrientes para o solo e para as plantas, fornecendo vários nutrientes, como nitrogênio, potássio, fósforo, enxofre, entre outros. Porém a adubação somente com o composto orgânico não supriram as necessidades da alfafa, sendo recomendado a combinação com fertilizantes químicos. Indicamos ainda estudos com o composto com maior tempo de duração para resultados mais assertivos sobre os tratamentos adotados.

REFERÊNCIAS

DIAS, P. F. *et al*. Efeito do biofertilizante líquido na produtividade e qualidade da Alfafa (*Medicago sativa* L.), no município de Seropédica-RJ. **Agronomia**, v. 37, n. 01, p. 16 - 22, 2003

HONDA, Carlos S. e HONDA, Ademir S. **A cultura da alfafa.** 2ª edição, editora Iara, 1999.

MOREIRA, Adônis, et al. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná.** Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

NUERNBERG, N.J.; MILAN, P.A.; SILVEIRA, C.A.M. **Manual de produção de alfafa.** Florianópolis: EMPASC, 1990.

VENTURIN, F. et al. Utilização de adubação orgânica no cultivo de alfafa. **Revista Perspectiva**, Erechim, vol. 35, no131, pág. 109-116, Setembro de 2011.

LIMITE CRÍTICO AMBIENTAL DE FÓSFORO EM LATOSSOLOS SOB PLANTIO DIRETO E APLICAÇÃO DE DEJETO LIQUIDO BOVINO

Luana Salete Celante[1], Nerilde Favaretto[2], Vander de Freitas Mello[2], Gabriel Barth[3]

RESUMO: O objetivo geral deste trabalho foi avaliar o risco ambiental de P a partir do grau de saturação de P no solo (GSP) e sua perda potencial via escoamento superficial, em plantio direto submetido a aplicações de dejeto liquido bovino (DLB) a longo prazo. O experimento foi conduzido em duas estações experimentais da Fundação ABC, com aplicações de DLB (0, 60, 120, 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}) desde 2005, sendo um em Ponta Grossa-PR e outro em Castro-PR. O GSP foi obtido por P, Fe e Al extraídos por oxalato de amônio. Para o Latossolo com textura franco argilo-arenosa, foi encontrado o *change point* correspondente a 0,29 de GSP na profundidade de 0-5 cm em função do teor de P água e 0,31 com o P extraído com $CaCl_2$. No Latossolo com textura argilosa não foi possível determinar o *change point.* Recomenda-se como limite crítico ambiental de P no solo na profundidade de 0-5 cm, o valor de GSP de 0,29, que corresponde a 84 mg kg^{-1} de P oxalato. Nas doses de DLB de 120 e 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}, na profundidade de 0-5 cm, encontrou-se valores negativos de capacidade de armazenamento restante de P, indicando, portanto, alta vulnerabilidade de perda de P do solo.

PALAVRAS-CHAVE: grau de saturação de P, capacidade de armazenamento restante de P, qualidade da água

INTRODUÇÃO

Constantes aplicações de dejeto liquido bovino (DLB) no solo podem intensificar o risco ambiental pelo potencial de transferência de fósforo (P) aos corpos d'água. Em ambientes aquáticos, o fósforo é considerado o elemento limitante da eutrofização (Sharpley et al., 1993)

O grau de saturação de fósforo (GSP) foi sugerido para indicar o potencial de perda de P em solos agrícolas, valores elevados de GSP indicam alto risco ambiental devido à alta concentração de P em solução (Sharpley, 1995). A concentração crítica de P na solução do solo representa o limite no qual o solo deixa de ser um dreno e se torna uma fonte de P. Essa concentração crítica é chamada por muitos autores de "*change point*" (Nair et al., 2004).

A partir dos valores do GSP e do *change point* é possível calcular a Capacidade de

[1]Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Email: luana.celante@gmail.com
[2]Universidade Federal do Paraná – UFPR
[3]Fundação ABC.

armazenamento restante de P no solo (CAP), que permite prever a quantidade de P adicional que pode ser acomodada por um determinado solo antes que este se torne uma preocupação ambiental. (Nair e Harris, 2014). Assim, o presente trabalho teve como objetivo definir o limite crítico ambiental de P no solo submetido a aplicações de DLB a longo prazo e verificar a vulnerabilidade de perda de P para o ambiente aquático.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em duas estações experimentais da Fundação ABC, sendo um em Ponta Grossa-PR sobre um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico (LVAd), textura franco argilo-arenosa e outro em Castro-PR sobre um Latossolo Bruno Distrófico típico (LBd), textura muito argilosa (Embrapa/Fundação ABC, 2001), o clima da região é Cfb, com precipitação média anual de 1554 mm. O experimento em Ponta Grossa foi instalado no verão de 2005 e o de Castro no inverno de 2006, em áreas sob plantio direto. O sistema de culturas utilizado durante os 10 anos (2005 a 2015) de experimentação foi o de rotação, sendo aveia e trigo cultivados no inverno, milho e soja cultivados no verão. A Tabela 1 apresenta os atributos químicos do solo nas áreas estudadas antes da instalação do experimento.

Tabela 1 – Atributos químicos dos solos antes da instalação do experimento

Solos	pH $CaCl_2$	Al	H+Al	Ca	Mg	K	P (Mehlich-1)	C
	----------$cmol_c\ dm^{-3}$----------						$mg\ dm^{-3}$	$g\ dm^{-3}$
LVAd	5,1	0	3,5	3,7	0,7	0,2	19	13,2
LBd	5,4	0	4,6	5	1,4	0,3	4	25,6

Os tratamentos foram distribuídos em quatro blocos ao acaso, totalizando 16 parcelas experimentais para cada área e constituídos por quatro doses DLB (0, 60, 120, 180 $m^3\ ha^{-1}\ ano^{-1}$). O DLB foi aplicado manualmente na superfície do solo, metade na safra de inverno e metade na safra de verão, em parcelas de 29,75 m² delimitadas por chapas de zinco. A adubação mineral foi realizada conforme as necessidades da cultura. As amostras de solo foram coletadas no ano de 2015 em três profundidades (0-5, 5-10 e 10-15 cm) e foram analisadas quanto ao teor de fósforo (P), alumínio (Al) e ferro (Fe) por Oxalato de Amônio (Schoumans, 2009), P água e P $CaCl_2$ (Self- Davis et al., 2009). Os teores de P, Al e Fe foram determinados por Espectrometria de Emissão Óptica por Plasma Acoplado Indutivamente (ICP-OES).

O GSP foi calculado pela razão da concentração de P em função da concentração Fe mais Al extraídos com Oxalato de Amônio (van der Zee e van Riemsdijk, 1988) conforme equação 1.

$$DPS_{ox} = \frac{(P/31)}{(Fe/56)+Al/27)} \quad (1)$$

O *change point* foi obtido com o auxílio do programa estatístico Sigmaplot 12.0 pela

relação entre o GSP e o P do solo extraído com água, com $CaCl_2$ e com a concentração de P solúvel do escoamento superficial (média ponderada anual de 10 anos). As amostras de escoamento superficial para análise de P solúvel foram coletadas após cada evento de chuva natural. A partir do *change point* determinou-se o limite crítico ambiental em que representa uma alta vulnerabilidade de perda de P para o ambiente aquático. A CAP no solo foi obtida na profundidade de 0-5 cm a partir do GSP atual e do *change point* (Nair e Harris, 2014), conforme equação 2:

$$CAP\ (\text{mg kg}^{-1}) = \frac{(change\ point - GSPox)}{(Fe_{M1}/56)+(Al_{M1}/27)} * 31 \quad (2)$$

Valores positivos de CAP indicam que o solo tem capacidade de atuar como dreno, e valores negativos o solo atua como fonte de P para a solução do solo, indicando alta vulnerabilidade perda de P via escoamento superficial ou subsuperficial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram encontrados valores de GSP correspondente ao *change point* de 0,29 na profundidade de 0-5 cm (Fig. 1a) com o P extraído em água e 0,31 com o P extraído com $CaCl_2$ para o Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura franco argilo-arenosa. Não foi possível determinar o *change point* para a concentração média ponderada de P solúvel proveniente do escoamento superficial. Para o Latossolo Bruno Distrófico típico, textura muito argilosa, não foi possível determinar o *change point* com nenhum dos extratores devido a maior capacidade de adsorção de P em solos argilosos, como demonstrado por Mcdowell e Sharpley (2001) e Abboud et al. (2018).

A CAP apresentou valores negativos nas maiores doses de DLB para 0-5 cm de profundidade (Fig. 1b). Tais valores demonstram a alta vulnerabilidade de perda de P, principalmente em altas doses, devido a aplicações sucessivas de DLB.

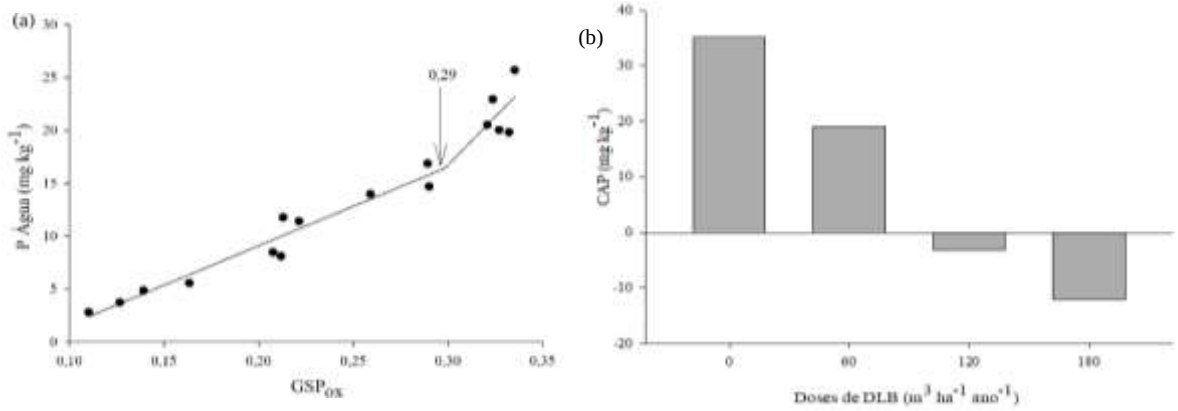


Figura 1 – (a) Relação entre concentração de P Água e GSP e (b) CAP na profundidade de 0-5cm

[1]Bolsista do Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, PR. Email: luana.celante@gmail.com
[2]Universidade Federal do Paraná – UFPR
[3]Fundação ABC.

Além disso valores negativos de CAP na superfície (0-5 cm de profundidade) indicam que o P continuará a ser liberado lentamente ao longo do tempo, a cada evento de precipitação (Nair e Harris, 2014).

CONCLUSÃO

Recomenda-se como limite crítico ambiental de fósforo no solo para o Latossolo de textura franco argilo-arenosa, na profundidade de 0-5 cm, o valor de GSP de 0,29, que corresponde a 84 mg kg^{-1} de P oxalato.

As maiores doses de DLB (120 e 180 m^3 ha^{-1} ano^{-1}) para o Latossolo de textura franco argilo-arenosa, aplicadas durante 10 anos, apresentam valores negativos de capacidade de armazenamento restante de P no solo e, portanto, representam risco de perda ambiental de P para o ambiente aquático.

Para o Latossolo de textura muito argilosa, mesmo com aplicações sucessivas (10 anos), não foi possível obter o limite crítico ambiental, o que indica que este solo apresenta capacidade positiva de armazenamento de fósforo.

REFERÊNCIAS

Abboud, FY, Favaretto, N., Motta, ACV., Barth, G., Goularte, G.D. Phosphorus mobility and degree of saturation in oxisol under no-tillage after long-term dairy liquid manure application S. Til. Res. 2018, 177, 45-53.

Embrapa-Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – Fundação ABC. Mapa do levantamento semidetalhado de solos: Município de Castro. Elaborado por FASOLO, P. J.; Carvalho, A. P.; Bognola, I. A. & Poter, R.O. Embrapa – Fundação ABC, 2001.

Mcdowell RW, Sharpley AN. Approximating Phosphorus Release from Soils to Surface Runoff and Subsurface Drainage. J. Environ. Qual. 2001, 30:508-520.

Nair, VD, Portier, K. M., Graetz, D. A., and Walker, M. L. An environmental threshold for degree of phosphorus saturation in sandy soils. *J. Environ. Qual*. 2004, 33, 107–113.

Nair, VD, Harris, WG. Soil Phosphorus Storage Capacity for Environmental Risk Assessment. Advan. in Agricul.. 2014, 9p. https://doi.org/10.1155/2014/723064

Sharpley, AN, Daniel, TC, Edwards, D.R. Phosphorus movement in the landscape. J. Produc. Agric. 1993, 6 (4), 492–500.

Sharpley, A.N. Identifying sites vulnerable to phosphorus loss in agricultural runoff. J. Environ. Qual., 1995, 24:947-951.

Schoumans, OF. Determination of thedegree of phosphorus saturation in non-calcareous soils. In: Kovar JL; Pierzynski GM (Ed). Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals and waters. Blacksburg: Virginia Tech University, 2009. P.29-33.

Self-Davis ML, Moore PA, Joern BC. Water- or dilute salt-extractable phosphorus in soil. In: Kovar JL, Pierzynski GM. (Ed.). Methods of phosphorus analysis for soils, sediments, residuals and waters.Blacksburg: Virginia Tech University, 2009. P.24-27.

van der Zee, SEATM and van Riemsdijk, W H Model for long-term phosphate reaction kinetics in soil. *J. Environ. Qual*. 1988, 17, 35–41.

FERRAMENTAS QUIMIOMÉTRICAS E IMAGEM DIGITAL: UMA ALTERNATIVA ACESSÍVEL PARA A QUANTIFICAÇÃO DA MO DO SOLO

RESUMO: O objetivo deste estudo foi desenvolver uma metodologia rápida, acessível e não destrutiva para a quantificação da matéria orgânica (MO) do solo usando imagens digitais obtidas de um smartphone e mínimos quadrados parciais (PLS). Três modelos de calibração foram construídos, e os resultados obtidos indicam que os modelos são adequados. Portanto, a metodologia proposta pode ser considerada uma contribuição relevante para a ciência do solo, pois proporciona uma importante inovação na determinação do teor de MO.

PALAVRAS-CHAVE: carbono orgânico total, análise elementar, ferramentas multivariadas.

INTRODUÇÃO

O teor de MO do solo e/ ou carbono orgânico total (COT) são parâmetros que têm uma correlação importante com a qualidade e fertilidade do solo (Franzluebbers, 2002, Wood et al., 2018), sistemas agrícolas sustentáveis e produtividade de culturas (Johnston et al., 2009). Tradicionalmente, esses parâmetros são determinados usando métodos analíticos.

Na literatura estudos comparativos sobre metodologias de quantificação da MO e/ ou COT incluem métodos de combustão seca (analisador elementar, termogravimetria), oxidação via úmida (Walkley e Black), e métodos espectroscópicos (espectroscopia de infravermelho próximo) (Bisutti et al., 2004; Segnini et al., 2008; Chatterjee et al., 2009; Wang et al., 2013; Nóbrega et al., 2015; Apesteguia et al., 2018).

No entanto, em geral, os métodos usados na quantificação da MO e/ ou COT são trabalhosos, muito demorados (Zimmermann et al., 2007), caros e pouco acessíveis em muitos laboratórios e centros de pesquisa (Wang et al., 2012). Assim, o grande desafio é desenvolver metodologias analíticas rápidas e acessíveis que forneçam um alto grau de precisão (Bisutti et al., 2004).

Com o objetivo de desenvolver uma metodologia que permita a quantificação rápida, acessível e não destrutiva da MO em amostras de solo, a PLS foi aplicada para as imagens digitais obtidas de um smartphone. Avaliações preliminares, considerando a hipótese de que a quantificação alternativa pode fornecer resultados comparáveis aos obtidos na análise

tradicional.

MATERIAIS E MÉTODOS

Amostras de Solo

As amostras de solo foram coletadas ao longo da área experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), município de Ponta Grossa, Paraná, com coordenadas aproximadas de 25 ° 15'S e 50 ° 15'W e altitude média de 809 m. Segundo a classificação de Koppen, o clima de Ponta Grossa é do tipo Cfb, mesotérmico, subtropical, verão quente moderado e inverno relativamente frio.

Amostras de solo de 16 horizontes e de 5 trincheiras (T1 a T5) foram delineadas de acordo a metodologia de Santos et al. (2005) baseada nas características morfológicas. As sucessões pedológicas verticais das camadas amostradas estão ilustradas na Figura 1.

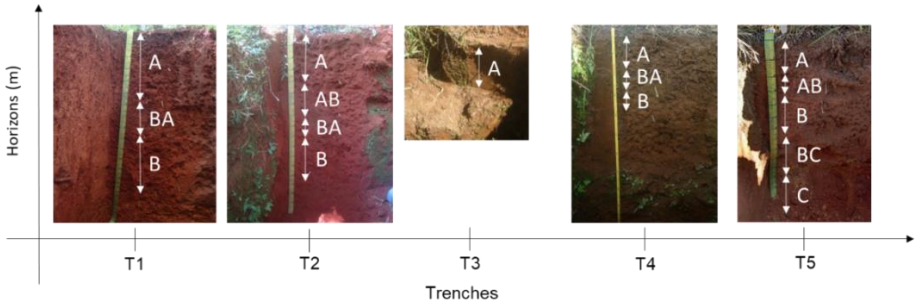


Figura 1 – Perfil dos 5 solos (trincheiras: T1 a T5) com as designações dos horizontes

Preparo das amostras e determinação do teor de MO no solo

As amostras de solo foram secas ao ar, moídas e peneiradas através de uma malha de 2 mm. A determinação do teor de MO no solo foi realizada de acordo com o método de Tedesco et al. (1995).

Aquisição de imagem digital

O sistema utilizado para a aquisição de imagens é mostrado na Figura 2.

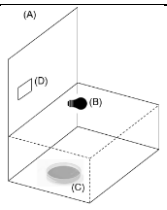


Figura 2 - Representação ilustrativa do sistema (A) construído para a captura da imagem. No interior do sistema utilizado para obter as imagens: (B) fonte de luz, (C) área de amostragem (placa de Petri) e (D) abertura para a câmera usada na aquisição da imagem.

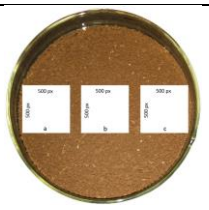


Figura 3 - Imagem da placa de Petri contendo amostras de solo e as três regiões selecionadas.

Imagens digitais de amostras de solo seco e peneirado (20 cm^3) dispostos em uma placa de Petri foram coletadas usando um smartphone com câmera de 8 megapixels (MP), modelo Motorola Moto G4 Play (câmera 1), empregando flash.

As imagens foram registradas e armazenadas em extensão JPEG com 24 bits e resolução espacial de 2448 x 3264 pixels. Três regiões foram selecionadas (Figura 3). Suas dimensões foram mantidas constantes para todas as amostras.

Tratamento de imagem digital

O software Chemostat® foi usado para separar e quantificar as intensidades das cor das imagens digitais nos canais vermelho, verde e azul (RGB). A etapa final consistiu na concatenação dos histogramas RGB para obter o conjunto de dados (número de amostras x 768 variáveis). Todos os componentes e amostras de cores foram empregados para desenvolver os modelos de classificação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para avaliar a variabilidade entre as três regiões (a, b e c) selecionadas, foi realizado uma análise de componente principal. Os resultados mostraram uma separação clara das amostras de acordo com as regiões (dados não mostrados). Esse comportamento corrobora com o baixo coeficiente de determinação, R^2 (0,73) e o alto erro quadrático médio de calibração, RMSEC (10,48 g kg^{-1}) obtido pelo modelo utilizando todas as amostras e regiões.

Três modelos diferentes de PLS foram obtidos, um para cada região (a, b e c). Os resultados obtidos são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1 - Parâmetros estatísticos para construção dos modelos de calibração da MO

Modelos	Regiões	R^2	RMSEC (g kg^{-1})
1	a	0.97	3.29
2	b	0.99	1.77
3	c	0.98	3.11

O R^2 variou de 0,97 a 0,99 e o RMSEC variou de 1,77 a 3,29 g kg^{-1}. Este resultado indica que os modelos para a determinação do teor de MO podem ser adequadamente construídos usando imagem digital e PLS.

Portanto, a metodologia proposta pode ser considerada uma contribuição relevante para a ciência do solo, pois proporciona uma maneira simples, rápida, não destrutiva e

eficiente de quantificar o teor de MO do solo.

CONCLUSÕES

Os resultados para os modelos de calibração PLS mostraram que o método desenvolvido apresenta grande potencial para a quantificação da MO em solos, uma vez que possibilita uma análise rápida e não destrutiva sem a preparação da amostra.

AGRADECIMENTOS

Instituições de Fomento (CNPq, Capes e Fundação Araucária), Central de Análises, UTFPR (Edital Nº 8A/2018 – PROPPG), Grupo GISPA e IAPAR.

REFERÊNCIAS

Apesteguia M. et al. Methods assessment for organic and inorganic carbon quantification in calcareous soils of the Mediterranean region. Geoderma Regional. 2018; 12:39-48.

Bisutti, I. et al. Determination of total organic carbon - an overview of current methods. Trends Anal. Chem. 2004; 23: 716–726.

Chatterjee A. et al. Soil carbon pools of reclaimed minesoils under grass and forest landuses. Land Degrad. 2009; 20: 300–307.

Franzluebbers AJ. Soil organic matter stratification ratio as an indicator of soil quality. Soil Tillage Res. 2002; 66:95–106.

Johnston AE. et al. Chapter 1 Soil Organic Matter: Its Importance in Sustainable Agriculture and Carbon Dioxide Fluxes. Adv Agron. 2009; 101: 1-57

Nóbrega GN. et al. Evaluation of methods for quantifying organic carbon in mangrove soils from semi-arid region. J Soils Sediments. 2015; 15:282–291.

Segnini A. et al. Estudo comparativo de métodos para a determinação da concentração de carbono em solos com altos teores de Fe (Latossolos). Quim Nova. 2008; 31: 94-97.

Tedesco MJ. et al. Análises de solo, plantas e outros materiais. Boletim Técnico nº 5. 2ª edição. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

Zimmermann M. et al. Quantifying soil organic carbon fractions by infrared-spectroscopy. Soil Biol Biochem. 2007; 39: 224-231.

Wood SA. et al. Soil organic matter under lies crop nutritional quality and productivity in smallholder agriculture. Agric Ecosyst Environ. 2018; 266:100-108.

Wang J-P. et al. Evaluating Loss-on-Ignition Method for Determinations of Soil Organic and Inorganic Carbon in Arid Soils of Northwestern China. Pedosphere. 2013; 23: 593–599.

Wang XJ. et al. Comparisons of three methods for organic and inorganic carbon in calcareous soils of northwestern China. PLoS One. 2012: 7 (8).

COMPARAÇÃO ENTRE MÉTODOS DE DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DE USO AGRÍCOLA DAS TERRAS: ESTUDO DE CASO EM PINHAIS-PR

Jocelito Buch Castro da Cruz[1], Daniel Ricardo da Silva[1], Jessica Lima Viana[1], Nerilde Favaretto[2], Luiz Claudio de Paula Souza[2].

RESUMO: A determinação do potencial de uso agrícola das terras é fundamental para identificar o potencial e o conflito de uso e por fim recomendar estratégias de uso e manejo sustentáveis. O objetivo da pesquisa foi determinar o potencial de uso agrícola das terras utilizando o Sistema de Aptidão Agrícola (SAA) e a Capacidade de Uso da Terra (SCU) considerando as potencialidades e limitações, bem como identificar as áreas de conflito com superutilzação na área da Estação Experimental do Canguiri em Pinhais-PR. Com as informações de solo, relevo e hidrografia foram confeccionados mapas pelos sistemas SAA e SCU os quais foram sobrepostos com o uso atual da área gerando os mapas de conflitos. Verificou-se que o SCU é o mais restritivo para classificar o potencial de uso da terra para agricultura.

PALAVRAS-CHAVE: uso do solo, aptidão agrícola, capacidade de uso

INTRODUÇÃO

Os sistemas de avaliação de aptidão agrícola e capacidade de uso são úteis como suporte ao planejamento do uso e manejo do solo, avaliando potenciais e possibilitando a recomendação de estratégias sustentáveis e produtivas tanto em escala de propriedade agrícola como em escala de bacia hidrográfica. O sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras (SAA) (Ramalho Filho e Beek, 1995) é utilizado como base para realizar zoneamentos agrícolas, agroecológicos e ecológico-econômico (Flauzino et al., 2016). O sistema de capacidade de uso das terras (SCU) (Lepsch et al., 1991) tem como objetivo a definição da máxima intensidade de uso sem ocorrer risco de degradação do solo.

O objetivo da pesquisa foi determinar o potencial de uso da terra utilizando o Sistema de Aptidão Agrícola (SAA) e a Capacidade de Uso da Terra (SCU) considerando as

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil, jocelitocastro@gmail.com, danielsilva.agr@gmail.com, jessica_llivia@hotmail.com

[2] Professor do setor de solos, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil, nfavaretto@ufpr.br, lcsouza@ufpr.br

potencialidades e limitações, bem como identificar as áreas de conflito de uso.

MATERIAL E MÉTODOS

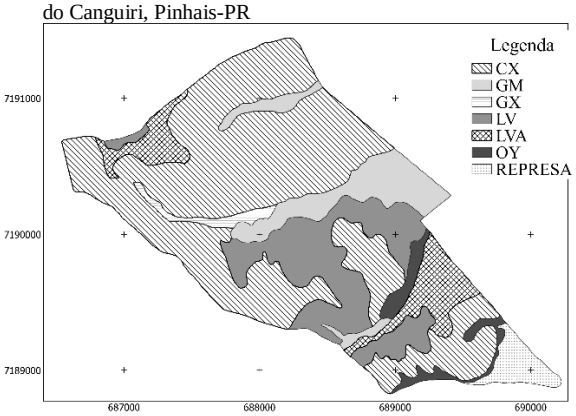
A pesquisa foi realizada na Estação Experimental do Canguiri pertencente à Universidade Federal do Paraná, localizada no município de Pinhais-PR, UTM fuso 22 Sul, região metropolitana de Curitiba. A área da Estação é de 444,70 ha, localizada na bacia hidrográfica do rio Canguiri ao lado da represa do Iraí, sendo considerada Área de Proteção Ambiental (APA) (Sugamosto, 2002).

Os solos foram reclassificados de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) a partir do levantamento dos dados realizado por Sugamosto (2002). A área de estudo contém vinte e seis classes de solos, sendo estes apresentados em seis classes de acordo com o segundo nível categórico de classificação (CX=Cambissolo Háplico; GM= Gleissolo Melânico; GH=Gleissolo Háplico; LV= Latossolo Vermelho; LVA= Latossolo Vermelho-Amarelo; OY= Organossolo Mésico (Figura 1). Os solos hidromórficos (GM+GH+OU) representam 62,9 há (14,1% da área), os Cambissolos 255,1 há (57,4% da área) e os Latossolos 113,7 há (25,6% da área).

O relevo da área de estudo é predominante suave ondulado a ondulado com a seguinte distribuição 0-3% com 77,02 ha (17,3% da área), 3-8% com 207,48 ha (46,7% da área), 8-13% com 103,32 ha (23,2% da área), 13-20% com 45,33 ha (10,2% da área), 20-45% com 11,5 ha (2,5% da área), 45-75% com 0,32 ha (0,1% da área), não havendo áreas com declividade maior que 75%.

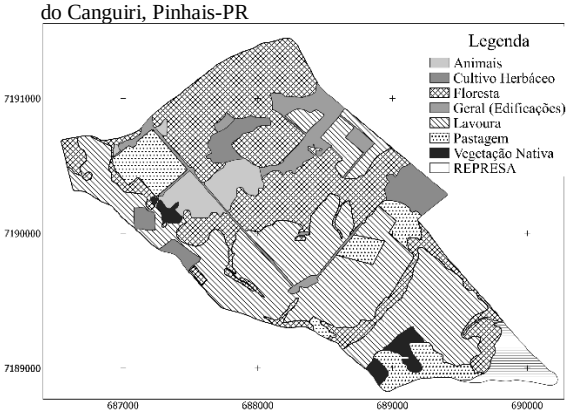
O uso atual da área foi classificado em 29 diferentes usos, sendo estes apresentados de forma agrupada em oito diferentes usos (Figura 2), sendo que dos 33,5% da área total com floresta, apenas 5,35% são reflorestamentos e 1,62% é fruticultura, os demais representam mata de araucária, erva-mate e capoeirão. Dos 32,1% das áreas de pastagem, 27,7 % são áreas de azevem no inverno e milho silagem no verão, sendo as demais áreas ocupadas com pastagem mombaça e pastagem nativa.

Figura 1. Mapa de solos da Estação Experimental. do Canguiri, Pinhais-PR



Fonte: Adaptado de Sugamosto (2002).

Figura 2. Mapa do uso atual do solo da Estação Experimental do Canguiri, Pinhais-PR



Fonte: Adaptado de Sugamosto (2002).

A classificação do SAA foi realizada de acordo com Ramalho Filho e Beek (1995) e Pereira (2004). A classe de aptidão para o nível de manejo C foi determinado pelo fator com maior limitação. O SCU foi aplicado conforme Lepsch et al. (1991) e Alvarenga e Paula (2000) utilizando o método paramétrico de enquadramento.

Os mapas foram gerados com o software Idrisi, utilizando a base de dados de Sugamosto (2012), compreendendo mapa de solos; declividade; uso e manejo; e hidrografia da área.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

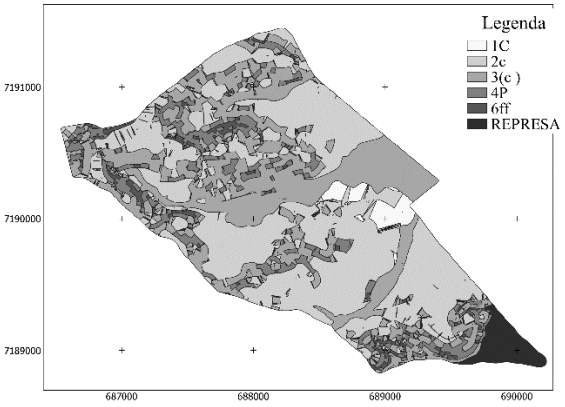
A classificação da área de estudo pelo SAA (Figura 3) resultou em 1C com 9,8 ha (2,2% da área), 2c com 221,2 ha (49,7% da área), 3(c) com 155,3 ha (34,9% da área), 4P com 1,6 ha (0,36% da área) e 6ff (sem considerar legislação ambiental) com 0,3 ha (0,07% da área).

Para o SCU (Figura 4), 244,8 ha (55,0% da área) concentram-se no Grupo A, 180,1 ha (40,5% da área) se encontra no grupo B, e por fim, 6,8 ha (1,6% da área) pertencem ao grupo C.

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil, jocelitocastro@gmail.com, danielsilva.agr@gmail.com, jessica_llivia@hotmail.com

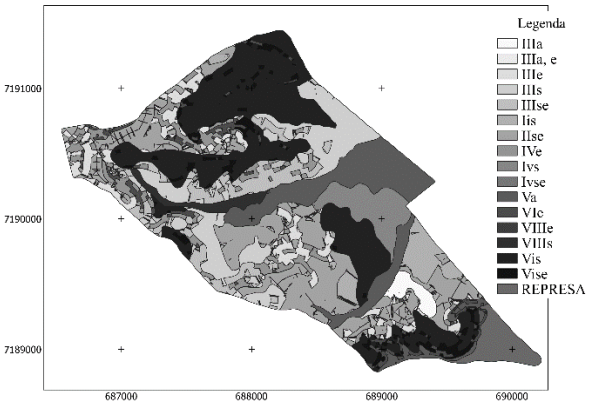
[2] Professor do setor de solos, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil, nfavaretto@ufpr.br, lcsouza@ufpr.br

Figura 3. Mapa do SAA da Estação Experimental do Canguiri, Pinhais-PR



. Fonte: Os autores (2019).

Figura 4. Mapa do SCU da Estação Experimental do Canguiri, Pinhais-PR



Fonte: Os autores (2019).

No SAA a área de 376,2 ha (84,6% da área total) e no SCU com 244,8 ha (55,0%) apresentaram potencial agrícola para cultivos anuais. O SCU foi o mais restritivo para classificar o potencial de uso da terra para agricultura.

Analisando o conflito entre os sistemas de classificação do potencial de uso agrícola, verifica-se 14% de superutilização no SAA (62,3 ha) e 10% no SCU (43,9 ha) da área total (Tabela 1). Observa-se também que dentro das áreas consideradas superutilizadas para o SCU, apenas 22,7 ha também são considerados superutilizadas para o SAA, demonstrando variação entre os métodos

Tabela 1. Conflito entre os sistemas de classificação do potencial de uso agrícola das terras na Estação Experimental do Canguiri, Pinhais-PR.

		Conflito SCU (ha)				
		Subutilizado	**Máxima utilização**	**Superutilizado**	**Não avaliado**	**Total**
Conflito SAA (ha)	**Subutilizado**	171,2	43,5	3,7	0,0	**218,4**
	Máxima utilização	15,9	75,4	17,5	0,0	**108,6**
	Superutilizado	2,9	36,7	22,7	0,0	**62,3**
	Não avaliado	0,0	0,0	0,0	55,5	**55,5**
Total		**189,7**	**155,6**	**43,9**	**55,5**	**444,7**

Fonte: Os autores (2019).

Ambos os métodos obtiveram resultados coerentes, e a escolha de qual método utilizar deve ser tomada em função do objetivo do trabalho. Por apresentar diferentes níveis de detalhamento do ambiente, recomenda-se trabalhar com SCU em nível de propriedade agrícola e com o SAA em microbacias hidrográficas.

CONCLUSÕES

As metodologias utilizadas, SAA e SCU, indicam as potencialidades e limitações das terras, subsidiando o planejamento do uso e manejo. O SCU foi o método mais restritivo para classificar o potencial de uso da terra para agricultura na Estação Experimental do Canguiri.

REFERÊNCIAS

Alvarenga MIN, Paula MB. Planejamento conservacionista em microbacias. Informe Agropecuário, 2000; 21:55-64.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3 ed. Brasília. 2013.

Flauzino BK, Melloni EGP, Pons NAD. Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de minas gerais. Geociências. 2016; 35:277-287.

Lepsch JF, Bellinazzi Júnior R, Bertolini D, Espíndola CR. Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Campinas. Sociedade Brasileira da Ciência do Solo. 1991.

Pereira LC. Avaliação da aptidão agrícola das terras: proposta metodológica/Lauro Charlet Pereira, Francisco Lombardi Neto. Embrapa Meio Ambiente. 2004.

Ramalho Filho A, Beek KJ. Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras. 3 ed. Rio de Janeiro. Embrapa. 1995.

Sugamosto ML. Uso de técnicas de geoprocessamento para elaboração do mapa de aptidão agrícola da adequação de uso do centro de Estações Experimentais do Canguiri, Pinhais–PR. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2002.

[1] Discente do Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil, jocelitocastro@gmail.com, danielsilva.agr@gmail.com, jessica_llivia@hotmail.com

[2] Professor do setor de solos, UFPR, Curitiba, Paraná, Brasil, nfavaretto@ufpr.br, lcsouza@ufpr.br

DESEMPENHO PRODUTIVO DA SOJA EM RELAÇÃO AO MANEJO DO SOLO E PLANTAS DE COBERTURA

Leonardo Bomfim Belotto[1], Juliana Aparecida Marchetti[2], Gustavo Ferronatto[2], Lutécia Beatriz dos Santos Canalli[3], Tangriani Simioni Assmann[4].

RESUMO: O sistema de manejo do solo determina seu potencial produtivo ou a sua degradação. Este estudo teve por objetivo avaliar a produtividade da soja em função de plantas de cobertura de inverno e dois níveis de pousio (com e sem plantas invasoras) e de sistemas de manejo do solo, plantio direto (SPD) e plantio convencional (SPC). O experimento foi realizado na Estação Experimental do IAPAR em Pato Branco-PR. O delineamento experimental é o de blocos ao acaso, em esquema fatorial com parcelas subdivididas, com três repetições. Os dados foram submetidos a análise de variância, e quando houve significância as médias foram comparadas pelo teste de Tukey 5%. A produtividade da soja (kg ha^{-1}) não apresentou diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo para os tratamentos com plantas de cobertura. Porém, no pousio a produtividade da soja foi maior em SPD que em SPC. Por outro lado, no Pousio limpo a produtividade da soja foi maior em SPC e menor em SPD. Concluiu-se que o Pousio limpo é a pior condição independente do sistema de manejo do solo, afetando negativamente a produtividade da soja.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, plantio convencional, rotação de culturas.

INTRODUÇÃO

O sistema de manejo do solo determina seu potencial produtivo ou a sua degradação. Sistemas conservacionistas do solo como o plantio direto, com rotação de culturas e o uso de plantas de cobertura, têm a capacidade de manter o solo protegido pelo aporte contínuo de resíduos vegetais (palha) e pela ausência do revolvimento do solo. Como consequência tem-se a diminuição da erosão, o aumento da ciclagem de nutrientes e da atividade biológica (CERRETA et al., 2002), maiores conteúdos de matéria orgânica, de nutrientes e água armazenada do solo (MEURER, 2015). Por outro lado, o sistema de preparo convencional, com intenso revolvimento do solo, por sucessivas arações e gradagens,

[1]Estudante de Agronomia, UTFPR - Câmpus Pato Branco, bolsista IAPAR/Fundação Araucária, leonardobelotto@alunos.utfpr.edu.br
[2]Estudante de Agronomia, UTFPR – Câmpus Pato Branco – PR
[3]Pesquisadora, IAPAR, Ponta Grossa – Pr
[4]Professora, UTFPR - Câmpus Pato Branco, Pato Branco – Pr

ocasiona a erosão e degradação do solo (MEURER, 2015), com perda do potencial produtivo.

Considerando a importância de sistemas conservacionistas de manejo de solo e o uso de plantas de cobertura para um elevado aporte de resíduos vegetais, com consequente melhoria da fertilidade do solo e do incremento na produtividade das culturas de renda, o presente estudo teve por objetivo avaliar a produtividade da soja em função de diferentes plantas de cobertura de inverno e sistemas de manejo do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em experimento de longa duração (31 anos) na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), localizado na região sudoeste do Paraná no município de Pato Branco, à 700 m de altitude. O clima é caracterizado como subtropical úmido do tipo Cfb (Köppen), com precipitação média anual de 1200 mm. O solo é classificado como Latossolo Vermelho aluminoférrico (EMBRAPA, 2006).

O delineamento experimental adotado é o de blocos casualizados, com parcelas subdivididas, com 12 tratamentos e três repetições, sendo as espécies de inverno a parcela principal (20 x 12 m) e os sistemas de preparo do solo as subparcelas (20 x 6 m).

As plantas de cobertura avaliadas foram: aveia preta (*Avena strigosa*, Schreb.), centeio (*Secale cereale*, L.), ervilha forrageira (*Pisum sativum subesp. arvense*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa*, Roth.), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*, L.), tremoço azul (*Lupinus angustifolius*, L.), triticale (*Tritico cereale* W.), azevém (*Lollium multiflorum*), aveia preta + ervilhaca peluda, tremoço azul + aveia preta, além de dois tratamentos sem plantas de cobertura, o pousio onde as plantas invasoras de inverno foram mantidas, e o pousio limpo, onde as parcelas foram mantidas totalmente limpas, sem vegetação (solo descoberto). Os sistemas de manejo do solo foram o sistema de preparo convencional (SPC), com uma aração e duas gradagens duas vezes ao ano e o sistema plantio direto (SPD), sem revolvimento do solo.

A semeadura da cultura de soja (*Glycine max*, L. Merryl) foi realizada no dia 10 de outubro de 2017, com espaçamento de 0,45 m entre linhas. A avaliação da produtividade da cultura de soja foi realizada dia 26 de março de 2018, sendo consideradas três linhas centrais de 10 metros lineares por subparcela (13 m^2 de área útil).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando houve significância, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o software STATGRAPHICS. Os dados quantitativos foram plotados com o auxílio do

software SigmaPlot, versão 12.5.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da soja (kg ha^{-1}) não apresentou diferença significativa entre os sistemas de manejo do solo para os tratamentos com plantas de cobertura. Contudo, foram observadas diferenças significativas na produtividade da soja entre os manejos de solo nos tratamentos de Pousio (com plantas invasoras) e Pousio limpo (solo mantido sem plantas invasoras), conforme mostra a Figura 1.

No pousio a produtividade da soja foi maior em SPD que em SPC. A presença de plantas espontâneas neste tratamento não deixa o solo totalmente exposto e, além disso, observou-se predominância do Azevém como planta espontânea, a qual proporcionou razoável produção de fitomassa. Isso provavelmente influenciou na estabilidade do solo, proporcionando maior produtividade da soja quando o solo não foi revolvido no SPD, e menor produtividade no SPC, onde houve o revolvimento do solo.

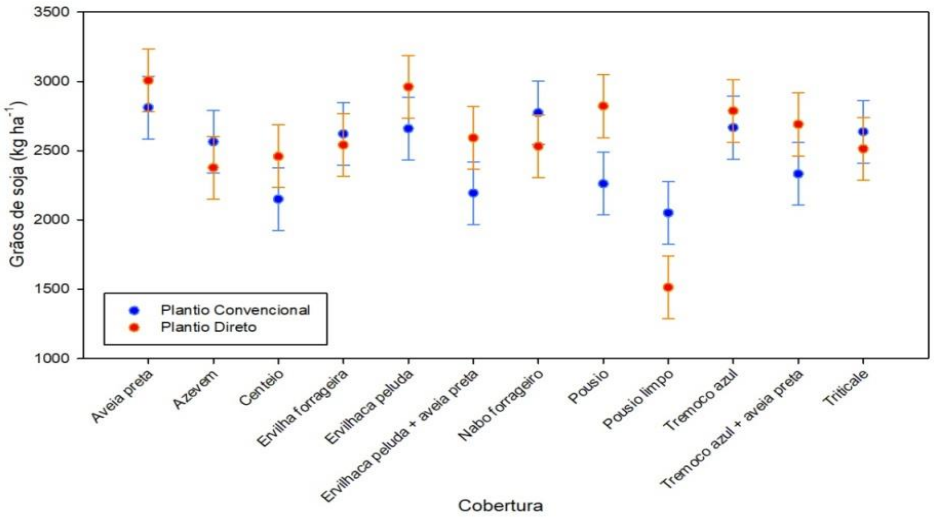


Figura 1. Produtividade da soja (kg ha^{-1}), comparando os sistemas de manejo do solo em cada tratamento com e sem plantas de cobertura no inverno. As barras em vermelho correspondem ao SPD e as barras azuis ao SPC.

Por outro lado, no Pousio limpo a produtividade da soja foi maior em SPC e menor em SPD. Neste tratamento, com a ausência de plantas espontâneas, o solo ficou totalmente exposto e suscetível às ações do tempo. O revolvimento do solo no SPC descompactou momentaneamente o solo e propiciou melhor desenvolvimento das plantas, resultando em

[1]Estudante de Agronomia, UTFPR - Câmpus Pato Branco, bolsista IAPAR/Fundação Araucária, leonardobelotto@alunos.utfpr.edu.br
[2]Estudante de Agronomia, UTFPR – Câmpus Pato Branco – PR
[3]Pesquisadora, IAPAR, Ponta Grossa – Pr
[4]Professora, UTFPR - Câmpus Pato Branco, Pato Branco – Pr

maior produtividade da soja. Já no SPD, as condições do solo foram mais adversas para o desenvolvimento das plantas, pois não havendo revolvimento do solo e nem cobertura alguma, o mesmo encontrava-se compactado, possivelmente dificultando o desenvolvimento radicular da soja, comprometendo sua produtividade. Vários autores (AITA & GIACOMINI, 2003; CANALLI, 2009; FRANCHINI et. al, 2011; CALEGARI et. al, 2013) reportaram a importância da alternância de espécies gramíneas e leguminosas nas rotações de culturas, proporcionando ambiente com menor suscetibilidade à pragas e doenças e mais favoráveis ao desenvolvimento das plantas.

CONCLUSÕES

Os resultados mostram que onde houve produção de biomassa pelo uso de plantas de cobertura, exclusivas ou em consórcio, não houve diferença significativa na produtividade da soja entre os sistemas de manejo do solo.

No Pousio a produtividade da soja foi maior em SPD que em SPC. Por outro lado, no Pousio limpo a produtividade da soja foi maior em SPC e menor em SPD.

O Pousio limpo é a pior condição independente do sistema de manejo do solo, afetando negativamente a produtividade da soja.

REFERÊNCIAS

Aita, C.; Giacomini, S. J. Decomposição e liberação de nitrogênio de resíduos culturais de plantas de cobertura de solo solteiras e consorciadas. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.27, p.601-612, 2003.

Calegari, A.; Tiecher, T.; Hargrove, E. L.; Ralisch, R.; Tessier, D.; Tourdonnet, S. de; Guimarães, M. de F.; Santos, D. R. dos. Long-termeffectofdifferentsoil management systems andwintercropsonsoilacidityand vertical distributionofnutrients in a BrazilianOxisol. Soil&TillageResearch 133, 32-39, 2013.

Canalli, L. B. dos S. Decomposição de resíduos culturais e sua contribuição nos macroagregados e na fração lábil na matéria orgânica do solo no sistema plantio direto. Tese (Doutorado em Agronomia) – Programa de Pós-Graduação em Agronomia (área de Concentração: Produção Vegetal), Universidade Federal do Paraná, 2009.

Ceretta, C. A; Basso, C. J; Herbes, M. G; Poletto, N; Silveira, M. J. da. Produção e decomposição de fitomassa de plantas invernais de cobertura de solo e milho, sob diferentes manejos da adubação nitrogenada. Ciência Rural, Santa Maria, v.32, n. 1, p.49-54, 2002.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro : EMBRAPA-SPI, 2006.

Franchini, J. C.; Costa, J. M. da.;Debiassi, H.; Torres, E. Importância da rotação de culturas para a produção agrícola sustentável no Paraná. Londrina: Embrapa Soja, 2011.

Meurer, EJ. Fundamentos de Química do Solo. 6a ed. Porto Alegre: Departamento de Solos - UFRGS; 2015.

CALAGEM E GESSAGEM SUPERFICIAIS SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO: ESTRATIFICAÇÃO DOS TEORES DE MAGNÉSIO.

Victória Koszalka[1], Christian Lopes[2], Emerson Eurich Sprotte[3], Leysse Silla[4], Marcelo Marques Lopes Muller.[5]

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da gessagem e da calagem sobre a mobilidade dos ions Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo em um experimento de longa duração sobre SPD. O delineamento experimental foram blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo as parcelas 5 doses de GA (gesso agrícola): 0, 3, 6, 9 e 12 t $ha^{-.1}$ e nas subparcelas três níveis de calagem na camada de 0,0-0,2m: 1) 0 t ha^{-1} de calcário (controle); 2) 5,67 t ha^{-1} de calcário dolomítico PRNT 95%, equivalendo à necessidade de calagem (NC) para atingir V=70%; e 3) 10,21 t ha^{-1} do mesmo calcário, equivalendo à NC para atingir V=100. O solo foi amostrado até 0,8m de profundidade para análises químicas. A calagem aumentou os teores de Mg^{2+} em todas as camdas de solo analisadas. O GA teve efeito significativo nas camadas de 0,4-0,6m e 0,6-0,8m causou redução nos teores de Mg^{2+}. Houve interação gessagem *vs.* calagem de 0,1-0,2m e 0,2-0,4m para Mg^{2+}.

PALAVRAS-CHAVE: calcário dolomítico, fosfogesso, mobilidade.

INTRODUÇÃO

A calagem é uma pratica essencial na agricultura em solos ácidos, o calcário quando dissolvido libera íons de cálcio (Ca^{+2}) e magnésio (Mg^{2+}), o que aumenta a saturação do solo por bases (V%). Estudos tem mostrado que em áreas manejadas sobre Sistema de Plantio Direto (SPD), tem se encontrado nas camadas de 0,0-0,05m e 0,05-0,10m elevados teores de bases trocáveis (Anghinoni e Salet, 1998). Enquanto em profundidade se tem o oposto dessa situação, isso porque o corretivo apresenta uma reação lenta e baixa mobilidade do calcário no perfil do solo (Ernani et al., 2001).

O uso de gesso agrícola ($CaSO_4.2H_2O$), é uma forma de se manejar a acidez do solo e adicionar Ca^{2+} e $S\text{-}SO_4^{2-}$ nas camadas mais profundas, devido o GA apresenta maior

[1]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, e vic.koszalka@gmail.com.
[2]Mestrando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, e christian42lopes@gmail.com.
[3]Guadruando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, e emersonsprotte@gmail.com
[4]Estagiária, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava e leysse.silla@gmail.com.
[5]Orientador Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, mmuller@unicentro.br

mobilidade vertical, reduzindo assim a atividade tóxica do alumínio (Al^{3+}) (Neis et al., 2010). O sulfato também faz com que ocorra o carreamento de cátions basicos do solo (Mg^{2+}, K^{+}), favorecendo assim o enrazaimento das plantas cultivadas.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a mobilidade do Mg^{2+} a longo prazo no perfil do solo pela aplicação superficial de gesso agrícola e calcário dolomítico num experimento de longa duração sobre SPD.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no *Campus* CEDETEG da UNICENTRO, na cidade de Guarapuava, PR. A área é manejada sobre SPD desde de 2005 e solo é classificado como Latossolo Bruno (Michalovicz, 2012), utilizando delineamento de blocos ao acaso, foram aplicadas cinco doses de GA (gesso agrícola) (0, 3, 6, 9 e 12 t ha^{-1}). Em 2014, as parcelas foram subdivididas para a aplicação de três níveis de calagem: 1) 0,0 t ha^{-1} de calcário; 2) 5,67 t ha^{-1} de calcário dolomítico PRNT 95%, equivalendo à NC para atingir saturação por bases (V) de 70% na camada de 0,0-0,2 m; e 3) 10,21 t ha^{-1} do mesmo calcário, equivalendo à NC para atingir V de 100% na camada de 0,0-0,2 m. Em 2018, o solo foi extratificado até a profundidade de 0,80m. As amostras foram analisadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Departamento de Agronomia da Unicentro, conforme EMBRAPA (1997). Os resultados foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), com regressão para as doses de GA e teste de Tukey para calagem, com auxílio do software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os teores de Mg^{2+} (Tabela 1) observou-se efeito do calcário em todas as camadas amostradas, sendo que de 0,0-0,05m e 0,05-0,1m, os níveis de calagem de V=100% e V=70% resultaram em maior teor de Mg^{2+} conforme a ordem: 10,21 t ha^{-1} > 5,67 t ha^{-1} > 0 t ha^{-1}. Nas camadas de 0,1-0,2m e 0,2-0,4m não houve efeito das doses de gesso, mas houve interação significativa entre gesso e calcário, sendo que na camada de 0,1-0,2m não houve efeito da calagem combinada às doses de 0 e 3 t ha^{-1} de gesso, e nas demais doses de gesso a calagem aumentou os teores de Mg^{2+} no solo.

Tabela 1: Resumo das análises de variância, de regressão e médias dos teores de Mg^{2+} trocável no solo sob doses de gesso agrícola e calcário aplicados na superfície do solo em plantio direto (Guarapuava 2018).

Prof. (m)	Gesso (t ha^{-1})	Mg^{2+} (cmol$_c$ dm^{-3}) C0	C1	C2
0-0,05	0 (controle)	2,66	3,55	4,96
	3	1,99	4,26	5,44
	6	1,90	4,10	4,33
	9	1,59	4,06	5,22
	12	0,85	3,73	5,30
	Média[2] ($\bar{X}$)	**1,79a**	**3,94b**	**5,05c**
0,05-0,10	0 (controle)	1,79	2,56	3,07
	3	1,75	2,99	3,33
	6	1,41	2,57	3,84
	9	0,88	2,81	4,00
	12	0,60	2,67	3,95
	Média ($\bar{X}$)	**1,28a**	**2,92b**	**3,64c**
0,10-0,20	0 (controle)	1,90A	1,87A	2,41A
	3	1,61A	2,21A	2,18[a]
	6	1,28A	2,45B	1,90[a]
	9	0,79A	1,95B	2,65B
	12	0,54A	1,68B	2,03
	Média ($\bar{X}$)	**1,22a**	**2,03b**	**2,23b**
	Gesso		n.s	
	Gesso x Calcário	L***/0,98	n.s.	n.s.
0,20-0,40	0 (controle)	1,60A	1,35A	1,56A
	3	1,15A	1,83B	2,12B
	6	0,86A	1,68B	1,96B
	9	0,68A	1,45B	1,84B
	12	0,52A	1,37B	2,21C
	Média ($\bar{X}$)	**0,96a**	**1,53b**	**1,94c**
	Gesso		n.s	
	Gesso x Calcário	L***/0,94	n.s.	n.s.
0,40-0,60	0 (controle)	1,41	1,36	1,55
	3	1,05	1,31	1,31
	6	0,73	1,19	1,41
	9	0,46	1,15	1,51
	12	0,37	0,73	1,05
	Média ($\bar{X}$)	**0,80a**	**1,15b**	**1,36b**
	Gesso		L***/0,94	
0,60-0,80	0 (controle)	1,61	1,82	1,62
	3	1,24	1,69	1,31
	6	0,92	1,35	1,71
	9	0,45	1,07	1,61
	12	0,37	0,56	1,15
	Média ($\bar{X}$)	**0,92a**	**1,30b**	**1,48b**
	Gesso		L***/0,96	

[1]C0 = sem aplicação de calcário, C1 = 5,67 t ha^{-1} de calcário (dolomítico, PRNT 95%), equivalendo à necessidade de calagem (NC) para atingir saturação por bases (V) de 70% na camada de 0,0-0,2 m de profundidade; e 3) 10,21 t ha^{-1} de calcário, equivalendo à NC para atingir V de 100% na camada de 0,0-0,2 m; [2]Média = média em função das doses de gesso, para cada nível de calagem , para comparação por Tukey (α = 0,05); n.s.: não significativo.

[1]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, e vic.koszalka@gmail.com.
[2]Mestrando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, e christian42lopes@gmail.com.
[3]Guadruando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, e emersonsprotte@gmail.com
[4]Estagiária, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava e leysse.silla@gmail.com.
[5]Orientador Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, mmuller@unicentro.br

Na camada de 0,2-0,4m, não houve efeito da calagem com a dose de 0 t ha^{-1} de gesso, e nas demais doses a calagem aumentou os teores de Mg^{2+} no solo. Nas camadas de 0,4-0,6m e 0,6-0,8m, houve queda linear dos teores de Mg^{2+} em função das doses de gesso, bem como diferença entre o controle e os tratamentos com calagem, mas sem diferença entre as doses de calcário.Os resultados corroboram com os encontrados por Caires et al. (1999) o qual observou, que a aplicação de gesso, associadas a calagem, pode causar lixiviação dos íons de Mg, reduzindo assim os teores de Mg trocável em todo o perfil do solo.

CONCLUSÕES

A calagem elevou os teores de Mg, proporcionalmente às doses de calcário aplicadas. Houve interação calagem vs. gessagem nas camadas de 0,1-0,2m e 0,2-0,4m, onde o efeito da calagem em aumentar os teores de Mg^{2+} do solo foi potencializado pela combinação com as maiores doses de gesso. A aplicação de gesso agrícola, isoladamente, causou redução nos teores de Mg^{2+} do solo nas camadas de 0,4-0,6m e 0,6-0,8m.

REFERÊNCIAS

Anghinoni, I., Salet, R.L. Amostragem do solo e as recomendações de adubação e calagem no sistema plantio direto. In: NUERNBERG, N. J., (ed.). Conceitos e fundamentos do sistema plantio direto**.** Lages : Núcleo Regional Sul/SBCS, 1998; 27-52.

Caires, E. F., Fonseca, A. F., Mendes, J., Chueiri, W. A., Madruga, E. F. Produção de milho, trigo e soja em função das alterações das características químicas do solo pela aplicação de calcário e gesso na superfície, em sistema de plantio direto. Rev Bras Cienc Solo. 1999; 23:315-327.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997.

Ernani, P. R.; Ribeiro, M. S.; Bayer, C. Modificações químicas em solos ácidos ocasionadas pelo método de aplicação de corretivos da acidez e de gesso agrícola. Scietia Agricola. 2001; 58:825-31. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162001000400026.

Michalovicz L. Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho-cevada-feijão trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em plantio direto [Dissertação]. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro-PR.2012.

NEIS, L. et al. Gesso agrícola e rendimento de grãos de soja na região do sudoeste de Goiás. Rev Bras Cien Solo, 2010; 34: 409-16. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200014.

DISTRIBUIÇÃO DE FÓSFORO NO PERFIL DO SOLO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

Ivan Bordin[1], Luciano Grillo Gil[1], Osmar Maziero Buratto[2], Henrique Giordani Martini Ferreira[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de rotações de culturas na distribuição do fósforo (P) no perfil do solo relacionado à adição, ciclagem e exportação deste elemento em sistema de plantio direto. Foram instalados seis tratamentos: 1 (milho/soja, milho/soja, milho/soja); 2 (aveia branca/soja, centeio/milho, trigo/soja); 3 (aveia + centeio/soja, aveia + nabo/milho, braquiária/soja); 4 (canola/milho, crambe/milho, cártamo/soja); 5 (mourisco/nabo/milho, feijão/soja, mourisco/aveia/soja) e 6 (trigo/milho + braquiária, canola/milho, feijão/soja). Foram determinados os teores de P do solo no início e final do experimento, além da adição, ciclagem e exportação do P. O acúmulo de fósforo na camada de 0-0,05 m é decorrente da adição por fertilizantes, sem influência das espécies vegetais.

PALAVRAS-CHAVE: soja, plantio direto

INTRODUÇÃO

O Sistema de Plantio Direto (SPD) caracteriza-se pelo não revolvimento do solo, que influencia na distribuição do fósforo (P) no perfil do solo. Com o passar dos anos de implantação do SPD, existe um acúmulo de fósforo na camada superficial do solo, sobretudo nos primeiros 0,05 m, em razão da aplicação anual de fertilizantes fosfatados. Segundo Prochnow et al. (2010) o aumento da disponibilidade de P em sistema de plantio direto pode ser de até 1,4 mg dm^{-3}/ano, na camada de 0-10 cm, devido a sucessivas aplicações localizadas dos fertilizantes.

A liberação do fósforo orgânico por meio da decomposição dos resíduos vegetais deixados na superfície do solo também contribui para este acúmulo, que pode ser redistribuído no perfil do solo, dependendo da espécie vegetal de cobertura utilizada (Corrêa et al., 2004). Outro fator que deve ser levado em consideração é a exportação de P

[1]Pesquisador, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR. E-mail: ivanbordin@iapar.br.
[2]Acadêmico de Agronomia, UNOPAR, Avenida Paris, 675 – Londrina – PR.
[3]Mestrando em Agricultura Conservacionista, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR.

pelos grãos, que podem variar de acordo com o manejo e principalmente a produção de grãos das culturas comerciais (EMBRAPA, 2013).

Nesse contexto, o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de rotações de culturas na distribuição do fósforo no perfil do solo relacionado à adição, ciclagem e exportação deste elemento em sistema de plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina- PR. O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico típico, textura argilosa, A moderado. Foram instalados seis tratamentos, em sistema de plantio direto, (Tabela 1), em área com histórico de aveia preta no inverno e milho e soja no verão de forma alternada por 11 anos.

Tabela 1 - Tratamentos de rotação de culturas. Londrina, Paraná, Brasil.

Tratamentos	2014/2015		2015/2016		2016/2017	
	inverno	verão	inverno	verão	inverno	verão
1	milho	soja	milho	soja	milho	soja
2	aveia branca	soja	centeio	milho	trigo	soja
3	aveia + centeio	soja	aveia + nabo	milho	braquiária	soja
4	canola	milho	crambe	milho	cártamo	soja
5	mourisco/nabo	milho	feijão	soja	mourisco/aveia	soja
6	trigo	milho + braquiária	canola	milho	feijão	soja

+ = cultivo consorciado. / = cultivo em sucessão.

Foram coletadas quatro amostras de solo em quatro profundidades (0-0,05, 0,05-0,1, 0,1-0,2 e 0,2-0,4 m) antes do início do experimento em setembro de 2013 (caracterização da área) e uma amostra composta por quatro subamostras para cada parcela, nas mesmas profundidades, na cultura da soja em março de 2017, para a determinação dos teores de fósforo (P) (Pavan et al., 1992). A adição de P foi calculada com base nos fertilizantes utilizados, enquanto para a ciclagem e extração os cálculos levaram em consideração a matéria seca da parte aérea e produtividade de grãos e seus respectivos teores de P, determinados em laboratório, de todas as culturas utilizadas nos três anos agrícolas. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, com 300 m^2 (20 m x 15 m) cada parcela. Os dados de P do

solo foram submetidas à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada de 0-0,05 m os tratamentos 4, 5 e 6 foram superiores ao tratamento 3, não se diferenciando dos tratamentos 1 e 2. Não houve diferenças das camadas (0,05-0,1 m; 0,1-0,2 m e 0,2-0,4 m) (Figura 1). O tratamento 3 (aveia+centeio/soja, aveia+nabo/milho, braquiária/soja), que preconiza o cultivo de plantas de cobertura do solo no inverno (sem fertilizantes químicos) e culturas comerciais no verão, teve valores de P_2O_5 no perfil do solo mais próximos a caracterização da área (Figura 1), provavelmente por ter um manejo semelhante ao adotado antes da implantação do experimento.

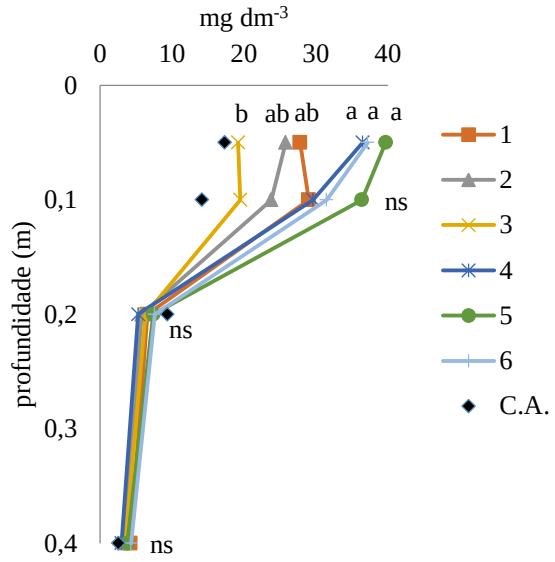


Figura 1 – Distribuição de P_2O_5 no perfil do solo na cultura da soja em sistemas de rotação de culturas, após três anos. Londrina, Paraná, Brasil. C. A. = caracterização da área.

Na Figura 2, pode-se notar que o tratamento 3 teve menor valor total de P, com a maior contribuição de P proveniente da adição por fertilizantes. O que reforça a hipótese de que a consequente adição consecutiva de fertilizantes fosfatados na camada superficial é a principal causa de seu acúmulo (Prochnow et al., 2010). Neste caso o solo atua exclusivamente como dreno do P, pois a quantidade de fósforo adicionada via fertilizantes é maior que a quantidade exportada pelo sistema (Figura 2).

O P ciclado teve menor contribuição em relação ao P adicionado e exportado, com valores semelhantes entre os tratamentos (Figura 2). Este fato provavelmente acorreu pelos

[1]Pesquisador, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR. E-mail: ivanbordin@iapar.br.
[2]Acadêmico de Agronomia, UNOPAR, Avenida Paris, 675 – Londrina – PR.
[3]Mestrando em Agricultura Conservacionista, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR.

baixos teores e pouca variabilidade de P da matéria seca de diferentes espécies vegetais (Calegari, 2006).

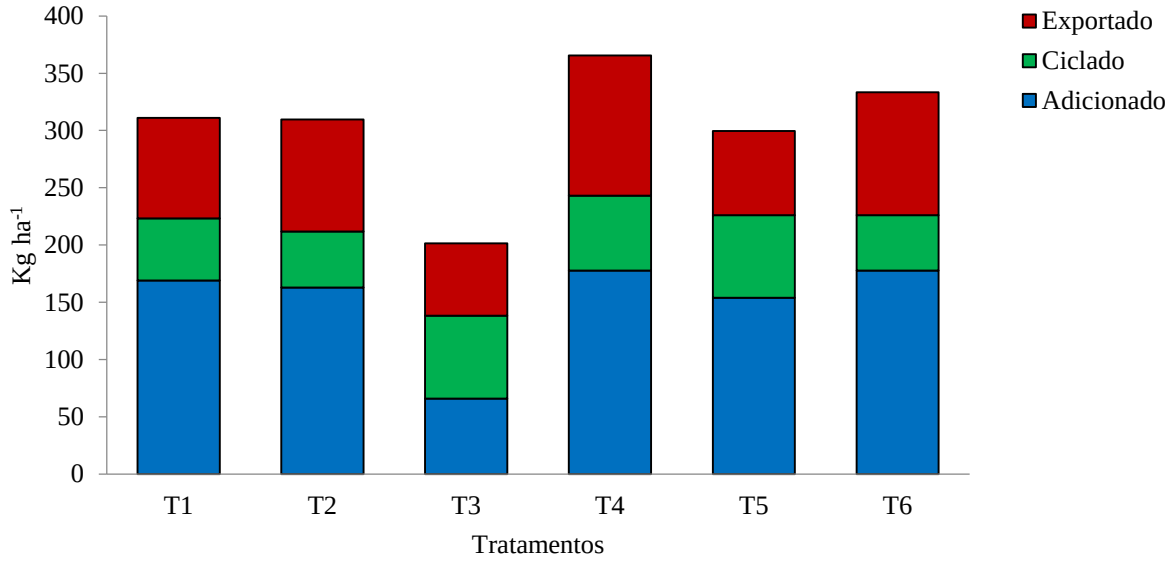


Figura 2 – Fósforo (P) total adicionado por fertilizantes, ciclado pela matéria seca da parte aérea e exportado pelos grãos, em sistemas de rotação de culturas, após três anos. Londrina, Paraná, Brasil.

CONCLUSÕES

O acúmulo de fósforo na camada de 0-0,05 m é decorrente da adição por fertilizantes, sem influência das espécies vegetais.

REFERÊNCIAS

PAVAN MA, BLOCH MF, ZEMPULSKI HC, MIYAZAWA M, ZOCOLER DC. Manual de análise química do solo. Londrina, Instituto Agronômico do Paraná, 1991.

PROCHNOW LI, CASARIN V, STIPP, SR, (Eds.). Boas práticas para uso eficiente de fertilizantes. Piracicaba: IPNI, 2010.

CALEGARI A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR R, SIQUEIRA R, MEHTA Y R, PASSINI JJ. Sistema plantio direto com qualidade, Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2006. p.55-73.

CORRÊA JL, MAUAD M, ROSELEM CA. Fósforo no solo e desenvolvimento de soja influenciados pela adubação fosfatada e cobertura vegetal. Pesq. Agropec. Bras. 2004; 39:1231-1237. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004001200010

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Tecnologias de produção de soja região central do Brasil 2014. Londrina: Embrapa Soja, 2013. 265 p.

INFLUÊNCIA DO BIOCHAR NA DISPONIBILIDADE DE ÁGUA DE UM LATOSSOLO

Alisson Marcos Fogaça[1], Eduardo Augusto Agnellos Barbosa[2], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Ricardo Trippia dos Guimaraes Peixoto[3], Claudia Maria Branco de Freitas Maia[3]

RESUMO: Objetivou-se estudar os efeitos da aplicação de biochar nas características físico-hídricas de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico cultivado com eucalipto. Incorporou-se ao solo a dose de 3,21 Mg ha^{-1} de biochar de cavacos de eucalipto pirolisados a 450 °C por 8 horas. As amostras de solo foram coletadas três meses após a incorporação nas profundidades de 0-10 e 10-20 cm. Observou-se redução da densidade e incremento da porosidade total em ambas as profundidades estudadas. Ensaios de extração de água demonstraram que, na primeira profundidade, houve incremento na disponibilidade total de água e na segunda profundidade houve aumento da macroporosidade e redução da microporosidade. A dose de biochar aplicada aumentou a disponibilidade de água do solo.

PALAVRAS-CHAVE: disponibilidade total de água, macroporosidade, densidade.

INTRODUÇÃO

Biochar é o material carbonizado obtido pela pirólise da biomassa, sendo destinado para aplicação ao solo com objetivo de melhorar seus atributos físicos, químicos e biológicos. Tal material carbonáceo é encontrado nas Terras Pretas de Índio da Amazônia e foi apontado como responsável por aumentar a retenção de água destas em 18% e por aumentar o teor de carbono em cinco vezes quando comparado aos solos adjacentes (Atkinson et al. 2010).

Os efeitos citados do biochar são mais frequentemente reproduzidos em condições controladas e com altas doses aplicadas (até 100 Mg ha^{-1}) do que em condições de campo (Omondi, 2016). Doses muito altas inviabilizam a aplicação prática do biochar, logo experimentos de campo com doses mais praticáveis dentro de uma logística de produção podem contribuir no avanço do uso do biochar.

Conhecer as alterações da disponibilidade de água quando da aplicação de biochar em doses viáveis (3,21 Mg ha^{-1}) em área de produção pode justificar a ampliação do seu uso na agricultura. Este trabalho investigou a influência da aplicação de biochar na disponibilidade

[1]Mestrando, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), alifogaca@hotmail.com.
[2]Docente, DESOLO, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR).
[3]Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo (PR)

hídrica de um Latossolo Vermelho-Amarelo cultivado com *Eucalyptus urograndis*.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Esperança, área pertencente a Urophylla Agroflorestal Ltda. associada a SLB do Brasil, em São Jerônimo, Paraná, Brasil (50° 39' 14.022" W, 23° 47' 32.295" S e 1.114 m de altitude).

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico com A húmico. A área foi dividida em duas parcelas de 0,31 ha baseado na equidade textural e de carbono orgânico total obtido por teste F. As médias observadas (n = 30) seguidas pelo erro padrão da média foram de 276±9, 595±6 e 129±7 para argila, areia e silte, respectivamente, e 3,32±0,1 g kg^{-1} para o carbono orgânico total.

O biochar aplicado ao solo foi produzido de cavacos de eucalipto pirolisados por 8 horas a 450 °C. Este foi incorporado nas linhas de plantio na dose de 3,21 Mg ha^{-1}. Posteriormente, clones de *Eucalyptus urograndis* foram transplantados no dia 7 de novembro de 2017 em espaçamento 1,5 x 3 m. Aos três meses após o plantio, cento e oito amostras de solo indeformado foram coletadas próximas as plantas nas profundidades 0-10 e 10-20 cm em anéis de 100 cm^3.

Para as determinações físico-hídricas do solo seguiram-se as deduções apresentadas por Hillel (1998). Foi determinada a porosidade total por saturação (ϕ_{total}). Posteriormente, grupos de 9 amostras de solo foram utilizados para determinar o volume da macro (ϕ_{macro}) e microporosidade (ϕ_{micro}) por extração de água a tensão de 6 kPa, capacidade de campo (CC) na tensão de 10 kPa, água prontamente disponível (APD) entre CC e umidade do solo na tensão de 100 kPa e a disponibilidade total de água (DTA) entre a CC e o ponto de murcha permanente (PMP) obtido na tensão de 1500 kPa. O PMP foi determinado em WP4C (Decagon Devices, EUA). Posterior as análises, o solo foi seco a 105 °C para obter a densidade aparente do solo (Ds), dividindo a massa seca pelo volume do anel de cada amostra.

Após a verificação da normalidade dos resíduos por Shapiro-Wilk, realizou a análise de variância e, quando o teste F foi significativo ($p<0,05$), as médias foram comparados pelo teste de Tukey ($p<0,05$). As análises estatísticas foram realizadas no software R (R Core Team, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Por meio do teste F, constatou-se efeito significativo do biochar para a Ds e ϕ_{total} nas

camadas de 0-10 e 10-20 cm (Tabela 1), após três meses de sua incorporação, com valores aproximadamente 8% superiores ao do solo sem aplicação do biochar. Não foram observados efeitos significativos no período experimental para a CC, PMP e APD, porém verificou-se que na profundidade de 0-10 cm houve efeito para a DTA. A diferença na DTA representa um incremento médio de 30 m^3 ha^{-1} de água armazenada ao solo.

Tabela 1 – Atributos físico-hídricos de duas profundidades de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico Típico com ou sem aplicação de 3,21 Mg ha^{-1} de biochar.

Profundidade (cm)	Biochar	Ds (g cm^{-3})		ϕ_{total} (m^3 m^{-3})		ϕ_{micro} (m^3 m^{-3})		ϕ_{macro} (m^3 m^{-3})		CC (mm)
0-10	Com	1,00±0,06[1]	b[2]	0,62±0,06	a	0,35±0,02		0,25±0,06		31±2
	Sem	1,06±0,06	a	0,57±0,06	b	0,36±0,04		0,23±0,11		31±3
10-20	Com	1,05±0,08	b	0,57±0,07	a	0,37±0,03	b	0,20±0,10	a	37±4
	Sem	1,15±0,06	a	0,49±0,04	b	0,39±0,02	a	0,12±0,07	b	40±4
		-100 kPa (mm)		**PMP (mm)**		**APD (mm)**		**DTA (mm)**		
0-10	Com	25±3		14±1		7±3		18±3	a	
	Sem	24±2		16±2		6±3		15±4	b	
10-20	Com	27±3	b	16±2		7±6		21±3		
	Sem	30±2	a	18±2		10±4		22±5		

[1] – desvio padrão; [2] – médias seguidas de letras diferentes diferem entre si dentro da mesma profundidade.

A diferença na Ds e na ϕ_{total} pode ter ocorrido por contribuição direta da porosidade e densidade do biochar. Este apresenta densidade de 0,16 g cm^{-3} e porosidade de 0,90 m^3 m^{-3}. Esta suposição concorda com os relatos de Hardie et al. (2014) e Liu et al. (2017). Os autores também propõem que além da contribuição direta do biochar, este tem potencial de formar agregados mais estáveis. Portanto, a aplicação de biochar pode ter contribuído na reagregação do solo após três meses de revolvimento e transplantio com efeitos nas relações de massa e volume do solo.

A redução na retenção de água a -100 kPa e aumento da macroporosidade na camada 10-20 cm sugere que o biochar influenciou na redução de poros de 30 µm e aumento de poros maiores que 3 µm, cujos são importantes na drenagem e aeração. O efeito do biochar na ϕ_{macro} também foi observado por Herath et al. (2013) em dois solos franco-siltosos com 41 e 102 g kg^{-1} de carbono orgânico total aos 295 dias após a incorporação. Porém, observou-se efeito significativo em menor intervalo de tempo (90 dias após a aplicação). A mais rápida resposta pode estar relacionada ao menor teor de carbono orgânico total de 3,32 g kg^{-1},

[1]Mestrando, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), alifogaca@hotmail.com.
[2]Docente, DESOLO, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR).
[3]Pesquisador, Embrapa Florestas, Colombo (PR)

condição em que os efeitos do biochar são mais pronunciados (Omondi, 2016).

Os resultados do presente estudo contrastam com os encontrados por Hardie et al. (2014), cujos não observaram efeitos da aplicação de 47 Mg ha^{-1} de biochar de *Acacia sp.* nas características físico-hídricas de um solo com 2,42; 104 e 728 g kg^{-1} de carbono orgânico total, argila e areia, respectivamente. Neste estudo, aplicou-se 13 vezes menos biochar em um solo com menor teor de matéria orgânica e areia, considerado menos provável para observar os efeitos do biochar (Omondi, 2016). Tal diferença pode ser atribuída ao biochar deste estudo apresentar densidade aproximadamente três vezes menor e porosidade duas vezes maior, influenciando com maior magnitude as variáveis analisadas. Portanto, o biochar de eucalipto se mostra eficiente no aumento da disponibilidade de água do solo da área experimental.

CONCLUSÕES

A aplicação da dose de 3,21 Mg ha^{-1} de biochar de eucalipto reduziu a densidade e aumentou a porosidade total do solo. Houve aumento da disponibilidade total de água em camada superficial e aumento da macroporosidade com redução da microporosidade nas camadas subsuperficiais. A dose adotada de biochar de eucalipto aumentou a disponibilidade de água em um Latossolo utilizado para a produção comercial de eucalipto.

AGRADECIMENTOS

A CAPES (Financiamento 001), Embrapa Florestas e SLB do Brasil.

REFERÊNCIAS

Atkinson CJ, Fitzgerald JD, Hipps NA. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. Plant and soil. 2010. 1;337(1-2):1-8. https://doi.org/10.1007/s11104-010-0464-5

Hardie M., Clothier B., Bound S. et al. Does biochar influence soil physical properties and soil water availability? Plant and Soil. 2014. 376: 347. https://doi.org/10.1007/s11104-013-1980-x

Herath HM, Camps-Arbestain M, Hedley M. Effect of biochar on soil physical properties in two contrasting soils: an Alfisol and an Andisol. Geoderma. 2013 Nov 1;209:188-97. http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2013.06.016

Hillel D. Environmental soil physics: Fundamentals, applications, and environmental considerations. Holanda: Elsevier. 1998.

Liu Z, Dugan B, Masiello CA, Gonnermann HM. Biochar particle size, shape, and porosity act together to influence soil water properties. Plos one. 2017. 9,12(6). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0179079

Omondi MO, Xia X, Nahayo A, Liu X, Korai PK, Pan G. Quantification of biochar effects on soil hydrological properties using meta-analysis of literature data. Geoderma. 2016. 15;274:28-34. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.03.029.

R CORE TEAM. R: a language and environment for statistical computing. The R Foundation for Statistical Computing. 2017. http://www.R-project.org/.

DISSOLUÇÃO SELETIVA SEQUENCIAL PARA QUANTIFICAÇÃO DE ASSOCIAÇÃO ORGANO-MINERAL EM SOLOS DE TERRA PRETA DE ÍNDIO

Bruna Ramalho[1], Jeferson Dieckow[2], Vander de Freitas Melo[3], Priscila Luzia Simon[4], Ricardo Henrique Ribeiro[5]

RESUMO: Associações de grupos funcionais orgânicos com minerais pedogênicos são consideradas fatores-chave na permanência e longevidade da matéria orgânica do solo (MOS). O estudo tem como objetivo quantificar os teores de carbono orgânico total (COT) associados as classes funcionais de minerais do solo através de dissolução seletiva sequencial. Solos com TPI foram comparados com solos referência (sem pirolisação) em cinco diferentes sítios da Amazônia, em delineamento inteiramente casualizado. Após obtenção da fração argila por fracionamento físico granulométrico e determinadas suas concentrações de COT por combustão seca, foi realizado a extração química sequencial nessa fração com hidroxilamina (HH) 0,1 mol L^{-1}, ditionito de sódio (DT) 0,5 mol L^{-1}, pirofosfato de sódio (PYR) 0,1 mol L^{-1} e hidróxido de sódio (NaOH) 0,2 mol L^{-1}. O PYR responsável pela extração de C ligado a fase mineral por complexo de esfera interna foi o maior extrator de C em solos de TPI de todos os sítios avaliados, com correlação positiva entre os teores de C e Fe extraído, indicando a importância da associação organo-mineral como estabilizadora de MOS em solos antrópicos.

INTRODUÇÃO

Associações de grupos funcionais orgânicos com minerais pedogênicos são consideradas fatores-chave na permanência e longevidade da matéria orgânica do solo (MOS). A resistência à decomposição ocorre principalmente devido aos complexos de esfera interna, caracterizados pela formação de ligações covalentes polares entre os grupos funcionais orgânicos e os minerais do solo (óxidos de Fe e Al). Esse mecanismo por associação organo-mineral tem sido estudado há muito tempo na Ciência do Solo, mas essas informações para a Terra Preta de Índio (TPI) ainda são escassas.

As TPIs são solos de coloração escura conhecidos por sua elevada fertilidade e conteúdos de matéria orgânica estável, sendo considerados grandes reservatórios de C terrestre (Glaser e Birk, 2012). Essas características químicas são resultantes da moradia

[1,5]Estudante de doutorado, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Juvevê, Curitiba-PR, bruu.ramalho@hotmail.com.
[2]Professor associado, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Juvevê, Curitiba-PR.
[3]Professor aposentado, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Juvevê, Curitiba-PR.
[4]Pós-doutoranda, AgResearch (Invermay), 176 Puddle Alley, Mosgiel 9092, Nova Zelândia.

prolongada de povos pré-colombianos, e a incorporação de carvão pirogênico. Além da presença de estruturas altamente recalcitrantes, a permanência da MOS em TPI pode ser conferida pelo mecanismo de associação organo-mineral (Xiao et al., 2016), considerada um dos principais mecanismos de estabilização de C, com ocorrência simultânea com os processos de proteção física e recalcitrância química.

O emprego de técnicas como a dissolução seletiva sequencial tem mostrado ser um método eficiente para identificar a natureza da associação organo-mineral, através da quantificação do conteúdo de COT no solo associado a diferentes fases minerais funcionais seletivamente dissolvidas (Coward et al., 2017).

Com base nessas informações, o objetivo desse estudo foi empregar a técnica de dissolução seletiva sequencial em solos de TPI e solos referência, para quantificação da associação organo-mineral através do conteúdos de COT, Fe e Al dissolvidos, visto que, esses solos se tornaram um fenômeno nesses últimos anos por atuar como um modelo de sustentabilidade de práticas agrícolas no trópico úmido.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido nos sítios de Lago Grande e Caldeirão em Iranduba/AM, no sítio de Maguari em Belterra/PA, e nos sítios de Teotônio e Santa Paula em Porto Velho/RO. O clima da região é tropical mançonico, Am (Köppen), com temperatura média mensal variando entre 25,8 ºC no mês mais quentes e 25,2º C no mês mais frio, e precipitação pluviométrica anual de 2400 mm, devido as chuvas periódicas.

O experimento foi constituído por dois tipos de solos selecionados pela presença de pirolização (solo de TPI e referência) e cinco sítios com diferentes teores de COT e Fe total, em delineamento inteiramente casualizado com três repetições. Amostras de 0-10 cm foram coletadas em duas paredes verticais de trincheiras de 25x25 cm. As amostras foram secas ao ar à temperatura ambiente, uma alíquota foi retirada e moída até passar em malha de 200 μm para determinação do teor de COT por combustão seca em analisador elementar Vario EL III. Em seguida, foi realizado o fracionamento físico granulométrico com a dispersão das amostras por agitação com esferas e sonicação, e a separação das frações físicas (argila, silte e areia) por peneiração e sedimentação gravitacional.

A partir da fração argila foi realizada a dissolução seletiva com extratores químicos aplicados de forma sequencial. O primeiro extrator utilizado foi a hidroxilamina (HH) 0,2 mol L^{-1}, capaz de dissolver C livre e óxidos de Fe de ordenamento estrutural reduzido. Em seguida, as fases cristalinas de Fe e Al foram extraídas com ditionito de sódio (DT)

modificado 0,5 mol L^{-1}, e os óxidos de Fe e Al de baixa cristalinidade ligados a matéria orgânica extraídos com pirofosfato de sódio (PYR) 0,1 mol L^{-1}. Por fim, uma última extração com hidróxido de sódio (NaOH) 0,2 mol L^{-1} para extração de aluminossilicatos amorfos e gibbsita. Os teores de Fe e Al em cada sobrenadante extraído foram determinados por espectroscopia de emissão atômica em plasma indutivamente acoplado (ICP-OES), e o COT do resíduo sólido de cada extrator analisado por combustão seca.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). Médias entre tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ($p<0,05$). As análises foram realizadas com o programa estatístico Sisvar e o software de gráficos SigmaPlot 12.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O PYR responsável pela dissolução de óxidos de Fe e Al de baixa cristalinidade ligados a matéria orgânica apresentou o mais índice de extrabilidade do C. De maneira geral, a HH extraiu cerca de 3% do C total da fração argila, seguido por 8% pelo DT, 65% pelo PYR e 4% pelo NaOH em condição de TPI. Já para o solo referência, esses valores médios apresentaram o mesmo comportamento, porém distribuídos de forma distinta, com média de 10% do C total da argila extraído por HH, 11% pelo DT, 50% pelo PYR e 6% pelo NaOH entre os cinco sítios avaliados (dados não apresentados). A sobreposição de extratores de óxidos de Fe menos cristalinos, permite em um primeiro momento a remoção de uma forma mais lábil desses minerais, possivelmente removido pela HH, e posteriormente, a remoção de uma porção mais estável desses óxidos no solo. Embora não significativo estatisticamente, os solos de TPI mostraram uma tendência de maiores valores de Fe extraído pelo PYR, comparado ao solo referência (dados não apresentados).

A partir das relações entre os teores de Fe e C (Figura 1a) e Al e C extraído (Figura 1b), foi possível notar que a HH apresentou correlação negativa entre essas variáveis, e que embora positivo, o coeficiente de correlação (R) para o DT de R=0,2, tanto para Fe quanto para Al, e para o NaOH de R=0,4 para Fe e R=0,5 para Al (dados não apresentados) foram não significantes, indicando que essas fases contribuem pouco na dinâmica de acumulação de matéria orgânica em solos de TPI. O PYR foi o único extrator que apresentou boa correlação entre o teor de C extraído e o teor de Fe e Al extraído (R=0,93), inferindo que as amostras que liberaram mais C também liberaram mais Fe e Al, em todos os sítios, mas principalmente no sítio de Teotônio que possui valores originalmente altos de C e Fe.

Se realizado a relação molar C:Fe (g kg^{-1} argila) para as amostras, apenas o DT, em ambos os solos, possui relações inferiores a 1 (um). Segundo Coward et al. (2017) relações

C:Fe <1 há predominância de reações simples de superfície, ou seja, sem ocorrência de quelação. Matéria orgânica sorvida a óxidos de Fe cristalinos possuem menor relação molar C:Fe àquela sorvida a minerais de baixa cristalinidade. Essa informação confirma a importância da associação organo-mineral, nesse caso, mensurada pelo PYR, como o maior responsável pela acumulação de matéria orgânica nos solos antrópicos.

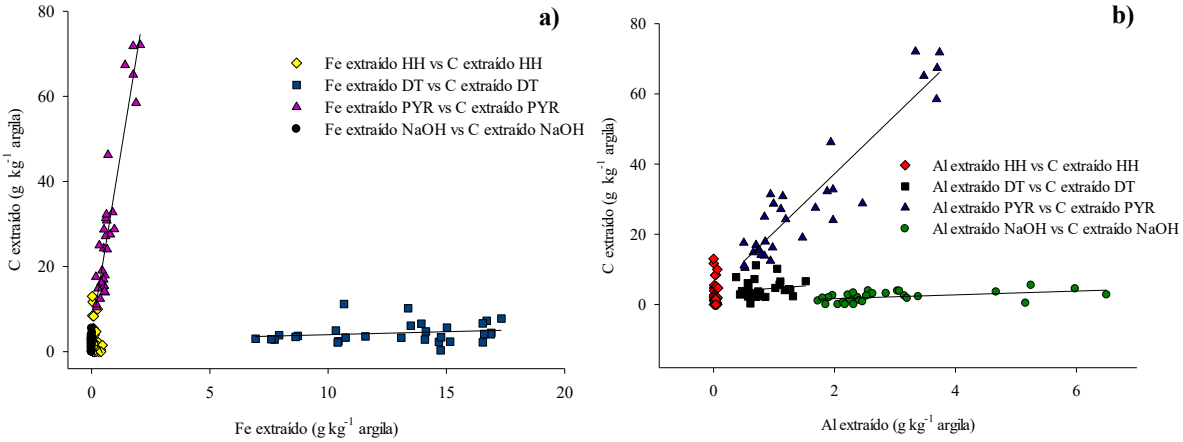


Figura 1. Relações entre C e Fe extraídos (Figura 1a), e C e Al extraídos (Figura 1b) da fração argila de diferentes sítios com e sem TPI, tratada com hidroxilamina (HH), ditionito de sódio (DT), pirofosfato de sódio (PYR) e hidróxido de sódio (NaOH).

CONCLUSÕES

Os maiores índices de carbono e de óxidos de Fe e Al de baixo ordenamento estrutural foram extraídos pelo pirofosfato de sódio (PYR), sugerindo que associação organo-mineral via complexos de esfera interna extraídos por esse extrator químico são os responsáveis pela maior parte da matéria orgânica estabilizada em solos com e sem presença de pirolisação. Portanto, além da recalcitrância química pelas estruturas pirogênicas, o mecanismo de associação organo-mineral tem relevante contribuição no processo de estabilização da MOS em solos de TPI.

REFERÊNCIAS

Coward EK, Thompson AT, Plante AF. Iron-mediated mineralogical control of organic matter accumulation in tropical soils. Geoderma. 2017; 306:206–216.

Glaser B, Birk JJ. State of the scientific knowledge on properties and genesis of Anthropogenic Dark Earths in Central Amazonia (Terra Preta de Índio). Geochimica et Cosmochimica Acta. 2012; 82:39-51.

Xiao J, He X, Hao J, Zhou Y, Zheng L, Ran W, Shen Q, Yu G. New strategies for submicron characterization the carbon binding of reactive minerals in long-term contrasting fertilized soils: implications for soil carbon storage. Biogeosciences. 2016; 13:3607-3618.

INFLUÊNCIA DE CORRETIVO DA ACIDEZ DO SOLO NA PRODUTIVIDADE E EFICIÊNCIA ECONÔMICA DE UM SISTEMA DE CULTIVO

Pricila Crestani[1], Ricardo Beffart Aiolfi[2], Ricardo Augusto Bonetti[3], Franciele Mortari Franco[4], Adriano Suchoronczek[5]

RESUMO: A busca por sistemas de produção eficientes e sustentáveis depende de estratégias como o pousio zero, a adubação de sistemas e a correção da acidez dos solos. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a eficiência econômica de um sistema de cultivo, com ou sem a utilização de corretivo de acidez do solo. Ao longo de um ano agrícola foram cultivados milho segunda safra, aveia preta para cobertura e soja, com e sem a utilização de corretivo de acidez do solo. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições. No tratamento com a utilização do corretivo, foi utilizado o produto FORT Cálcio®, e a dose utilizada do produto comercial foi de 1 t ha^{-1}. Esta dose foi igualmente dividida em três partes (333,33 kg ha^{-1}) e aplicada a lanço, antes da semeadura de cada um dos cultivos ao longo do ano agrícola. Foram avaliados a produtividade das culturas do milho e soja, a produção de palhada de todo o ano de cultivo, os custos de produção e eficiência econômica. De acordo com os resultados, conclui-se que com a aplicação de FORT Cálcio® é possível aumentar a produtividade do milho segunda safra bem como a produção de palhada ao longo de um ano agrícola. O aumento no custo de produção devido a aplicação de FORT Cálcio® é compensado com aumento de produtividade.

PALAVRAS-CHAVE: intensificação, rotação de culturas, sustentabilidade

INTRODUÇÃO

No atual cenário da agricultura, a busca por sistemas sustentáveis é a chave para utilização racional dos recursos disponíveis. Se preza por sistemas de alta intensificação, em que se utiliza o solo ao longo do ano todo, seguindo a técnica do pousio zero. Além disso, outra estratégia que pode auxiliar na otimização dos recursos é a adubação de sistemas, que significa adubar todo o sistema produtivo e não apenas os cultivos. Essas estratégias podem levar a uma menor

[1] Acadêmica do curo de Agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR, e-mail: pricilacrestani@gmail.com
[2] Prof. Dr. do Curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR..
[3 e 4] Acadêmicos do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[5] Prof. M.Sc. do Curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.

dependência de utilização de insumos externos, o que implicaria diretamente na redução dos custos de produção e, consequentemente, aumento na renda agrícola.

Para que um sistema produtivo seja eficiente no crescimento e desenvolvimento das plantas e na disponibilidade de nutrientes, a correção da acidez do solo é fundamental. Quando há correção da acidez, o valor do pH do solo se encontra na faixa ideal aos cultivos, favorecendo um melhor crescimento do sistema radicular, o que implica em maior volume de solo explorado pelas raízes, contribuindo na absorção de água e nutrientes. Para a correção da acidez dos solos são utilizados produtos corretivos, os quais além de promover aumento no valor de pH do solo, aumentam também o suprimento de cálcio, o que influencia na elongação e divisão celular das plantas entre outros efeitos positivos. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a eficiência econômica de um sistema de cultivo de alta intensificação, ao longo de um ano agrícola, com ou sem a utilização de corretivo de acidez do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no município de Pato Branco/PR (26.292008” S, 52.597603” W), local com altitude média de 760 metros, solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico e clima subtropical úmido, com transição entre Cfa e Cfb, segundo classificação de Köppen. O período experimental foi de fevereiro de 2018 a janeiro de 2019.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da utilização (T1) ou não (T2) do produto FORT Cálcio® (natureza física granulado). Em T1, a dose utilizada do produto comercial foi de 1 t ha^{-1}, parcelada em três aplicações (333,33 kg ha^{-1}) a lanço antes da semeadura de cada um dos cultivos ao longo do ano agrícola. O arranjo de cultivos ao longo do ano agrícola foi composto por milho segunda safra, seguido por aveia preta para cobertura do solo e, posteriormente, cultivo da soja. As unidades experimentais possuíam área de 50,4 m^2.

A adubação de base e de cobertura foi realizada de acordo com as exigências de cada um dos cultivos, levando em consideração resultados de análises de solo prévias. A cultivar de milho utilizada foi a P3431VYH, na densidade de semeadura de 3,3 sementes por metro linear, espaçamento entre linhas de 0,45 m e profundidade de semeadura de 3 cm. A cultivar de aveia preta utilizada foi a IPR 61, com densidade de semeadura de 50 kg ha^{-1} de sementes, com espaçamento entre linhas de 0,17 m e profundidade de semeadura de 2 cm. A cultivar de soja utilizada foi a P95Y72, com densidade de semeadura de 13 sementes por metro linear, espaçamento entre linhas de 0,45 m e profundidade de semeadura de 3 cm.

As variáveis observadas foram a produtividade (kg ha^{-1}), a massa seca residual (palhada,

kg MS ha^{-1}) e a eficiência econômica (R$ ha^{-1}) de cada um dos cultivos ao longo do ano agrícola. Para o cálculo do custo de produção foram consideradas as despesas, consideradas de custo variável, com os seguintes fatores: a) sementes, b) fertilizantes; c) defensivos agrícolas e d) operação de aplicação de fertilizantes.

A equação para avaliação da eficiência econômica de cada um dos tratamentos foi dada por:

$$EC = ((P_{milho} * R\$\ sc^{-1}) + (P_{soja} * R\$\ sc^{-1})) - DT$$

Em que:

EC = eficiência econômica (R$ ha^{-1})

P_{milho} e P_{soja} = produtividade dos cultivos ao longo do ano agrícola (sc de 60 kg ha^{-1})

R$ sc^{-1} = valor da saca de 60 kg (valor momentâneo): Milho = R$ 34,00 sc^{-1}; Soja = R$ 70,00 sc^{-1}.

DT = despesas totais (R$ ha^{-1}).

Os dados foram submetidos a análise de normalidade e homogeneidade de variância. Quando os efeitos foram significativos, foi realizada comparação de médias através do teste de Tukey, com probabilidade de erro de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ($P<0.05$) entre os tratamentos para produtividade do milho (P_{milho}), produção de matéria seca residual (palhada) e os custos de produção (CP). Para a produtividade da soja (P_{soja}) e a eficiência econômica (EC) não foram verificados efeitos estatisticamente diferentes (Tabela 1).

Com relação a P_{milho}, verificou-se que no T1, ou seja, quando da aplicação do FORT Cálcio®, houve incremento significativo ($P<0.05$) nos componentes de rendimento da cultura, principalmente no número de fileiras por espiga (T1 = 14,25 e T2 = 13,35) e na massa de mil sementes (T1 = 336g e T2 = 287g). O FORT Cálcio® é um produto que tem por objetivo a correção da acidez do solo bem como de aumentar o suprimento de cálcio às plantas. O cálcio é um elemento absorvido desde o início até a fase final de desenvolvimento da cultura e tem papel fundamental na elongação e divisão celular e no crescimento e germinação do grão de pólen e o crescimento do tubo polínico (Possan, 2010).

Além disso, o cálcio tem papel preponderante na manutenção da integridade estrutural de membranas e parede celular. Destaca-se também que, com a correção da acidez do solo, pode haver um maior crescimento radicular, o que promove aumento na absorção de água e

nutrientes, favorecendo o aumento da produtividade bem como o aumento da produção de matéria seca residual, ou palhada (Veronese et al., 2012). A maior produção de palhada ao longo do agrícola no T1 se deu devido ao aumento significativo da produção de palhada da cultura do milho, uma vez que as culturas da aveia e da soja apresentaram produções semelhantes, independente do tratamento. Ressalta-se que o incremento de 1435 kg MS ha^{-1} na produção de palhada do T1 quando comparado ao T2 (Tabela 1) pode contribuir com aspectos importantes como proteção do solo contra o impacto das gotas de chuva, manutenção do teor de umidade, redução da infestação de plantas daninhas, aumento do teor de matéria orgânica do solo, ciclagem de nutrientes, entre outros (Franchini et al., 2009).

Considerando o aumento significativo no CP ($P<0.05$, Tabela 1), é importante mencionar que o maior CP verificado no T1 foi devido a aplicação do FORT Cálcio® a cada cultivo. Os demais componentes do CP foram idênticos entre os dois tratamentos. Com relação a EC, embora sem diferença significativa ($P>0.05$), destaca-se que no T1, mesmo havendo um maior CP, houve um incremento de R$ 303,90 ha^{-1}. É igualmente importante destacar que este experimento está implantado com o objetivo de ser conduzido em longo prazo e que as respostas apresentadas são apenas do primeiro ano de cultivo.

Tabela 1. Produtividade do milho (P_{milho}), produtividade da soja (P_{soja}), produção de palhada, custos de produção (CP) e eficiência econômica (EC) de diferentes estratégias de cultivo ao longo de um ano agrícola. Pato Branco/PR, 2019.

Tratamentos	P_{milho}	P_{soja}	Palhada (milho+aveia+soja)	CP	EC
	--------- Kg ha^{-1} ---------		Kg MS ha^{-1}	-------- (R$ ha^{-1}) --------	
T1	7840,9 a*	5731,2	13848 a	5434,4 a	5433,8
T2	6353,7 b	5340,6	12413 b	4489,4 b	5129,9

*Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna, diferem entre si através do teste de Tukey ($P<0.05$). Coeficientes de variação (CV, %): P_{milho}=6,33; P_{soja}=17,23; Palhada=4; CP=2,18; EC=18,41.

CONCLUSÕES

Com a aplicação de FORT Cálcio® é possível aumentar a produtividade do milho segunda safra bem como a produção de palhada ao longo de um ano agrícola. O aumento no custo de produção devido a aplicação de FORT Cálcio® é compensado com aumento de produtividade.

REFERÊNCIAS

Franchini, JC, Debiasi H, Sacoman A, Nepomuceno AL, Farias JRB. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Londrina: Embrapa Soja; 2009.

Possan A. Avaliação na aplicação de cálcio e boro, no estádio de floração na cultura da soja (*Glycine max* L. Merril) nas regiões do Oeste Catarinense [Trabalho de Conclusão de Curso]. Chapecó: Universidade Comunitária da região de Chapecó; 2010.

Veronese M, Francisco EAB, Zancanaro L, Rosolem CA. Plantas de cobertura e calagem na implantação do sistema plantio direto. Pesq. Agropec. Bras. 2012; 47:11-581165. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2012000800017

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA NO SOLO PELOS MÉTODOS DO PERMEÂMETRO DE GUELPH E INFILTRÔMETRO DE CORNELL

Tema 3: Uso e Manejo do solo:

Smaylla El Kadri Ceccatto[(1)], Maria de Fátima Guimarães[(1)], Esmael Lopes dos Santos[(2)] Henrique Debiasi, e Julio Cesar Franchini

RESUMO: Objetivou-se avaliar a taxa de infiltração pelos métodos do permeâmetro de Guelph e infiltrômetro de Cornell em um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso, submetido a diferentes sistemas de manejo. Foram comparados em quatro sistemas de manejo, no município de Londrina/PR. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4, com seis repetições. Os métodos de determinação da taxa de infiltração foram: o permeâmetro de Guelph e o infiltrômetro de Cornell. E, os sistemas de manejo: mata nativa, pastagem perene, cana-de-açúcar e sistema plantio direto. O cultivo com cana-de-açúcar apresentou maiores valores de densidade do solo e consequentemente menores taxas de infiltração de água, seguido do sistema plantio direto que apresentou uma maior taxa de infiltração comparada a pastagem perene. O infiltrômetro de Cornell apesar de possuir uma maior taxa de infiltração em relação ao permêametro de Guelph, os dois métodos apresentaram uma alta correlação. Os diferentes usos afetam as características físicas do solo.
PALAVRAS-CHAVE: escoamento superficial, percolação, manejo.

INTRODUÇÃO

Para um manejo eficiente do solo e da água, é importante o conhecimento da capacidade de infiltração de água, sendo esse processo influenciado por fatores relativos ao solo e as condições a que ele é submetido, preparo e manejo do solo (Brandão et al., 2006).

A determinação da taxa de infiltração de água no solo pode ser realizada através de diferentes métodos. O infiltrômetro de Cornell simula uma chuva de alta intensidade e o escoamento superficial de água no solo é determinado a partir da coleta do excesso de água em uma mangueira instalada na parte inferior do anel. A facilidade do uso do permeâmetro de Guelph e a padronização na metodologia de cálculo da condutividade hidráulica saturada, o tem tornado apropriado para utilização em sistemas de irrigação, sistemas de drenagem, canais e reservatórios (Soto, 1999).

Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a taxa de infiltração pelos métodos do permeâmetro de Guelph e infiltrômetro de Cornell em um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso, submetido a diferentes sistemas de manejo.

MATERIAL E MÉTODOS

[(1)] Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, *Campus* Universitário, CEP 86055-900, Londrina, PR, Brasil. smayllaelkadri@hotmail.com, mfatima@uel.br.
[(2)]Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta Caixa Postal: 231 CEP: 86001-970, Londrina, PR, Brasil. henrique.debiasi@embrapa.br, julio.franchini@embrapa.br esmael.santos@unifil.br.

O trabalho foi desenvolvido no município de Londrina/PR (23º11’39’’ S, 51º10’40’’ W), no mês de abril de 2017. O clima da região, segundo a classificação de Köeppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa). O solo é classificado como Latossolo Vermelho distroférrico. Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2x4 (métodos de determinação da infiltração x sistemas de uso do solo), com seis repetições. Os sistemas de uso avaliados foram: mata nativa, pastagem perene, cultivo de cana-de-açúcar e sistema plantio direto.

A determinação da taxa de infiltração pelo permeâmetro de Guelph foi adaptada para a utilização de um anel de aço de 0,06 m de diâmetro fixado no solo a uma profundidade de 2 cm, ao invés da metodologia com o poço de infiltração. A adaptação foi necessária para que houvesse o efeito comparativo dos dois métodos (Guelph e Cornell), pela lâmina de água na superfície do solo. A coluna de água foi fixada a uma altura de 0,05 m. Para determinação da taxa de infiltração, foi utilizado o software ONEHEAD.

O infiltrômetro de Cornell possui um sistema de regulagem de entrada de ar, o qual foi regulado para a intensidade média de chuva de 300 mm h^{-1}, sendo, o mesmo fixado sobre um anel de 0,24 m de diâmetro. O escoamento superficial foi determinado a partir da coleta do excesso de água em uma mangueira instalada na parte inferior do anel. Realizando a leitura do volume de escoamento superficial a cada 3 min. A taxa de infiltração foi calculada pela diferença entre a chuva aplicada e o escoamento superficial.

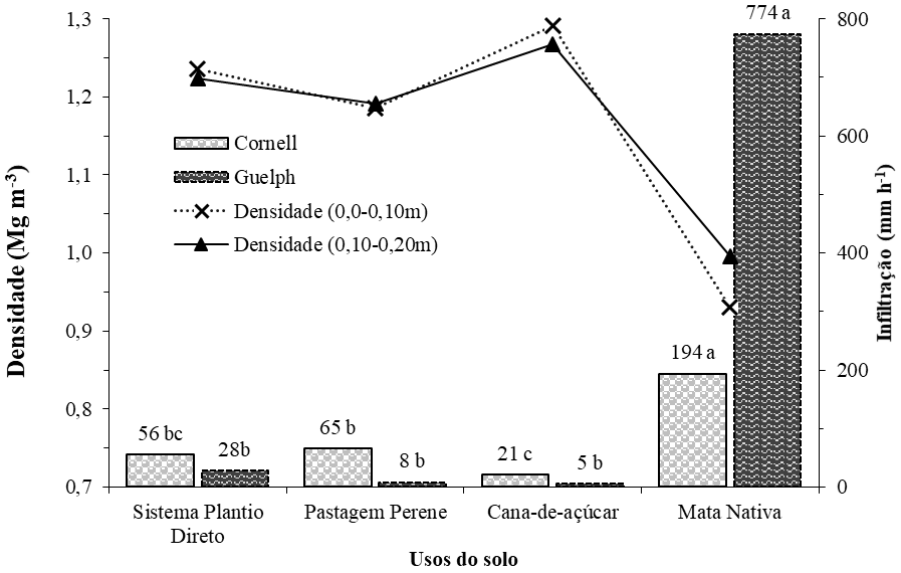
Amostras indeformadas de solo foram coletadas na camada de 0,0 – 0,2 m, com anel volumétrico para a determinação da densidade do solo (Embrapa, 1997).

Através do programa Sisvar 5.3, os dados foram submetidos à análise de variância e comparação entre as médias nos desdobramentos por meio do teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A maior infiltração foi apresentada pela mata nativa nos dois métodos. O cultivo com cana-de-açúcar apresentou maiores valores de densidade do solo e consequentemente menores taxas de infiltração de água, seguido do sistema plantio direto, porém apresentou maior taxa de infiltração comparada a pastagem perene (Figura 1).

Figura 1. Densidade (Mg m^{-3}) e infiltração de água (mm h^{-1}) em diferentes usos em um Latossolo Vermelho Distroférrico. Londrina, Pr., 2017.



[1] = Médias seguidas de mesma letra, maiúsculas comparando o uso do solo no método de Guelph e minúsculas comparando o uso do solo no método de Cornell, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Segundo Martins e Santos (2017) a infiltração é maior em áreas de floresta que em áreas de vegetação antropizada. A serrapilheira e a matéria orgânica produzidas protegem o solo dos impactos das gotas de chuva e ajudam a manter uma elevada capacidade de infiltração.

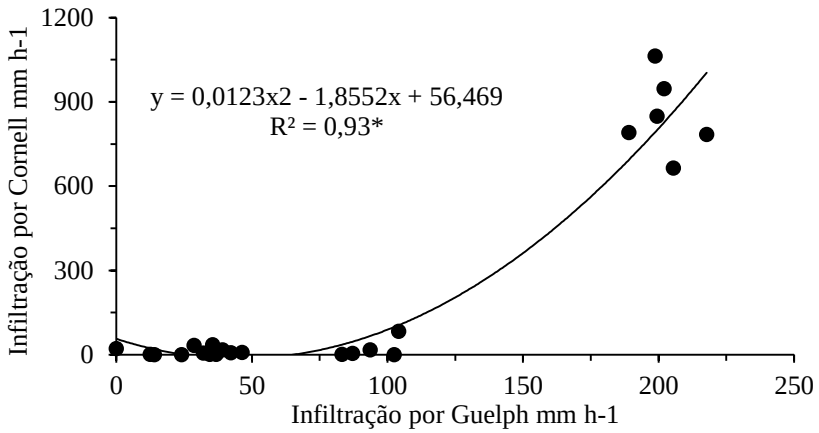
A utilização de máquinas e implementos com maior peso no cultivo de cana-de-açúcar afetam os componentes da porosidade relacionados com a retenção e o fluxo de água e ar no solo, sistemas com menor revolvimento do solo e intenso tráfego de máquinas pesadas podem provocar compactação do solo.

Em área de pastagem os solos sofrem intensa compactação pelos cascos dos animais. Para Brandão et al., (2006), a ocorrência do encrostamento superficial causa o rearranjo e adensamento nas partículas e a consolidação de uma estrutura superficial. Mesmo estas camadas sendo pouco espessas, seus efeitos sobre as propriedades físicas do solo influenciam acentuadamente as condições de infiltração.

Observou-se correlação significativa da infiltração de água entre os métodos avaliados, porém, a infiltração pelo permeâmetro de Guelph foi menor quando comparada ao infiltrômetro de Cornell, exceto na área sob mata nativa (Figura 2).

Figura 2. Relação da infiltração de água no solo avaliada pelo permeâmero de Guelph e pelo infiltrômetro de Cornell em um Latossolo Vermelho distroférrico. Londrina, Pr., 2017.

(1) Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, *Campus* Universitário, CEP 86055-900, Londrina, PR, Brasil. smayllaelkadri@hotmail.com, mfatima@uel.br.
(2)Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Rodovia Carlos João Strass, s/nº Acesso Orlando Amaral, Distrito de Warta Caixa Postal: 231 CEP: 86001-970, Londrina, PR, Brasil. henrique.debiasi@embrapa.br, julio.franchini@embrapa.br esmael.santos@unifil.br.



Os resultados diferem dos obtidos por Brandão et al. (2004), que afirmam que no permeâmetro não existe impacto das gotas de precipitação contra a superfície do solo. Outro fator que contribui para as taxas de infiltração obtidas com o permeâmetro sejam maiores que as conseguidas com o simulador de chuva é que existe uma lâmina de água sobre a superfície do solo, que proporciona maior potencial para se conseguir a infiltração.

CONCLUSÕES

O infiltrômetro de Cornell apesar de possuir uma maior taxa de infiltração em relação ao permêametro de Guelph, os dois métodos apresentaram uma alta correlação.

Os diferentes usos afetam as características físicas do solo.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa Soja e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por concessão de bolsa.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, V. S.; PRUSKI, F. P.; SILVA, D. D. **Infiltração da Água no Solo.** 2 ed. Viçosa: UFV, 2004. 98 p.

BRANDÃO, V. S., CECILIO, R. A., PRUSKI, F. F., SILVA, D. D**. Infiltração de água no solo**, 3 ed. Viçosa: UFV, 2006.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. **Manual de Métodos de Análise de Solo.** 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa: Centro Nacional de Pesquisa de Solos, 1997. 212 p.

MARTINS, F. P.; SANTOS, E. L. Taxa de infiltração da água e a resistência do solo a penetração sob sistemas de uso e manejo. **Acta Igrazu**, Cascavel, v.6, n.4, p. 28-40, 2017.

SOTO, M. A. A. **Estudo da Condutividade Hidráulica em Solos Não Saturados**. Tese de mestrado. Departamento de Engenharia Civil, Universidade São Carlos, São Carlos, Brasil, 118 p. 1999.

COBERTURA DO SOLO E PRODUÇÃO DE BIOMASSA POR GRAMÍNEAS FORRAGEIRAS CONSORCIADAS COM MILHO SAFRINHA

Osvaldo Guedes Filho[1], Camila Pereira Cagna[2], Zieglenristen Karswegaard Pereira Calábria[3]

RESUMO: A formação de palha é fundamental para permitir uma adequada proteção da estrutura do solo e desenvolvimento das culturas. O objetivo do trabalho foi avaliar a cobertura do solo e produção de biomassa pelas gramíneas forrageiras consorciadas com milho safrinha em plantio direto no Cerrado. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, consistindo de sete tratamentos: milho + *Urochloa brizantha* cv Marandu, milho + *Urochloa ruziziensis*, milho + *Urochloa humidicola*, milho + *Urochloa decumbens*, milho + *Panicum maximum cv Tanzânia*, milho + *Panicum maximum cv Mombaça* e milho sem consorciação, distribuídos em três repetições, totalizando 21 parcelas experimentais. Foram determinadas: a cobertura do solo, massa seca da parte aérea e massa seca de raízes das gramíneas forrageiras. A cobertura do solo proporcionada pelos tratamentos milho + *P. maximum* cv. Tanzânia e milho + *U. brizantha* cv. Marandu foram significativamente maiores que o milho sem consórcio. Com relação à produção de massa seca da parte aérea, as espécies: *P. maximum* cv. Tanzânia, *U. brizantha* cv. Marandu, *U. ruziziensis*, *U. decumbens*, tiveram valores médios significativamente maiores que *U. humidicola*, e o tratamento sem consórcio. Para a característica massa seca de raízes, a forrageira *P. maximum* cv. Tanzânia apresentou valor médio significativo igual à *P. maximum* cv. Mombaça, mas significativamente maior que os demais tratamentos. A espécie de forrageira *P. maximum* cv. Tanzânia foi a que apresentou os melhores resultados quando comparado as demais espécies, tornando-se uma opção para produção de biomassa em consórcio com milho safrinha.

PALAVRAS-CHAVE: palhada, plantio direto, manejo do solo

INTRODUÇÃO

Um dos maiores entraves para a expansão do sistema plantio direto na região de Cerrados é a manutenção da cobertura do solo ao longo do ano devido, principalmente, às condições climáticas: altas temperaturas e elevadas precipitações pluviométricas, que

[1]Professor, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul - PR, osvaldoguedes@ufpr.br
[2]Graduanda, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul – PR.
[3]Doutorando, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

ocasionam uma acelerada decomposição da matéria orgânica. A formação de palha é fundamental para permitir uma adequada proteção da estrutura do solo e desenvolvimento das culturas, além de ser uma das premissas básicas do sistema plantio direto.

A consorciação de forrageiras com culturas produtoras de grãos em plantio direto é ainda um sistema relativamente novo, o que gera muitas dúvidas quanto aos efeitos destas forrageiras no solo, na quantidade de palha produzida e na competição com as graníferas. Portanto, torna-se importante conhecer o comportamento de gramíneas forrageiras quando inseridas no sistema de rotação de culturas, principalmente, com relação à sua produção de massa seca e tempo de decomposição, que podem afetar diretamente as propriedades físicas e químicas do solo e a produtividade dos grãos (CHIODEROLI et al., 2010).

Entre os consórcios com milho safrinha estudados por Severino et al. (2006), a gramínea *Panicum maximum* produziu maior matéria fresca (56,3 t ha^{-1}) em relação à *Urochloa brizantha* (32,6 t ha^{-1}) e *U. decumbens* (32,6 t ha^{-1}), sendo que as espécies *U. brizantha* e *P. maximum* apresentaram-se como boas formadoras de palhada nesse sistema de produção.

O objetivo do trabalho foi avaliar a cobertura do solo e produção de biomassa pelas gramíneas forrageiras consorciadas com milho safrinha em plantio direto no Cerrado.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em área experimental da Universidade Federal de Mato Grosso (UFMT), Campus Rondonópolis, estando situada no município de Rondonópolis/MT, a uma altitude média de 227 m e nas coordenadas 16°28’ S e 54°38’ O. A precipitação média anual da região é de 1800 mm e segundo a classificação climática de Köppen o clima local é tipo Aw. O solo da área é classificado como Latossolo Vermelho (Embrapa, 2013).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, consistindo de sete tratamentos: milho + *Urochloa brizantha* cv Marandu, milho + *Urochloa ruziziensis*, milho + *Urochloa humidicola*, milho + *Urochloa decumbens*, milho + *Panicum maximum cv Tanzânia*, milho + *Panicum maximum cv Mombaça* e milho sem consorciação, distribuídos em três repetições, totalizando 21 parcelas experimentais.

Para avaliação da produção de massa seca das gramíneas forrageiras foi realizado o corte a 5 cm da superfície do solo para coleta de folhas e colmos, com o auxílio de quadro de madeira com dimensões 0,5 x 0,5 m (0,25 m^2) que foi lançado aleatoriamente em três repetições na parcela experimental para coleta do material vegetal. Foi determinado o

porcentual de cobertura do solo pelo método de inspeção visual no campo (line-transectmethod), descrito e comparado por Laflen et al. (1981). Ambas as avaliações de massa seca das gramíneas forrageiras e porcentual de cobertura do solo, foram realizadas após a dessecação da área. A análise de variância foi usada para avaliar os efeitos dos tratamentos nas características avaliadas. Quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cobertura do solo proporcionada pelos tratamentos milho + *P. maximum* cv. Tanzânia e milho + *U. brizantha* cv. Marandu foram significativamente maiores que o milho sem consórcio, propiciaram uma cobertura do solo de 86,67%, porém não se diferiram dos demais consórcios (Tabela 1). Com relação à produção de massa seca da parte aérea (MSPA), as espécies: *P. maximum* cv. Tanzânia, *U. brizantha* cv. Marandu, *U. ruziziensis, U. decumbens*, tiveram valores médios significativamente maiores que *U. humidicola*, e o tratamento sem consórcio. Possivelmente se deve ao fato das sementes de *U. humidicola* terem apresentado problemas de germinação e, consequentemente, de instalação da forrageira. Para a característica massa seca de raízes (MSR), a forrageira *P. maximum* cv. Tanzânia apresentou valor médio significativo igual à *P. maximum* cv. Mombaça, mas significativamente maior que os demais tratamentos. Analisando globalmente as três variáveis: cobertura do solo, MSPA e MSR, a espécie de forrageira *P. maximum* cv. Tanzânia foi a que apresentou os melhores resultados quando comparado as demais espécies, tornando-se como uma opção para produção de biomassa em consórcio com milho safrinha.

Todos os consórcios apresentaram taxa de cobertura acima de 70% e não se diferiram estatisticamente, exceto para o milho não consorciado. Resultados semelhantes foram obtidos por Ceccon et al. (2013), em que as gramíneas forrageiras (*U. brizantha* cv. Marandu e *P. maximum* cv. Tanzânia) consorciadas com o milho proporcionaram cobertura do solo e produção de biomassa superiores quando comparado com o milho solteiro. Corroborando com os resultados de Mariani et al. (2012), que avaliaram o acúmulo de massa seca promovida pelo consórcio de milho com diferentes forrageiras dos gêneros *Urochloa* e *Panicum*. Os consórcios com *P. maximum* cv. Mombaça, *P. maximum* cv Tanzânia e *U. brizantha* cv. Marandu proporcionaram os maiores valores de massa seca.

[1]Professor, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul - PR, osvaldoguedes@ufpr.br
[2]Graduanda, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul – PR.
[3]Doutorando, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Curitiba – PR.

Tabela 1. Cobertura do solo, massa seca da parte aérea (MSPA) e massa seca de raízes (MSR) das forrageiras consorciadas com o milho safrinha

Tratamentos	Cobertura do solo %	MSPA Mg ha^{-1}	MSR
Milho + *P. maximum* cv. Tanzânia	86,67a	1,66a	1,95a
Milho + *U. brizantha* cv. Marandu	86,67a	1,65a	1,07b
Milho + *P. maximum* cv. Mombaça	85,57ab	1,91a	1,27ab
Milho + *U. ruziziensis*	83,33ab	1,35a	0,53bc
Milho + *U. decumbens*	82,23ab	1,24a	0,63bc
Milho + *U. humidicola*	77,77ab	0,40b	0,043c
Milho sem consórcio	70,03b	-	-

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem significativamente (P>0,05) pelo teste Tukey.

CONCLUSÃO

A espécie de forrageira *P. maximum* cv. Tanzânia em consórcio com milho pode ser considerada uma opção viável para a produção de massa seca e cobertura do solo.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ e a Fundação AGRISUS pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

CECCON, G.; STAUT, L.A.; SAGRILO, E.; MACHADO, L.A.M.; NUNES, D.P.; ALVES, V.B. Legumes and forage species sole or intercropped with corn in soybean-corn succession in midwestern brazil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 37:204-212, 2013.

CHIODEROLI, C.A.; MELLO, L.M.M.; GRIGOLLI, P.J.; SILVA, J.O.R.; CESARIN, A.L. Consorciação de braquiárias com milho outonal em plantio direto sob pivô central. **Engenharia Agrícola**, v.30, n.6, p.1101-1109, 2010.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 3. ed. Rio de Janeiro, 2013. 306 p.

LAFLEN, J.M.; AMAMIYA, M.; HINTZ, E.A. Measuring crop residue cover. **Journal of Soil and Water Conservation**, Fairmont, W. Va, v.36, n.6, p.341-343, 1981.

MARIANI. F. et al. Estabelecimento de gramíneas forrageiras tropicais perenes simultaneamente com as culturas de milho e soja no Norte do RS. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.8, Ago.2012.

SEVERINO F. J.; CARVALHO, S. J. P.; CHRISTOFFOLETI, P. J. Interferências mútuas entre a cultura do milho, espécies forrageiras e plantas daninhas em um sistema de consórcio. II - implicações sobre as espécies forrageiras. **Planta Daninha**. v. 24, p. 45–52, 2006.

AJUSTE DE MODELOS PARA ESTIMAR A BIOMASSA SECA DO TRIGO NA REGIÃO DOS CAMPOS GERAIS

Felipe Augusto Piacentini Grabarski[1], Jorge Luiz Moretti de Souza[2], Volnei Pauletti[2]

RESUMO: Teve-se por objetivo no presente trabalho calibrar e validar modelos para estimar a produtividade de biomassa seca do trigo na região dos Campos Gerais, tendo como variáveis a radiação solar incidente (*Rs*) e graus dias acumulados (*GDA*). Os experimentos foram realizados em Castro e Ponta Grossa, em quatro estádios fenológicos, para obtenção da biomassa seca. O ajuste dos parâmetros dos modelos foi realizado com o Método dos Mínimos Quadrados e Ferramenta *Solver* de uma planilha eletrônica. A associação entre o acúmulo da biomassa seca e as variáveis testadas (*GDA* e *Rs*) foi satisfatória na calibração (R^2 > 0,99). As variáveis *GDA* e *Rs* apresentaram desempenho entre "mediano" e "bom", mas indicou altos erros absolutos e relativos na validação.
PALAVRAS-CHAVE: cultivo agrícola, estimativa, *Triticum aestivum*.

ADJUSTMENT OF MODELS TO ESTIMATE THE DRY BIOMASS OF WHEAT IN THE CAMPOS GERAIS REGION

ABSTRACT: The objective of this study was to calibrate and validate models to estimate the dry biomass yield of wheat in the Campos Gerais region, with incident solar radiation (*Rs*) and growing degree days (*GDA*) as the variables. The experiments were carried out in Castro and Ponta Grossa, in four phenological stages to obtain dry biomass. The parameter adjustment performed using the Least Squares Method and *Solver* tool of a spreadsheet. The association of dry biomass accumulation and tested variables (*GDA* and *Rs*) was satisfactory in calibration (R^2 > 0.99). In the validation, the variables presented performances between "medium" and "good", but indicated high absolute and relative errors for all crops in the validation.
KEYWORDS: agricultural crops, estimate, *Triticum aestivum*

[1] Doutorando; Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola; Rua dos Funcionários, 1540 - Bairro Juvevê, CEP 80.035-050, Curitiba - Paraná - Brasil; felipegrabarski@gmail.com.
[2] Professor, Universidade Federal do Paraná, Setor de Ciências Agrárias, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola; Rua dos Funcionários, 1540 - Bairro Juvevê, CEP 80.035-050, Curitiba - Paraná - Brasil.

INTRODUÇÃO

O uso de funções é uma excelente alternativa para estimar a produção vegetal, possibilitando a avaliação da dinâmica do crescimento vegetal e final das plantas (Peixoto e Peixoto, 2009). O estudo de sistemas agrícolas com modelos e dados em circunstâncias específicas é fundamental, pois são ferramentas computacionais que permitem identificar as melhores opções e os riscos associados (Jones et al., 2017).

Existem vários modelos na literatura que procuram relacionar duas ou mais variáveis (Araújo et al., 2014), sendo comum utilizar os graus dia acumulados e radiação solar incidente. Nesse contexto, alguns coeficientes são definidos como padrão na literatura, e também podem ser estimados regionalmente, apresentando valores mais confiáveis da biomassa seca total das culturas.

Teve-se por objetivo no presente trabalho calibrar e validar modelos recomendados para estimar a produtividade de biomassa seca do trigo na região dos Campos Gerais, tendo como variáveis a radiação solar incidente (*Rs*) e graus dias acumulados (*GDA*).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Região dos Campos Gerais, Estado do Paraná, nas cidades de Castro e Ponta Grossa. Os dados de biomassa seca do trigo, cultivar Avante, são de experimentos realizados nas estações experimentais da Fundação ABC, sendo instaladas cinco áreas experimentais, nos anos 2007 e 2008. Foram coletadas amostras nos estádios fenológicos: perfilhamento (PE), emborrachamento (EM), pleno florescimento (PF) e maturação fisiológica (MF). As plantas foram pesadas a campo e enviadas ao laboratório para secagem em estufa a 70 ºC. Os modelos Gompertz e Philos (1825) e Ratkowsky (1983) foram testados para estimar a matéria seca, como segue, respectivamente:

$$y(x_i) = a \cdot \exp[-b \cdot \exp(-c \cdot x_i)] \quad (1)$$

$$y(x_i) = \frac{a}{1 + b \cdot e^{(-c \cdot x_i)}} \quad (2)$$

Em que:

$y(x_i)$ – biomassa seca total em função da variável x (kg ha^{-1}); x_i – valor da variável independente, sendo avaliado no presente estudo os graus dias acumulados até o i-ésimo dia (GD_i; ºC) e radiação solar incidente acumulada até o i-ésimo dia (Rs_i; MJ m^{-2} dia^{-1}); a, b e c – parâmetros da equação (a: kg ha^{-1}; b: adimensional; c: mesma unidade da variável independente).

A calibração foi realizada com o Método dos Mínimos Quadrados e Ferramenta

Solver de uma planilha eletrônica. Os dados de *Rs* e temperatura foram obtidos em estações climatológicas dispostas próximas aos locais do experimento. A validação foi verificada por meio dos erros absolutos (*Ea*) e relativos (*Er*), coeficiente de correlação (*R*), e índices "*d*" (Willmott) e "*c*" (Camargo e Sentelhas) (Souza, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As medidas de tendência e dispersão das variáveis utilizadas nos ajustes dos modelos testados encontram-se na Tabela 1. As safras utilizadas e parâmetros calibrados para os dois modelos encontram-se na Tabela 2.

Tabela 1. Medidas de tendência e dispersão da biomassa seca real, dias após o plantio, graus dia após o plantio e radiação solar incidente acumulada no final de cada estádio, obtidos em cinco safras analisadas na região dos Campos Gerais, para a cultura do Trigo.

Variável	Safras	Medida	---------- Estádios fenológicos ----------			
			PE[(1)]	EM[(2)]	PF[(3)]	MF[(4)]
Biomassa seca real (kg ha^{-1})	5	Média	252,2	2427,8	4754	7431,8
		Desv. Pad.	74,9	989,1	1693,1	1953,9
Dias após o plantio (dia)	5	Média	35	72	93	138
		Desv. Pad.	9,7	5,5	4,8	4,6
Graus dia após o plantio (^{o}C)	5	Média	358,8	717,6	946,5	1513,7
		Desv. Pad.	101,5	42,6	32,1	138,6
Radiação solar incidente acumulada (MJ m^{-2} dia^{-1})	5	Média	435,4	896,0	1176,8	1899,4
		Desv. Pad.	157,8	79,2	107,1	228,2

[(1)] Estádio Perfilhamento; [(2)] Estádio Emborrachamento; [(3)] Estádio Pleno Florescimento; [(4)] Estádio Maturação Fisiológica.

Tabela 2. Calibração dos parâmetros dos modelos testados para estimativa da produtividade de biomassa seca de cinco safras da cultura do trigo, na região dos Campos Gerais, tendo como variáveis de entrada: graus dias acumulado (*GDA*); e, radiação solar incidente acumulada (*Rs*).

Safra	-- Modelo não linear (Gompertz e Philos 1825) --				-- Modelo não linear (Ratkowsky,1983) --			
	a (kg ha^{-1})	*b* (ad.)	*c* [(4)]	R^2 (ad.)	*a* (kg ha^{-1})	*b* (ad.)	*c* [(4)]	R^2 (ad.)
	---------- Graus dias acumulado (*GDA*) ----------							
C-2007[(1)]	7401,13	15,19	0,00	1,00	7207,30	148,56	0,01	0,99
P-2007[(2)]	4775,25	63,21	0,01	1,00	4749,88	738,23	0,01	1,00
C-2008a[(1)]	10760,57	26,87	0,00	1,00	10218,11	272,76	0,01	1,00
C-2008b[(1)]	8923,73	78,83	0,01	1,00	8847,86	538,68	0,01	1,00
P-2008[(2)]	29135,04	6,24	0,00	0,99	11455,97	73,56	0,00	0,99
Média[(3)]	15765,58	16,10	0,00	—	9627,13	164,96	0,01	—
	---------- Radiação solar incidente acumulada (*Rs*) ----------							
C-2007[(1)]	7592,80	12,89	0,00	1,00	7266,75	124,58	0,00	1,00
P-2007[(2)]	4795,04	57,11	0,00	1,00	4754,73	669,22	0,01	1,00
C-2008a[(1)]	10518,99	22,04	0,00	1,00	10096,53	187,63	0,01	1,00
C-2008b[(1)]	8929,75	55,68	0,00	1,00	8840,82	378,25	0,01	1,00
P-2008[(2)]	11266,52	6,74	0,00	1,00	7744,63	81,63	0,00	0,99
Média[(3)]	9792,77	13,89	0,00	—	8369,30	131,28	0,00	—

[(1)] Safras obtidas em Castro; [(2)] Safras obtidas em Ponta Grossa; [(3)] Médias obtidas nas safras de calibração: "Castro 2007", "Castro 2008a" e "Ponta Grossa 2008"; [(4)] Mesma unidade da variável independente.

A necessidade térmica para a maturação do trigo nos experimentos foi atingida (*GDA*; Tabela 1), visto que no sul do Brasil são necessários 1117 °C graus dia para a cultura atingir a maturação fisiológica (Rodrigues et al., 2001). Nas cinco safras analisadas,

obteve-se 1360,20 °C como o menor valor de *GDA*, não sendo um fator limitante à cultura.

Os valores do parâmetro "*a*" calibrado foram similares à produtividade de biomassa seca no estádio final de cada safra da cultura (Tabela 2). Os modelos Gompertz e Philos (1825) e Ratkowsky,(1983) tiveram alta variação do parâmetro "*b*", entre "6,24 e 78,83" e "73,56 e 738,23", respectivamente. Os valores do parâmetro "*c*" foram bem pequenos e ficaram bem próximos entre as safras e variáveis.

As associações entre biomassa seca observada e estimada com os modelos testados foram estreitas (Tabela 3). Contudo, mesmo com bons ajustes na calibração, a validação indicou altos erros absolutos (1131,0 a 2149,9 kg ha^{-1}) e relativos (28,9 a 40,4%).

Tabela 3. Erros absoluto (*Ea*) e relativo (*Er*), coeficiente de correlação (*r*), índices "*d*" e "*c*", entre biomassa seca observada e estimada com os modelos testados, nos quatro estádios fenológicos da cultura do trigo (safras "Castro 2008b" e "Ponta Grossa 2007").

Modelo	*Ea* (kg ha^{-1})	*Er* (%)	*R*	*"d"*	*"c"*	Desempenho
			------(adimensional)------			
	---------- *GDA* ----------					
Gompertz e Philos (1825)	2149,9	40,4	0,82	0,78	0,64	Mediano
Ratkowsky (1983)	1131,0	28,9	0,84	0,90	0,76	Bom
	---------- *Rs* ----------					
Gompertz e Philos (1825)	1488,3	37,0	0,80	0,88	0,70	Bom
Ratkowsky (1983)	1446,8	36,8	0,81	0,89	0,72	Bom

CONCLUSÕES

A associação entre acúmulo da biomassa seca e as variáveis testadas (*GDA* e *Rs*) foi satisfatória na calibração (R^2 > 0,99) e na validação (*R* > 0,80). As variáveis *GDA* e *Rs* apresentaram desempenho entre "mediano" e "bom". Mesmo com bons ajustes na calibração, a validação indicou altos erros absolutos e relativos.

REFERÊNCIAS

Araújo EC, Uribe-Opazo MA, Johann JA. Modelo de regressão espacial para estimativa da produtividade da soja associada a variáveis agrometeorológicas na região oeste do estado do Paraná. Eng Agr-Jaboticabal. 2014; 34:286-299. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162014000200010

Gompertz B, Philos T. On the nature of the function expressive of the law of human mortality, and on a new mode of determining the value of life contingencies. Philos T R Soc Lond. 1825; 115:513-585. https://doi.org/10.1098/rstl.1825.0026

Jones JW, Antle JM, Basso B, Boote KJ, Conant RT, Foster I, Godfray HCJ, Herrero M, Howitt RE, Janssen S, Keating BA, Carpena RM, Porter CH, Rosenzweig C, Wheelerk TR. Brief history of agricultural systems modeling. Agr Syst. 2017; 155:240-254. https://doi.org/10.1016/j.agsy.2016.05.014

Peixoto CP, Peixoto MFSP. Dinâmica do crescimento vegetal: princípios básicos. In: Carvalho CAL, Dantas ACVL, Pereira FAC, Soares ACF, Melo Filho JF, editores. Tópicos em ciências agrárias. Cruz das Almas: Nova Civilização; 2009. p. 37-53.

Ratkowsky DA. Nonlinear regression modeling: a unified practical approach. New York: Marcel Dekker; 1983.

Rodrigues O, Didonet AD, Lhamby JCB, Roman ES. Modelo para previsão de estádios de desenvolvimento em trigo. Passo Fundo: Embrapa Trigo – Circular técnica online, 2001 [citado em 16 janeiro 2019]. Disponível em: http://www.cnpt.embrapa.br/biblio/p_ci05_4.htm

Souza JLM. Fundamentos de matemática e estatística para formulação de modelos e análise de dados: aplicado às ciências agrárias. Curitiba: 2018 [citado em 26 março 2019]. Disponível em: http://www.moretti.agrarias.ufpr.br/publicacoes.htm

CONTAMINAÇÃO DO SOLO E ÁGUA SUPERFICIAL. ESTUDO DE CASO DO CANAL DAS MARÉS, PARANAGUÁ, PR.

[1]Danilo Martins Teixeira; [2]Lauriane Guidolin Guedes. [2]Edvaldo Renner da Costa Cardoso, [2]Ismael Ramalho da Costa Soares, [1]Dione Aguiar.

RESUMO: O presente trabalho tem como pressuposto a estreita relação dos componentes naturais e antrópicos na configuração da paisagem da unidade hidrográfica (bacia) do Canal das Marés, a qual sofre influência direta do porto de D. Pedro II, localizado na cidade de Paranaguá, Paraná-BR, Após extensa analise da influência antrópica, na contaminação do solo e da água da unidade hidrográfica, bem como presença de fontes de poluição e/ou de contaminação do solo, evidenciamos que a área de estudo recebe contaminação proveniente da atividade portuária, do esgotamento sanitário e outras fontes de poluição. Sendo assim, os resultados ora apresentados, quando comparados os dados estabelecidos pela Resolução CONAMA e CETESB, acredita-se que pode estar relacionado à inexistência de um sistema de tratamento de esgoto e a dinâmica portuária.

PALAVRAS-CHAVE: Solo, elementos traço, Contaminação.

INTRODUÇÃO

A degradação ambiental está ligada à fatores de uso e ocupação do solo, uma vez que as formas de ocupação, aliado à impermeabilização do solo, canalização de córregos, arroios, rios e pequenos talvegues, ocasionam diferentes tipos de degradação, os quais atingem de maneira diferente o ambiente. Na área urbana, o solo é impermeabilizado por asfalto e concreto e isso provoca alterações na capacidade de drenagem, acúmulo excessivo de água nas cotas mais baixas, bem como desequilíbrio no ciclo hidrológico, ocasionando alagamentos. Nas cidades litorâneas, o número de ocorrências de alagamentos é diretamente influenciado pelos processos de formação do solo, baixa declividade, impermeabilização e o efeito das marés, estas

[1]Doutorando em Ciências do Solo pela UFPR, danilo.m.1@hotmail.com. CPF:075.005.669-05, Rua dos Funcionários, Curitiba – PR; [1]Doutoranda em Ciências do Solo pela UFPR, dioneaguiarr@gmial.com, CPF: 044.942.039-63; [2]Mestranda em Ciências do Solo pela UFPR, laurianeguidolin@gmail.com CPF: 098.043.479-38; Rua dos Funcionários, Curitiba – PR; Mestrando em Ciências do Solo pela UFPR, edvaldorcardoso@hotmail.com, CPF: 610.926.993-09; ismaelrcs18@yahoo.com.br CPF: 017.001.302-26; Rua dos Funcionários, Curitiba - PR Mestranda em Ciências do Solo pela UFPR, laurianeguidolin@gmail.com CPF: 098.043.479-38; Rua dos Funcionários, Curitiba - PR

elevam o nível do lençol freático dificultando o escoamento natural (TUCCI, 2000).

Em Paranaguá, litoral do Paraná, o Porto Dom Pedro Segundo, líder nacional entre os portos exportadores de produtos do complexo de soja, é um dos maiores exportadores da América Latina, além de principal via de escoamento da produção de grãos do Paraguai e do Sul e Centro-Oeste brasileiro (TEIXEIRA, 2016). As perdas de grãos, fertilizantes entre outros, promovem acúmulo de materiais sólidos nas vias de acesso ao porto, o que leva ao desequilíbrio ambiental e à contaminação do solo, rios e córregos. A ação antrópica tem se constituído como um agente acelerador dos processos que modificam e desequilibram a paisagem. Dessa forma, o trabalho objetivou analisar a interferência antrópica no comportamento de alguns elementos traço no solo, e identificar as relações desses elementos com as mudanças na paisagem do entorno do Canal das Marés.

MATERIAL E MÉTODOS

Canalizado nos anos sessenta, o Canal das Marés localiza-se na região central e noroeste da cidade de Paranaguá, com área de 2,32 km². Com relevo plano, com as cotas altimétricas situando-se entre 2,5 e 10,5 metros acima do nível médio do mar, seu comprimento é de aproximadamente 3 km e sua área de abrangência atende uma população de aproximadamente quatro mil e trezentos habitantes. Vale salientar que, na área de estudo, não existe rede separadora para coleta de esgoto, além de aproximadamente vinte e oito armazéns que são utilizados como depósitos de fertilizantes e pátio de contêineres.

Houve a divisão em três blocos denominados Bloco Residencial, composto principalmente por residências, Bloco Intermediário, transição entre o residencial e industrial e Bloco Industrial, onde apresenta pátios de contêineres, unidades de fabricação de fertilizantes, entre outros.

Figura 1 – Localização dos pontos de Amostragem

Fonte: Google Earth 2016 adap. Autor

Além destes, foi determinado uma área de mata nativa, Bloco Testemunha, para servir de controle para a qualidade do solo (Figura 1). O período mais chuvoso, em média, é de setembro a março, sendo dezembro a fevereiro os meses em que ocorrem as precipitações mais intensas. Após as coletas de solo, realizadas entre dezembro de dois mil e quatorze, janeiro e fevereiro, junho, julho e agosto de dois mil e quinze, o material foi colocado para secar ao ar livre por quinze dias, observando-se o calendário da safra no estado e a estação chuvosa. No laboratório, a Terra Fina Seca ao Ar (TFSA), teve por objetivo analisar os níveis dos metais Cobre (Co), Cromo (Cr), Chumbo (Pb), Zinco (Zn) e Níquel (Ni), pois baseiam-se nos parâmetros de potencial de toxicidade aos seres vivos (BRASIL 2009).

As subamostras, em triplicata, foram submetidas ao ataque ácido para a completa dissolução dos componentes minerais seguindo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos da América METHOD 3050b (BRASIL 2009, CETESB 2014, TEIXEIRA 2016). Para verificar a contaminação do solo as análises foram executadas no laboratório da UFPR - Setor Litoral. Para determinar os valores de referência (VR), o trabalho baseou-se na **RESOLUÇÃO Nº 420/09** do CONAMA (BRASIL, 2009)**,** e a **Decisão da Diretoria Nº 045/2014/E/C/I,** da CETESB de São Paulo (CETESB, 2014), dispõe sobre critérios e valores orientadores para a qualidade do solo em relação à presença de substâncias químicas entre outros.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Baseando-se nos valores de referência estabelecidos pelo CONAMA e pelo CETESB, identificamos níveis de elementos traço no solo acima da tolerância.

Tabela 1 - Concentração em ($mg.kg^{-1}$) dos valores orientadores para Elementos Traço no solo do Porto de Paranaguá, PR, 2015 (TEIXERA, 2016).

Valores Orientadores Para Elementos-Traço No Solo												
Solo ($mg.Kg^{-1}$)												
Metal	Resultado Da Pesquisa				Conama				Cetesb			
	Vrq*	Res.	Int.	Ind.	Vrq **	Prev.	Res.	Ind.	Vrq ***	Prev.	Res.	Ind.
Pb	13,55	14,25	41,40	29,18		72	300	900	17	72	240	4 Mil
Cu	11,28	12,01	41,46	22,80		60	400	600	35	60	2.100	10 Mil
Cr	5,83	20,25	32,01	23,89		75	300	400	40	75	300	400
Zn	7,89	36,51	117,51	60,23		300	1 Mil	2 Mil	60	86	700	10 Mil

* VRQ Valor de Referência de Qualidade (Testemunha). **VRQ (BRASIL, 2009) *** VRQ (CETESB, 2014).

Como mostra a Tabela 1, fica claro que todos os elementos apresentam concentrações

acima do bloco de referência e pode chegar a mais de dez vezes o limite determinado como referência. Assim, analisando separadamente cada elemento, há diferença entre as épocas de coleta, muito fortemente relacionada a dois fatores. O primeiro, associado às questões relativas à chuva, pois o aumento da concentração da água no solo altera o movimento dos elementos no solo e o segundo fator que interfere nos resultados é a dinâmica que cada área apresenta em cada época, pois a estação chuvosa, associada com o maior fluxo de caminhões na descarga de granéis sólidos proveniente das safras, promove maior acúmulo de material sólido nas vias de acesso.

CONCLUSÕES

- A água do canal recebe contaminação proveniente de diversas fontes de poluição, sendo a principal a operacionalização do Porto;
- Há variação entre os níveis dos elementos de acordo com cada estação do ano;
- Os níveis de concentração no solo para cada bloco foi: Bloco Residencial Zn > Cr > Cu >Pb, para o Bloco Intermediário Zn > Cu > Pb > Cr, e para o Bloco Industrial Zn > Pb >Cr > Cu;
- A ação antrópica alterou de forma significativa a dinâmica da microbacia estudada, bem como os níveis dos elementos no solo.

REFERÊNCIAS

BRASIL, Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente - CONAMA, Resolução Nº 420, De 28 de Dezembro de 2009. **Diário Oficial [da] União**. Brasilia, 2009 Disponível em: http://goo.gl/Od4y9d

CETESB, 2015. **Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Valores orientadores para solo e água subterrânea no estado de São Paulo**. São Paulo. 2015. Disponível em: <http://goo.gl/jkGQUA>

CUNHA, S. B. Bacias Hidrográfica. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A.J.T. Geomorfologia do Brasil. Rio de Janeiro: **Bertrand Brasil**, 1998, p. 337-379.

EMBRAPA. **Manual de Métodos e Análise em Solo**. 2 ed.. EMBRAPA-CNPS. Rio de Janeiro, 1997

TUCCI, Carlos E.M. Plano Diretor de Drenagem Urbana. In: TUCCI,Carlos E. M.; DEPETTRIS, Joel A.: GOLDENFUN, Carlos A.; PILAR, Jorge V. (orgs) **Hidrologia Urbana na Bacia do Prata**. ABRH, IPH/UFRGS, 2000.

TEIXEIRA, D. M. Análise dos Níveis de Elementos-Traço no Solo do Entorno do Porto de Paranaguá - Litoral do Paraná, Sul do Brasil**. Dissertação (Mestrado em desenvolvimento Territorial Sustentável). Universidade Federal do Paraná, 2016.**

DETERMINAÇÃO DA ARGILA EM LATOSSOLO VERMELHO EMPREGANDO DIFERENTES TEMPOS DE AGITAÇÃO E MÉTODOS DE DISPERSÃO

Aline Cavalli[1], Barbara Elis Santos Ruthes[2], Keli Starck[2], Larissa Leite Momolli Hansen[2], Rachel Muylaert Locks Guimarães[2]

RESUMO: A textura serve como importante indicador nas recomendações de calagem, adubação e práticas conservacionistas do solo. Diante dos aspectos envolvidos na dispersão dos solos e das diferentes metodologias existentes, o trabalho apresenta como objetivo avaliar o efeito e eficiência métodos de dispersão física e os tempos de agitação na separação da fração argila. O solo utilizado para o trabalho foi o Latossolo Vermelho Distroférrico, em um delineamento inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições, em arranjo fatorial 3x4, sendo três variações de tempo de agitação e quatro diferentes métodos de dispersão do solo. Os tempos de agitação não apresentaram diferenças significativas. Quanto aos diferentes métodos de dispersão, observaram-se melhores resultados nos tratamentos que receberam areia, já que, apresentaram os maiores valores de argila.

PALAVRAS-CHAVE: textura do solo, física do solo, análise textural.

INTRODUÇÃO

A textura constitui-se em uma das características físicas mais estáveis do solo, pois as frações presentes não estão sujeitas a mudanças rápidas ou a alterações feitas pelo manejo adotado (CORÁ et al. 2009; TAVARES FILHO, 2013). Como a textura do solo se mantem estável, a composição granulométrica é considerada de grande importância para a descrição, identificação e classificação do solo (WILSON e KORDYBACH, 1997; REINERT e REICHERT, 2006; CORÁ et al. 2009; TAVARES FILHO, 2013), pois é altamente relacionado com a composição mineralógica, em que a área superficial dos grânulos pode vir a especificar a consistência e a porosidade do solo (TAVARES FILHO, 2013). Deste modo a textura do solo influencia em propriedades fundamentais nas relações solo-planta (TAVARES FILHO, 2013).

Uma forma de separação da textura pode ser realizada primeiramente pela agitação mecânica do solo, e posteriormente determinação da distribuição dos tamanhos das partículas através de peneiramento e sedimentação (KLAUS E TIMM, 2012). Existem

[1]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, alinecavalli94@gmail.com.
[2]Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.
[2]Docente, Faculdade Educacional de Pato Branco, Pato Branco.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

alguns métodos de agitação para a análise granulométrica do solo, um dos mais utilizados é o método da Embrapa que determina agitação por 16 horas a 50 rpm (RUIZ, 2005) em agitador do tipo Wagner (EMBRAPA, 2012).

Diante dos aspectos envolvidos na dispersão dos solos e das diferentes metodologias existentes, o trabalho apresenta como objetivo avaliar o efeito e eficiência métodos de dispersão física e os tempos de agitação na separação da fração argila.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras de solo foram coletadas em setembro de 2017 na Área Experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná em Pato Branco – PR em solo determinado como Latossolo Vermelho Distroférrico. O trabalho foi realizado em Delineamento inteiramente casulizado (DIC), com quatro repetições, em arranjo fatorial 3x4, sendo três variações de tempo de agitação (16a: 16 horas de agitação contínua; 8d+8a: 8 horas de descanso + 8 horas de agitação; 8a+8d: 8 horas de agitação + 8 horas de descanso), e quatro diferentes métodos de dispersão do solo (T1: NaOH 1mol, T2: NaOH 1 mol + areia, T3: Controle, T4: Areia).

Coletaram-se amostras deformadas de solo. Sendo secadas em estufa a 105°C por 48 horas, destorroadas e peneiradas para obter a terra fina seca (TFS).

Com relação à análise granulométrica, empregou-se o método da pipeta, onde se utilizou-se 20 g de TSF. Para a agitação horizontal utilizou-se garrafas plásticas de 500mL, cada qual com 50 mL de água destilada. A agitação foi realizada em agitadores de Wagner, com velocidade de 60 rpm. Em seguida, separou-se as frações de areia com o peneiramento. O demais foi coletado em provetas de plástico de 1000 mL para a análise de sedimentação.

Os dados foram submetidos a análise da variância e ao teste de médias pelo teste de Tukey a 5% no software Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com a análise de variância, os resultados da fração argila determinados pelos diferentes tempos de agitação foram estatisticamente iguais entre si apresentando um p-valor igual a 23,67. Já os métodos de dispersão apresentaram p-valor inferior a 5%, com isso, mostrando diferenças estatísticas significativas a nível de 5% de probabilidade de erro (Tabela 1).

Dessa maneira, o tempo de 8 horas de agitação e mais 8 horas de repouso, a uma rotação de 60 rpm se mostrou suficiente para a desagregação do solo estudado. Diferente do

resultado encontrado por Grohmann & Raij (1977) que determinaram que a agitação por 16 horas aliada a baixa rotação (30 rpm) seria o adequado, onde afirmam que a dispersão das amostras ocorre devido ao tempo de agitação, e não o contato com os agentes dispersantes.

Tabela 1 – Análise de variância para a fração de argila de um experimento bifatorial 3x4 no DIC com quatro repetições.

Causas de variação	GL	Quadrado médio	p-valor
Método de dispersão	2	QMG/QMR	0,00*
Tempo de agitação	2	QMA/QMR	23,67 ns
Método x Tempo	4	QMGA/QMR	100 ns
Média	70.96	-	-
Coeficiente de Variação	12.77	-	-

* Significativo em nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

As porcentagens de argila encontrados e a classificação do teste de Tukey para cada tratamento foi, T2: 83,25% (a), T4: 73,50% (ab), T1: 72,92% (b) e T3: 54,12% (c). Com isso, podemos perceber que, o efeito de dispersantes químicos e físicos na separação da fração da argila se apresentaram importantes para a obtenção de um melhor resultado nas frações de argila. A areia como dispersante pôde contribuir ainda mais para a eficiência da separação da argila, já que, o T2 e T4 apresentaram maiores porcentagem da fração de argila em relação aos demais tratamentos. Isto pode ser explicado por Ashford et al. (1972) onde escreve sobre a ação abrasiva da areia durante a agitação, ocasionando quebra dos agregados.

Por outro lado, os resultados obtidos com o T3, subestimou o valor de argila, indicando a ineficiência de aplicar somente da água como dispersante na fragmentação dos agregados de argila. Segundo Ferreira et al. (1999) solos mais argilosos e óxidos apresentam dificuldade na dispersão de argila, devido à alta estabilidade da presença de agentes cimentantes. Onde ao adicionar NaOH com dispersante, proporcionam expansão da dupla camada difusa em torno das partículas de argila, logo as forças repulsivas superam as forças de Van der Walls, mantendo as argilas dispersas (FERREIRA et al. 2002).

CONCLUSÕES

Os tempos de agitação estudados não apresentaram diferença significativa para a desagregação do solo.

Mesmo T4 (areia) não tendo apresentado diferença em relação ao T2 (NaOH 1mol + areia) e T3 (NaOH 1mol), recomenda-se o uso do dispersante para a realização do método em solos argilosos.

[1]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, alinecavalli94@gmail.com.
[2]Doutoranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos.
[2]Docente, Faculdade Educacional de Pato Branco, Pato Branco.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

REFERÊNCIAS

Ashford, E. M.; Shields, L.G.; Drew, J.V. Influence of sand on the amount of water-dispersible clay in soil. **Soil Science Society of America, Proceedings,** v. 36 p. 848-849, 1972.

Corá, J. E.; Fernandes, C.; Beraldo, J. M. G.; Marcelo, A. V. Adição de areia para dispersão de solos na análise granulométrica. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol.33, n.2, pp.255-262, 2009.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2. Ed., Sistemas de Produção, Rio de Janeiro, RJ: Embrapa Solos, p. 306, 2006.

EMBRAPA. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil**. Comunicado Técnico 66. Rio de Janeiro, p.11, 2012.

Ferreira, M.M.; Fernandes, B. & Curi, N. Mineralogia da fração argila e estrutura de Latossolos da região Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, p.507-514, 1999.

Ferreira, L.; Curi, N.; Ferreira, M. M.; Lima J.M.; Silva, M.L.N.; Vitorino, A.C.T. Tipos de dispersantes, formas de agitação e suas relações com a erodibilidade de solos com altos teores de óxidos de ferro. **Ciência e Agrotecnologia,** Lavras, v.26, n.2, p.342-353, mar./abr., 2002.

Grohmann & Raij, B. van. **Influência dos métodos de agitação na dispersão da argila do solo**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 14., Santa Maria, Anais. p. 123-132, 1973.

Klaus, R. Timm, L.C. **Solo, planta e atmosfera**: conceitos, processos e aplicações. 2. ed. Barueri,SP: Manole, 2012.

Menezes, M. M. M.; Viana, J. H.; DA Costa, A. M.; Neto, M. M. G.; Chagas, P. G. **Avaliação da composição granulométrica de diferentes solos do Cerrado submetidos a diferentes tempos de agitação.** In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, Sete Lagoas. Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

Ruiz, H. **Dipersão física do solo para analise granulométrica por agitação lenta**. In: Congresso Brasileiro De Ciência Do Solo. Recife, 2005. Anais... [Viçosa: SBCS], 2005.

Reinert, J. R.; Reichert, J. M. **Propriedades física do solo**. In *Universidade Federal de Santa Maria/Centro de Ciências Rurais* p. 18, 2006.

Tavares Filho, J. **Física e conservação do solo e água**. Eduel, 2013.

Wilson, M. J.; Maliszewska-Kordybach, B. **Soil Quality, Sustainable Agriculture and Environmental Security** in Central and Eastern Europe (Springer-S). Pulawy, Polonia, 1997.

EMISSÃO DE ÓXIDO NITROSO E METANO SOB INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA NO PLANALTO CATARINENSE

Felipe Bratti[1], Ricardo Henrique Ribeiro [2], Jorge Luiz Locatelli [3], Cimélio Bayer [4], Jonatas Thiago Piva [5]

RESUMO: O objetivo foi avaliar as emissões de gases do efeito estufa na cultura da soja em ILP sob o efeito residual de doses de N e alturas de pastejo da aveia preta. Os tratamentos avaliados durante o inverno foram: alturas de pastejo de 15 e 7 cm, e um tratamento sem pastejo; e doses de 0, 75 e 150 kg N ha^{-1} na aveia. As coletas de gases ocorreram com o método de câmara estática, e as amostras foram analisadas por cromatografia gasosa. As maiores emissões de óxido nitroso na cultura da soja ocorrem sob o residual de 0 kg N na área sem pastejo e no 150 kg N no pastejo à 7 cm no inverno. Ocorreram picos isolados associados a maior disponibilidade de N mineralizado pelo solo e palhada. As emissões de metano foram baixas, próximas as basais, e o solo se comportou como dreno na maior parte do período avaliado. A pastagem manejada à 15 cm com doses intermediárias de N, mostrou-se como a melhor opção em mitigar as emissões, sendo possivelmente o processo de desnitrificação o principal mecanismo de emissão de N_2O nessas condições.

PALAVRAS-CHAVE: Desnitrificação, doses de N, pastejo.

INTRODUÇÃO

As emissões de gases do efeito estufa (GEE) tem aumentado significativamente, principalmente devido às atividades antrópicas. À nível mundial, estima-se que a agricultura contribua com aproximadamente 80% das emissões de óxido nitroso (N_2O) e 55% das emissões de metano (CH_4). No Brasil, como reflexo da importância da agricultura como atividade econômica, estima-se que 94% das emissões de N_2O e 91% das emissões de CH_4 sejam oriundas de atividades agrícolas, incluindo a conversão de áreas florestais para uso agrícola (BAYER et al., 2011).

[1]Mestrando em Ciência do solo, Universidade Federal do Paraná, e-mail: felipe.brattislo@gmail.com
[2]Doutorando em Ciência do solo, Universidade Federal do Paraná. [3]Graduando em agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos. [4]Professor titular departamento de solos, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. [5]Professor adjunto departamento de Ciências Biológicas e Agronômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos.

Previsões para 2030 apontam para um aumento de 35 a 60% na emissão global de GEE (IPCC, 2007). A partir disso, houve uma intensificação das pesquisas com o propósito de encontrar alternativas economicamente viáveis e sustentáveis para mitigar as emissões de GEE. Foram estabelecidos modelos de produção focados na maximização dos recursos disponíveis, na diversificação da produção e que tivessem baixo a médio custo de implantação, tornando-se acessíveis ao produtor (CARVALHO et al., 2005).

Entre os sistemas atuais de produção agrícola, os sistemas de integração Lavoura-Pecuária (ILP) vem se tornando expressivos no sul do Brasil, devido principalmente à manutenção de altas produtividades, sem comprometer o rendimento das culturas subsequentes. Um dos principais entraves desse sistema é a dificuldade em monitorar os níveis adequados de pastejo, uma vez que intensidades moderadas garantem maior cobertura do solo, contribuindo para aumentar a ciclagem de nutrientes e os teores de MO. Nesse sentido, esse experimento foi conduzido com o objetivo de quantificar o fluxo de GEE em um sistema de Integração Lavoura-Pecuária sob intensidades de pastejo e doses de nitrogênio no planalto Catarinense.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Santa Catarina, no Campus de Curitibanos. O clima da região é do tipo Cfb, (Köppen), mesotérmico úmido e verão ameno, com precipitação média de 1600 mm. O solo do experimento é um Cambissolo Háplico Tb Distrofico latossólico de textura argilosa (663 g dm^{-3}), com relevo plano levemente ondulado, e altitude média de 1000 metros. A área vem sendo conduzida nos preceitos da Integraçao Lavoura-Pecuária desde 2015.

As avaliações foram realizadas na safra 2017/2018 com a implantação da soja sob a palhada residual da cultura anterior em sistema de plantio direto. A cultura antecessora foi a aveia preta (Cv. Iapar 61) e os tratamentos foram dispostos da seguinte forma: três alturas de pastejo (sem pastejo, 15 e 7 cm) e três doses de N (0, 75 e 150 kg ha^{-1}) aplicados em cobertura durante o perfilhamento da aveia, representando um esquema fatorial 3 x 3, em blocos ao acaso com 4 repetições.

As avaliações dos gases foram distribuídas ao longo do ciclo da cultura da soja, iniciando logo após a semeadura e se estendendo-se até a maturação de colheita, totalizando 11 coletas. Os procedimentos de coletas foram descritos por Mosier (1989) e Parkin et al. (2003), com câmaras estáticas fechadas. Foram coletadas amostras

compostas de solo para determinação da umidade no momento de coleta. Após cada evento as amostras de ar contidas nas seringas eram transferidas para frascos evacuados (Exetainer®), mantidos sobre refrigeração até a realização das análises por cromatografia gasosa no equipamento GC-Shimadzu 14-A.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa Sisvar 5.6, e quando constatado efeito significativo às medias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As maiores emissões de N_2O durante o cultivo da soja foram observados nos tratamentos com 0 kg N em área sem pastejo (SP) e no tratamento com 150 kg N com pastagem manejada à 7 cm (Figura 1a). Nesses tratamentos notou-se a menor amplitude de variação, e mesmo não apresentando picos de grande magnitude, mantiveram-se constante ao longo das avaliações.

Os picos de emissões estão relacionados à eventos pluviométricos, que proporcionaram um aumento na porosidade preenchida por água, passando de 50 para 72%. Esse aumento de umidade promove um déficit de oxigênio no solo, favorecendo os processos de desnitrificação (Neil et al., 2005). O N aplicado no inverno é parcialmente imobilizado na palhada da aveia, sendo liberado gradualmente pelos processos de mineralização durante o verão, enquanto a outra parte do N permanece imobilizada no solo. Em condições de umidade constante ocorre a formação de sítios de anaerobiose, e com a presença de atividade biológica os processos de desnitrificação se intensificam, produzindo N_2O. Além disso, durante a fase final do desenvolvimento da soja, as folhas começam a cair sobre o solo, aumentando a quantidade de material sendo decomposto, consequentemente aumentado as emissões de N_2O.

Os fluxos de CH_4 foram de baixa magnitude (Figura 1b), e o solo atuou como dreno deste gás em grande parte do período avaliado. Alguns picos ocorreram em momentos isolados, estes, porém, inferiores a 62,20 µg C-CH_4 m^{-2} h^{-1}, e estão associadas à eventos de maior pluviosidade, que saturam o solo e reduziram o O_2 existente. Ambientes anaeróbicos potencializam a produção deste gás, uma vez que a umidade reduz a difusão do CH_4 até a superfície das células bacterianas metanotróficas, reduzindo sua oxidação (Yamulki e Jarvis, 2002).

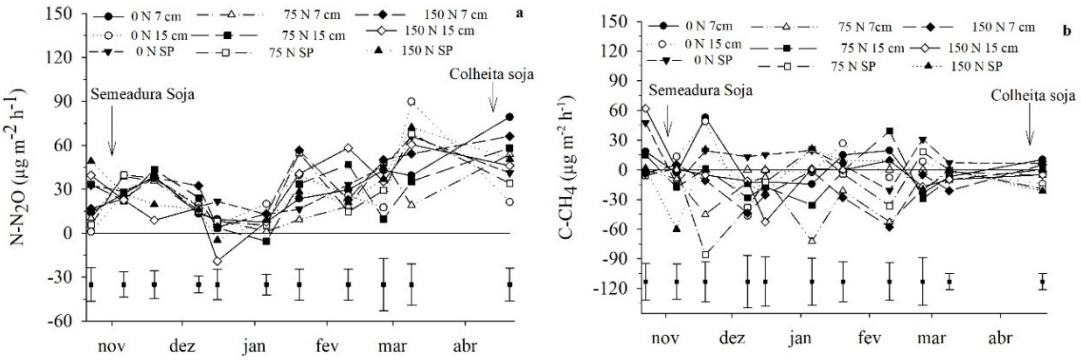


Figura 1. Fluxo de óxido nitroso (N_2O) (a) e metano (CH_4) (b) do solo na cultura da soja, implantada sobre o resíduo da cultura de inverno (aveia preta) com diferentes doses de N e alturas de resíduo do pasto. Barras verticais indicam a diferença mínima significativa (DMS) 5 % pelo teste Tukey.

CONCLUSÕES

A variável que mais interferiu nas emissões de GEE foi a umidade, promovendo o aumento dos poros ocupados por água. Esse aumento na porosidade preenchida por água (PPA) estimula os processos de desnitrificação. As maiores emissões de N_2O durante o cultivo da soja ocorreram sob o residual de 150 kg N na cultura da aveia, associado a maior intensidade de pastejo e no tratamento com 0 kg N em área sem pastejo. As emissões de CH_4 foram baixas em grande parte do período avaliado, ficando próximas as emissões basais do solo.

REFERÊNCIAS

Bayer, C.; Amado, T. J. C.; Tornquist, C. G.; Cerri, C.E. C.; Dieckow, J.; Zanatta, J.A.; Nicoloso, R. S. Estabilização do carbono no solo e mitigação das emissões de gases de efeito estufa na Agricultura Conservacionista. Tópicos em Ciência do Solo, 7:55-118, 2011

Carvalho, P.C.F. et al. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Porto Alegre. Anais... Canoas: ULBRA, 2005. p.7-44.

IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Disponivel em: http://www. Ipcc.ch/SPM2feb07.pdf

Neill, C.; Steudler, P. A.; Garcia-Montiel, D. C.; Melillo, J. M.; Feigl, B. J.; Piccolo, M. C.; Cerri, C. C. Rates and controls of nitrous oxide and nitric oxide emissions following conversion os forest to pasture in Rondonia. Nutrient Cycling in Agroecosystems, 71:1-15, 2005.

Yamulki, S.; Jarvis, S. C. Short-term effects of tillage and compaction on nitrous oxide, nitric oxide, nitrogen dioxide, methane and carbon dioxide fluxes form glassland. Biology and fertility of soils, 36:.224-231, 2002.

DELIMITAÇÃO DA ÁREA ÚMIDA E ENTORNO PROTETIVO E ANÁLISE DO ARMAZENAMENTO DE ÁGUA NOS SOLOS

Ana Paula Marés Mikosik[1], Eduardo Vedor de Paula[2], Nerilde Favaretto [3]

RESUMO: No ano de 2008, o estado do Paraná sancionou a Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n° 005, que definiu critérios para a avaliação das áreas úmidas e dos seus entornos protetivos, bem como normatizou a conservação das mesmas. No presente trabalho foi selecionada uma pequena bacia hidrográfica (20,52 ha), localizada em Antonina (PR), para ser utilizada como estudo de caso na aplicação da resolução mencionada. Assim sendo, os objetivos específicos foram: 1) delimitação da área úmida e entorno protetivo; 2) análise da funcionalidade ambiental, pela capacidade de armazenamento de água. Deste modo, foi realizada a aquisição e o tratamento dos dados geopedológicos. A integração destes dados permitiu espacializar o regime hídrico dos solos. Desta forma, a área úmida, composta por solos hidromórficos e semi-hidromórficos, compreendeu 1,94 ha, e o entorno protetivo, formado por solos não-hidromórficos, correspondeu a 5,45 ha com larguras de 50 m, 60 m e 70 m, dependendo da textura do solo e da declividade do relevo. Nesta área úmida, os solos apresentaram um potencial de armazenamento de água de 33,22 L m^2. Os resultados indicam a possibilidade de aplicação prática da resolução em microbacia hidrográfica e a importância da conservação das áreas úmidas em decorrência da funcionalidade ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n° 005, regime hídrico dos solos, funcionalidade ambiental.

INTRODUÇÃO

O estado do Paraná aprovou a Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n° 005 (PARANÁ, 2008), a qual adotou critérios geopedológicos (declividade do relevo, regime hídrico e textura dos solos) para avaliar as áreas úmidas e seus entornos protetivos.

Entretanto, faz-se necessário elaborar procedimentos metodológicos destinados à delimitação das áreas úmidas e seus entornos protetivos com o intuito de respaldar a

[1] Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR. Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035-050, Curitiba - PR. E-mail: anammikosik@hotmail.com
[2] Professor no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná. R. Evaristo F. Ferreira da Costa, 384-392, CEP 82590-300, Curitiba – PR.
[3] Professora no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR. Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035-050, Curitiba - PR.

aplicabilidade da resolução. Acredita-se que com uma legislação tecnicamente acessível seja possível conservar as áreas úmidas a fim de resguardar as suas funções ambientais.

Partindo dessa perspectiva, o objetivo geral do trabalho consiste na aplicação da Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n° 005, (PARANÁ, 2008) em uma pequena bacia hidrográfica, localizada em Antonina (PR). Nesse estudo de caso, os objetivos específicos são: 1) delimitação da área úmida (solos hidromórficos e semi-hidromórficos) e entorno protetivo (solos não-hidromórficos); 2) análise da funcionalidade ambiental pela capacidade de armazenamento de água.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo de caso foi realizado em uma bacia hidrográfica de 20,52 ha de extensão, localizada no município de Antonina (PR). A área úmida é composta por Gleissolos Háplicos e nas suas adjacências ocorrem os Cambissolos Háplicos.

A área de estudo foi representada em um MDT hidrologicamente consistido, com a finalidade de determinar a declividade predominante em quatro vertentes representativas da bacia hidrográfica. Paralelamente, os trabalhos de campo foram realizados para identificar o regime hídrico dos solos. De acordo com a resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP n° 005 de 2008, os solos hidromórficos foram definidos, pelo horizonte glei, dentro de 50 cm a partir da superfície. Os solos não-hidromórficos foram definidos pela ausência de gleização, dentro de 1 m a partir da superfície. As áreas com hidromorfia entre os 50 cm a 1 m, a partir da superfície do solo, foram definidas como solos semi-hidromórficos e incluídos como constituintes da área úmida (PARANÁ, 2008).

Os dados pedológicos foram obtidos em vinte e sete pontos amostrais. As amostras coletadas foram submetidas a granulometria e a análise das propriedades físicas dos solos (densidade do solo, densidade de partículas, porosidade total e umidade gravimétrica), conforme EMBRAPA (1997). De posse da umidade gravimétrica foi possível calcular a umidade volumétrica (Brady e Weil, 2013), obtida pela Equação 1.

$$\theta = (ps.w).100 \quad (1)$$

onde θ é a umidade volumétrica (%), ps é a densidade do solo (g cm^{-3}), w é a umidade gravimétrica (%).

A partir da umidade volumétrica do solo, foi possível aplicar a Equação 2, a qual estima o armazenamento de água no solo (Scheer, 2011).

$$A = \theta.h \quad (2)$$

onde A é o armazenamento de água (L m^{-2}), θ é a umidade volumétrica (%) e h é a altura do horizonte de solo (m).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conciliando o MDT hidrologicamente consistido e o regime hídrico dos pontos amostrais, foi possível delimitar a área úmida. Para tanto, a altitude obtida no MDT foi subtraída pela profundidade de identificação da hidromorfia. Como resultado obteve-se a altitude das características hidromórficas: gleização e ocorrências de mosqueados.

A delimitação da área úmida totalizou 1,94 ha, caracterizada pela presença de Gleissolos Háplicos, correspondentes aos solos hidromórficos e semi-hidromórficos. O entorno protetivo foi delimitado pela correlação entre a declividade das vertentes representativas e a textura do horizonte B dos solos, cujas larguras de 50, 60 e 70 m apresentaram as seguintes extensões 0,63 ha, 2,60 ha e 2,22 ha, totalizando 5,45 ha.

Após a delimitação da área úmida e o entorno protetivo, foi analisado o armazenamento de água nos solos. A área úmida caracterizada pelos solos hidromórficos e semi-hidromórficos foi capaz de armazenar 33,22 L m^{-2} de água com porosidade total entre 21,79 a 36,15 % e profundidade de 50 cm das camadas de amostragem. Enquanto que os solos não-hidromórficos do entorno protetivo armazenaram 22,61 L m^{-2} de água em 50 cm de profundidade das camadas de amostragem.

O armazenamento de água da área úmida refletiu as variações dos atributos físicos e da profundidade dos solos (Couto et al., 2002) e, por isso mostrou-se menor comparado a Campos et al. (2012) e Scheer (2011). No primeiro caso, os autores estimaram uma capacidade de armazenamento médio de água entre 556 a 834 L m^{-2} em solos de áreas úmidas florestadas com profundidade de 1 m e porosidade entre 43,7 a 91,5%. No segundo caso, os Gleissolos Háplicos de áreas altomontanas registraram uma capacidade de armazenamento de 296,9 L/m^{-2} em 55 cm de espessura de solo e porosidade entre 50,8 a 93,1%.

CONCLUSÕES

O presente trabalho desenvolveu procedimentos metodológicos para a delimitação das áreas úmidas e entornos protetivos e estimou a capacidade de armazenamento de água. Os resultados indicam a possibilidade de aplicação prática da resolução em microbacia

[1] Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR. Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035-050, Curitiba - PR. E-mail: anammikosik@hotmail.com
[2] Professor no Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal do Paraná. R. Evaristo F. Ferreira da Costa, 384-392, CEP 82590-300, Curitiba – PR.
[3] Professora no Programa de Pós-Graduação em Ciências do Solo, UFPR. Rua dos Funcionários, 1540, CEP 80035-050, Curitiba - PR.

hidrográfica e a importância da conservação das áreas úmidas em decorrência da funcionalidade ambiental, explicada pela elevada capacidade de armazenamento de água no solo.

REFERÊNCIAS

Brady, NC, Weil, RR. Elementos da natureza e propriedades dos solos. Tradução técnica: Igo Fernando Lepsch. 3.ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Campos CA, Hernández, ME, Moreno-Casasola, P, Cejudo, EE, Robledo, RA, Infante Mata, D. Soil water retention and carbon pools in tropical forested wetlands and marshes of the Gulf of Mexico. Hydrological Sciences Journal, 2011; 56 (8): 1388–1406. http://dx.doi.org/10.1080/02626667.2011.629786

Couto, L, Aguiar, LMS. Características Físico-Hídricas e Disponibilidade de Água no Solo. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo; 2002 (Circular Técnica - Série Embrapa).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997.

PARANÁ. Resolução Conjunta IBAMA/SEMA/IAP N° 005, de 28 de março de 2008. Casa Civil Governadoria do Poder Executivo do Estado do Paraná. Curitiba, PR, 2008.

Scheer, MB, Curcio, GR, Roderjan, CV. Environmental functionalities of upper montane soils in Serra da Igreja, Southern Brazil. R. Bras. Ci. Solo. 2011; 35:1113-1126. http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832011000400005

CULTIVO DE TRIGO SUBMETIDO À DOSES DE GESSO EM LATOSSOLO VERMELHO DISTRÓFICO TÍPICO

Suzana Zavilenski Fogaça[1], Antonio Nolla[2], Gustavo Brayan Fogaça de Oliveira[1], Laudelino Vieira da Mota Neto[3] e Thaynara Garcez da Silva[1]

RESUMO: O trigo é uma das três espécies de meios importância econômica, no entanto, para que seja possível obter otimização de rendimento, é necessário a correção da acidez do solo. Em solos arenosos com problemas de escassez de água e lixiviação de nutrientes, faz-se indispensável o uso de gesso agrícola, capaz de condicionar a subsuperfície com nutrientes e promover maior desenvolvimento do sistema radicular. Para isto é fundamental avaliar qual a dose recomendada para o trigo. Sendo assim, objetivou-se avaliar o desenvolvimento de trigo submetido a doses de gesso combinadas ou não com calcário. Foi proposto um experimento em vasos, cujos tratamentos consistiram de doses de gesso (0, 725, 1450, 2900, 5800 e 11600 kg ha^{-1}) combinadas com a aplicação ou não de calcário. As plantas foram cultivadas por 96 dias quando avaliou-se a altura e massa de grãos. Os tratamentos que receberam somente gesso, não foram eficientes em aumentar a altura e a massa de grãos do trigo. O gesso combinado com o calcário aumentou o desenvolvimento do trigo, atingindo a máxima eficiência técnica com 5000 kg ha^{-1} de gesso para altura de plantas e massa de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: enxofre, condicionador de solo, acidez subsuperficial.

INTRODUÇÃO

O trigo destaca-se como uma das três espécies de grãos mais importantes para a economia global, de acordo com Fornasieri Filho (2008) um dos manejos mais relevantes para o cultivo do trigo é a adoção da calagem, de modo a neutralizar a acidez encontrada no solo.

Em sistemas sob plantio direto, a correção superficial do solo restringe a correção da acidez do solo nos primeiros centímetros de profundidade (Novais et al., 2007). Assim, as camadas abaixo dos 0,20 m podem apresentar baixos teores de cálcio (Ca) e elevado teor e saturação por alumínio (Al) (Fornasieri Filho, 2008). Desta forma, recomenda-se a adoção da gessagem em solos que apresentam acidez em profundidade, especialmente os que possuem argilas de baixa atividade (Novais et al., 2007). A eficácia do gesso agrícola é creditada à sua elevada motilidade no solo, uma vez que o íon sulfato (SO_4^{-2}) age como agente ligante a outros

[1]Discente, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, suzanazfogaca@hotmail.com
[2]Docente, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, anolla@uem.br
[3]Discente, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, laudelino_motta@hotmail.com

íons como Ca, magnésio (Mg), potássio (K) e Al, causando sua movimentação em profundidade (Fornasieri Filho, 2008). Há diversas metodologias de recomendação de gessagem para o Brasil, e uma específica para os solos do sul do Brasil sob plantio direto, proposta por Caires e Guimarães (2016), entretanto, é necessário maiores estudos acerca das doses para as condições de solos arenosos para recomendar a quantidade adequada de gesso para o cultivo de trigo.

O objetivo do estudo foi avaliar o desenvolvimento de trigo submetido a doses de gesso agrícola combinadas ou não com calcário em um Latossolo Vermelho Distrófico típico.

MATERIAL E MÉTODOS

Foi montado um experimento durante o inverno de 2018, na área experimental da UEM, Umuarama, em colunas de PVC de 100 mm de diâmetro x 0,4 m de altura, as quais foram preenchidas com Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura arenosa, cujas características químicas originais eram: pH $CaCl_2$ = 4,3, teores de Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^+, SB, CTC = 0,95; 1,16; 0,07; 0,5; 1,73 e 7,08 $cmol_c$ dm^{-3}, respectivamente e V % = 24,43 e m = 35,45% teores de P e S = 2,39 e 3,1 mg dm^{-3} respectivamente.

Os tratamentos consistiram na aplicação das doses 0, 725, 1450, 2900, 5800 e 11600 kg ha^{-1} de gesso agrícola (baseado na metodologia proposta por Caires e Guimarães, 2016) combinadas ou não com calcário (3,7 t ha^{-1} PRNT 87%), visando elevar a V a 70%. Semeou-se, nos vasos trigo cultivar TBIO Sonic da Biotrigo®. Todos os tratamentos receberam a mesma quantidade de nitrogênio (90 kg de N ha^{-1}), fósforo (80 kg de P_2O_5 ha^{-1}) e potássio (50 kg de K_2O ha^{-1}). A umidade dos vasos foi mantida por irrigação. Aos 96 dias as plantas foram colhidas e avaliou-se altura de plantas (AP) e massa de grãos (MG). As médias obtidas foram submetidas a análise de variância e comparadas pelo teste de Tukey, as doses de gesso foram submetidas à análise de regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do calcário independente do gesso melhora o desenvolvimento das plantas de trigo (tabela 1), devido sua ação corretiva, o que eleva a quantidade de cargas negativas na CTC do solo e reduz a solubilidade de íons tóxicos como o Al (Chaves e Farias, 2008).

Tabela 1 - Teste Tukey ($p<0,05$) para o fator calcário em relação aos parâmetros altura de plantas e massa de grãos de trigo cultivado em Latossolo. Umuarama - PR, 2018

	AP cm	MG g $vaso^{-1}$
Com calcário	31,64 a	0,83 a
Sem calcário	25,99 b	0,38 b
C.V. (%)	7,85	13,64

AP = Altura de plantas e MG = Massa de grãos. C.V. (%) coeficiente de variação. Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a 5% de probabilidade.

O uso de doses de gesso combinadas ao calcário favoreceu o desenvolvimento do trigo em relação aos parâmetros AP e MG (figura 1 A e B), contudo, nota-se que a elevação da dose sem a combinação com calcário prejudica o desenvolvimento das plantas. O aumento da dose de gesso aplicada ao solo pode ter causado desbalanço na CTC em subsuperfície do solo, sobretudo nos tratamentos sem aplicação de calcário, reduzindo a disponibilidade de nutrientes equilibrada para o trigo (Nora et al., 2013).

Zapparoli et al. (2013), em estudo com doses de gesso combinadas ao uso de calcário, observou que a altura das plantas de soja aumentou conforme aumentaram as doses, encontrando as maiores médias nos tratamentos com 8 e 10 t ha^{-1} de gesso. Por outro lado, em pesquisas realizadas por Medeiros et al. (2008) o aumento da saturação do solo por Ca, pode levar a absorção preferencial deste cátion, provocando desbalanço na assimilação de Mg e K, reduzindo o incremento de altura de plantas de milho.

Para os parâmetros produtivos, em estudos realizados por Zandoná et al. (2015), o gesso aumentou a produtividade do milho, mesmo em condições de pluviosidade regular, os resultados foram relacionados à melhoria dos atributos químicos do solo, com aumento dos teores de Ca e Mg por todo perfil. Do mesmo modo, Caires et al. (2011) obtiveram rendimentos 9% superiores na produtividade do milho na inexistência de veranicos em Latossolo.

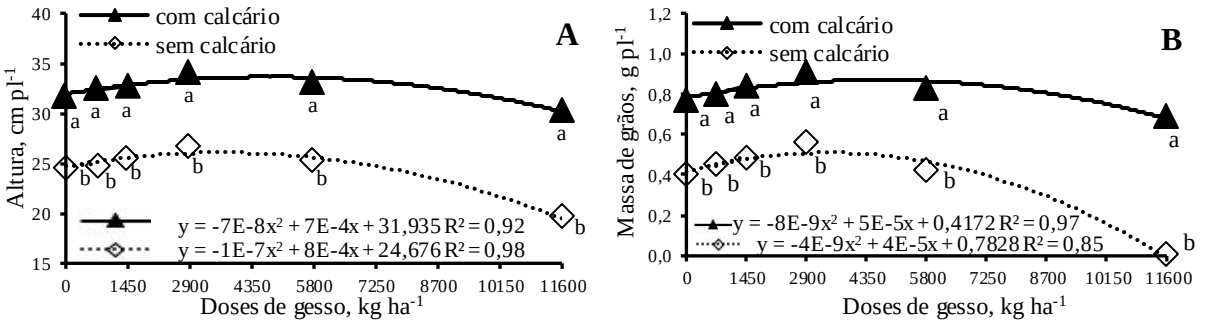


Figura 1- Altura de plantas (A) e Massa de grãos (B) de trigo cultivado em Latossolo sob doses crescentes de gesso combinado ou não com a aplicação de calcário.

De acordo com as equações obtidas nos gráficos da figura 1 A e B, obteve-se as doses de gesso para máxima eficiência técnica (tabela 2). Em conformidade com Bilibio et al. (2010), a utilização de calcário e gesso acarreta alterações nos atributos químicos do solo, o que pode justificar as maiores médias na presença de calcário (figura 1).

[1]Discente, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, suzanazfogaca@hotmail.com
[2]Docente, Universidade Estadual de Maringá, Umuarama, anolla@uem.br
[3]Discente, Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, laudelino_motta@hotmail.com

Tabela 2 - Quantidade de gesso kg ha^{-1} para máxima eficiência técnica com a utilização de calcário ou não, para altura de plantas e massa de grãos de trigo. Umuarama-PR, 2018

Quantidade de gesso para MET	AP cm	MG g pl^{-1}
Dose de gesso com calcário	5000,0	5000,0
Dose de gesso sem calcário	4000,0	3125,0

MET = Máxima eficiência técnica, AP = Altura de plantas e MG = Massa de grãos.

CONCLUSÕES

O uso do gesso sem a aplicação de calcário não foi eficiente no crescimento e acumulo de massa de grãos em plantas de trigo. A combinação entre gesso e calcário representa a melhor alternativa para a cultura, obtendo-se a máxima eficiência técnica com a dose de 5000 kg ha^{-1} para AP e MG.

REFERÊNCIAS

Bilibio WD, Corrêa G, Borges EN. Atributos Físicos e químicos de um Latossolo, sob diferentes sistemas de cultivo. Cienc Agrotec. 2010; 34:817-822. http://www.scielo.br/pdf/cagro/v34n4/v34n4a04.pdf

Caires EF, Garbuio FJ, Churka S, Joris HAW. Use of gypsum for crop grain production under a subtropical no-till cropping system. Agron J. 2011; 103:1804-1814. https://www.researchgate.net/publication/269583370_Use_of_Gypsum_for_Crop_Grain_Production_under_a_Subtropical_NoTill_Cropping_System

Caires EF, Guimarães AM. Recomendação de gesso para solos sob plantio direto da Região Sul do Brasil. In: FERTIBIO 2016; 2016 Out 16-20; Goiânia, Goiás. Goiânia: SBCS/NRCO; 2016. p.486. https://sbcs.org.br/fertbio2016/anais/pdfs/plenary/BEED.pdf

Chaves LHG, Farias CHA. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo e na disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo. Rev Caatinga. 2008; 21:75-82. https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/ca atinga/article/view/715/455

Fornasieri Filho D. Manual da cultura do trigo. Jaboticabal: Funep, 2008.

Medeiros JC, Albuquerque JA, Mafra AL, Rosa JD, Gatiboni LC. Relação cálcio:magnésio do corretivo da acidez do solo na nutrição e no desenvolvimento inicial de plantas de milho em um Cambissolo Húmico Álico. Semin Cienc Agrar. 2008; 29:799-806. http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/semagrarias/article /download/2706/2341

Novais RF, Alvarez VH, Barros NF, Fontes RL, Cantarutti RB, Neves JCL, editores. Fertilidade do Solo. Viçosa: SBCS, 2007.

Nora DD, Amado TJC, Girardello VC, Martins C. Gesso: alternativa para redistribuir verticalmente nutrientes no perfil do solo sob sistema plantio direto. Rev Plantio Direto. 2003; 133:8-20. https://www.researchgate.net/publication/331174648_Gesso_Alternativa_para_redistribuir_verticalmente_nutrientes_no_perfil_do_solo_sob_sistema_plantio_direto

Zandoná R, Beutler A, Burg G, Barreto C, Schmidt M. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja. Pesqui Agropecu Tropical. 2015; 45:128-137. https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/30301/18380

Zapparoli RA, Bonadio ML, Gomes CJA, Nascimento DMD, Marchione MS, Berna R, Castro AMC. Associação calcário e gesso na cultura da soja e nas características químicas do solo com alta saturação em alumínio. Cultivando o Saber. 2013; 6:74-84. https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/52b62dd496f39.pdf

ACIDEZ DO SOLO EM FUNÇÃO DE NÍVEIS DE CALAGEM EM SISTEMA PLANTIO DIRETO.

Ana Carolina Ricardi[1], Victória Koszalka[2], Christian Lopes[3], Keity Eurich[4], Marcelo Marques Lopes Muller[5]

RESUMO: O objetivo desse estudo foi avaliar efeitos residuais da calagem em atributos químicos da acidez do solo sob PD. Tratando-se de um experimento em blocos ao acaso (4 blocos x 4 repetições) em 2014 foram aplicados três níveis de calagem (calcário dolomítico) em um latossolo bruno : C1 0 (controle); C2 5,67 t ha^{-1} equivalendo à necessidade de calagem (NC) para atingir V=70% na camada de 0,0-0,2 m de profundidade; e C3 10,21 t ha^{-1}, equivalendo à NC para atingir V=100% na camada de 0,0-0,2 m. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), teste de tukey para os níveis de calagem. Em todas as camadas o pH aumentou na comparação tratamentos com calagem. Até a camada de 0,60m, o pH foi maior conforme a dose de calcário. Para a acidez potencial (H+Al), os níveis de H+Al foram maiores no C1 comparando com C2 e C3. Assim, o efeito da calagem é estatisticamente significativo na correção da acidez do solo até 80 cm de profundidade sob PD consolidado, proporcionando um efeito alcalinizante após 48 meses de aplicação do calcário e proporcionalmente a dose aplicada. Entretanto, este efeito é de pequena magnitude e significado prático para as plantas abaixo dos 0,20m.

PALAVRAS-CHAVE: acidez potencial, calcário, pH.

.

INTRODUÇÃO

O plantio direto (PD) evita práticas de revolvimento do solo permitindo o acumulo de material vegetal (Gambarato Bertin et al., 2005). A calagem superficial é frequentemente usada em (PD) para reduzir a acidez do solo (Costa et al., 2016) elevando o pH, fornecendo Calcio e Magnésio e influênciando diretamente na redução da toxidez de Alumínio e podendo modificar a disponibilidade de nutrientes (Sorato et al., 2010).

Entretanto, o calcário possui dinâmica lenta principalmente em profundidade quando refere-se a neutralização da acidez (Ernani et al., 2004; Caires, et al. 2003) a reação do calcário limita-se geralmente ao local de sua aplicação no solo, não tendo efeito

[1]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, ana.carol.ricardi@gmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, vic.koszalka@gmail.com
[3]Mestrando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, christian42lopes@gmail.com
[4]Graduando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, keityeurich@hotmail.com
[5]Orientador, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, mmmuller@unicentro.br

rápido na redução da acidez do subsolo, que depende da lixiviação de sais através do perfil do solo (Caires, et al. 2003; Borges et al., 2018). O movimento no perfil varia de acordo com a estrutura do solo, condições climáticas, manejo de fertilizantes e sistemas de cultivo (Ernani et al., 2003)

Desta maneira, o objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da calagem em atributos químicos da acidez do solo sob PD.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em um estudo de longa duração conduzido na área experimental do Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava-PR, onde o clima é Cfb, segundo a classificação de Köppen, com verões amenos, sem estação seca definida. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno (Michalovicz, 2012), tendo sido manejado em sistema PD desde 2005.

O delineamento utilizado foi blocos ao acaso com quatro blocos e quatro parcelas cada bloco, em 2014 foram aplicados três níveis de calagem: C1) 0 t ha^{-1} de calcário (controle); C2) 5,67 t ha^{-1} de calcário dolomítico PRNT 95%, equivalendo à necessidade de calagem (NC) para atingir V=70% na camada de 0,0-0,2 m de profundidade; e C3) 10,21 t ha^{-1} do mesmo calcário, equivalendo à NC para atingir V=100% na camada de 0,0-0,2 m. O solo foi amostrado de forma estratificada até 0,80m de profundidade em junho de 2018 e foram realizadas análises químicas.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância ($p \leq 0,05$), teste de tukey para os níveis de calagem com auxilio do software estatístico Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 estão explanados os resultados obtidos de pH e acidez potencial (H+Al) nas profundidades e seu respectivo controle.

Tabela 1- Atributos químicos da acidez do solo nas diferentes profundidades.

Prof.	pH ($CaCl_2$)				H+Al ($cmol_c\ dm^{-3}$)			
(cm)	C1	C2	C3	CV%	C1	C2	C3	CV%
0-5	4,29a	4,46b	4,59b	4,11	10,14b	7,09a	6,10a	19,42
5-10	4,27a	4,51b	4,64c	3,30	10,58c	7,90b	6,74a	12,97
10-20	4,32a	4,54b	4,64b	3,11	9,42b	8,47a	8,11a	12,07
20-40	4,36a	4,54b	4,66c	2,66	8,81b	8,49ab	8,04 a	9,95
40-60	4,40a	4,56b	4,65c	2,22	8,80b	8,15a	7,84a	5,30
60-80	4,45a	4,59b	4,64b	3,26	8,11b	7,73a	7,52a	3,69

Médias seguidas de letras distintas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Quanto ao pH, nas camadas de 0,05-0,10m, 0,20-0,40m e 0,40-0,60m, o pH foi maior conforme a dose de calcário, na ordem 10,21 t ha^{-1} > 5,67 t ha^{-1} > 0,00 t ha^{-1}, o que está de acordo com o apresentado por Carmeis Filhos et al. (2017) em que a aplicação superficial de calcário foi considerada um método eficaz para melhorar o perfil de fertilidade do solo sob este sistema de longo prazo de PD.

A correção da acidez no perfil pela calagem pode ser explicado pela movimentação de partículas finas de calcário por meio da porosidade deixada por raízes e, ou pela formação de compostos orgânicos pela formação de $Ca(HCO^3)_2$ e $Mg(HCO^3)_2$ como mencionado por Petrere e Anghinoni (2001).

Para acidez potencial, a camada de 0,05-0,10m, além da redução dos níveis de H+Al com a calagem, a maior dose de calcário diminuiu H+Al em relação à menor dose. Na camada de 0,20-0,40m, somente a maior dose de corretivo reduziu significativamente H+Al em relação ao C1. O que está de acordo com Galindo et al. (2017), em que calcário dolomítico proporcionou elevação dos valores de pH do solo e menor acidez potencial, com a aplicação de 2,7 t ha^{-1}.

Nota-se que a calagem em superfície, após cinco anos, reduziu a acidez potencial no perfil, com mais intensidade até 0,20m de profundidade, chegando a -14% de H+Al com a maior dose de calcário. A redução acidez ativa pela calagem foi menor, observando-se efeito da ordem de 0,32 unidade de pH a mais com 10,21 t ha^{-1} de calcário até 0,40m de profundidade, na comparação com o controle sem calagem, diferença que baixou para 0,25 e 0,19 unidade de pH nas camadas de 0,40-0,60m e 0,60-0,80m, respectivamente.

CONCLUSÕES

Assim, o efeito da calagem é estatisticamente significativo na correção da acidez do solo até 80 cm de profundidade sob PD consolidado, proporcionando um efeito alcalinizante após 48 meses de aplicação do calcário e proporcionalmente a dose aplicada. Entretanto, este efeito é de pequena magnitude e significado prático para as plantas abaixo dos 0,20m.

[1]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, ana.carol.ricardi@gmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, vic.koszalka@gmail.com
[3]Mestrando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, christian42lopes@gmail.com
[4]Graduando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, keityeurich@hotmail.com
[5]Orientador, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, mmmuller@unicentro.br

REFERÊNCIAS

Borges WLB, Hipólito JL, De Souza IMD, Tokuda FS, Gasparino AC, Andreotti M. Calagem e gessagem em sistemas sustentáveis de produção de milho no noroeste paulista. Nucleus, p. 7-16, 2018. http://dx.doi.org/10.3738/1982.2278.2991.

Caires EF, Blum J, Barth G, Garbuio FJ, Kusman, MT. Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, v. 27, n. 2, p. 275-286, 2003. http://dx.doi.org/10.1590/S0100 06832003000200008.

Costa CHM, Crusciol CAC, Ferrari Neto J, Castro GSA, Residual effects of superficial liming on tropical soil under no-tillage system. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 51, n. 9, p. 1633-1642, 2016. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2016000900063.

Carmeis Filho ACA, Crusciol CAC, Castilhos AM. Liming demand and plant growth improvements for an Oxisol under long-term no-till cropping. The Journal of Agricultural Science, v. 155, n. 7, p. 1093-1112, 2017. https://doi.org/10.1017/S0021859617000235

Ernani PR, Ribeiro MFS, Bayer C. Chemical modifications caused by liming below the limed layer in a predominantly variable charge acid soil. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.35, p.889-901, 2004. https://doi.org/10.1081/CSS-120030365.

Gambarato Bertin E, Andrioli I, Centurion JF. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. Acta Scientiarum. Biological Sciences, v. 27, n. 3, 2005. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v27i3.1393.

Galindo FS, Da Costa Silva J, Gerlach GAX, Ferreira MMR, De Souza Colombo A, Teixeira Filho MCM. Matéria seca do feijoeiro e correção da acidez do solo em função de doses e fontes de corretivos. Agrarian, v. 10, n. 36, p. 141-151, 2017. tps://doi.org/10.30612/agrarian.v10i36.5264

Petrere C, Anghinoni I. Alteração de atributos químicos no perfil do solo pela calagem superficial em campo nativo. R. Bras. Ci. Solo, 25:885-895, 2001. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000400011.

Michalovicz L. Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho-cevada-feijão-trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em plantio direto. Dissertação (Mestrado em produção vegetal). Guarapuav: Universidade Estadual do Centro-Oeste, Unicentro-PR.2012.

Soratto RP, Crusciol CAC, Mello FFC. Componentes da produção e produtividade de cultivares de arroz e feijão em função de calcário e gesso aplicados na superfície do solo. Bragantia, v. 69, n. 4, p. 965-974, 2010. http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052010000400023.

CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA DE RIZOBACTÉRIAS SOB DISTINTOS MANEJOS DE CULTIVO DE *NICOTIANA TABACUM L.*

Aline Gomes de Carvalho[1], Marcio Simoni[2], Luana Patrícia Pinto[3], Luciana Grange[4], Marco Antônio Bacelar Barreiros[4].

RESUMO: A fumicultura intensiva apresenta alto potencial de degradação da qualidade do solo, principalmente das atividades biológicas, devido à alta pressão de seleção pelo uso de produtos fitossanitários e o monocultivo. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade de diferentes manejos do cultivo de *Nicotiana tabacum* L. e determinar o efeito sobre a diversidade de comunidades bacterianas do solo. Foram coletados solos de cinco propriedades sob distintos manejos e tempo de plantio. Para obtenção da diversidade biológica foi realizada a tipagem morfológica da biota bacteriana do solo. Pelos resultados obtidos, foi observado que práticas intensivas no cultivo de tabaco sem a prática de manejos que favoreçam a rotação de cultura, apresentaram a redução da diversidade da microbiota do solo no decorrer do tempo de cultivo.

Palavras-chave: bactéria, densidade; diversidade; fumo.

INTRODUÇÃO

Para garantir o desenvolvimento de uma folha com boa qualidade, a produção de tabaco requer o uso intensivo de produtos fitossanitários que afetam diretamente o ecossistema levando a redução e perda da biodiversidade dos solos (SCHOENHALS; FOLLADOR; SILVA, 2009). Outro fator que corrobora esta condição é o preparo intensivo do solo durante o plantio do fumo, pois a desagregação drástica do mesmo expõe grupos de microrganismos que até então estavam protegidos em agregados e colóides à ação mais severa destes agentes tóxicos (CARDOSO; ANDREOTE, 2016).

Este tipo de microbioma é composto por indivíduos rizosféricos que, em sua maioria, são representados por bactérias e fungos que atuam como catalizadores de processos bioquímicos e são considerados altamente sensíveis às ações antrópicas de degradação (MENDES et al., 2011). Neves et al. (2009) defendem que a utilização de indicadores biológicos é uma estratégia fundamental para estimar sobre a qualidade de solos principalmente em manejos conservacionistas, pois do ponto de vista preventivo, respondem as alterações no meio com grande rapidez. Dessa forma, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a qualidade de distintos manejos do cultivo de *Nicotiana tabacum* L. através da obtenção da diversidade morfológica de rizobacterias como um bioindicador da saúde do solo.

[1] Estudante, UFPR, Palotina-PR, aline.29carvalho@outlook.com
[2] Bióloga, UFPR, Sapezal-MT.
[3] Eng. Agrônomo, UFPR, Palotina-PR.
[4] Docente, UFPR, Palotina-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

A amostragem de solo foi realizada na camada de 0 a 20 cm no município de Itaipulândia - PR, tendo como critério de seleção propriedades sob cultivo de tabaco com distintos manejos de solo. Os tratamentos foram: M1 – 3 anos de cultivo (Rotação soja/milho, sem adubação e pousio); M2 – 6 anos de cultivo (Rotação soja/milho/aveia, com adubação orgânica e pousio); M3 – 10 anos de cultivo (Rotação soja, sem adubação orgânica e pousio); M4 – 12 anos de cultivo (Rotação soja, com adubação orgânica e sem pousio) e; M5 – 40 anos de cultivo (Rotação soja, com adubação orgânica e sem pousio). De cada amostra composta por manejo, 10 g de solo foram obtidas e diluídas em 90 ml de solução salina a 0,85%. Estas foram submetidas à agitação com pérolas de vidro a 200 rpm por 20 min sendo em seguida decantado. Após uma diluição seriada, as concentrações de 10^{-2}, 10^{-3} e 10^{-4} de cada amostra foram inoculadas em quadruplicatas em placas de Petri com meio generalista Digs pelo método *spread plate* , e estas foram incubadas em B.O.D por 72 horas a 27 ºC. A caracterização morfológica das colônias foi realizada segundo Hofling & Gonçalves (2011) e os agrupamentos foram gerados a partir do programa Past (Paleontological Statistics), pelo uso do algoritmo UFGMA e cálculo da distância RANK, com ponto de corte de 70% de similaridade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os fatores considerados mais relevantes e que alteram de forma significativa e rápida a organização de um solo do ponto de vista físico, químico e biológico são o manejo de preparo do solo e o uso excessivo de produtos fitossanitários (CARNEIRO et al., 2009). Neste trabalho, os manejos que utilizaram a adubação orgânica (M2, M4 e M5) apresentaram bons resultados para diversidade morfológica (Tabela 1). O manejo M2 (presença da aveia) foi o que revelou maior número de agrupamentos demonstrando que mesmo sob 6 anos de cultivo, se a rotação de culturas for devidamente realizada, haverá maior biodiversidade entre as espécies encontradas dando mais garantia de sustentabilidade ao sistema.

Na Tabela 1 é possível observar a presença de grupos resilientes dentro do cultivo de Tabaco, encontrados em destaque no grupo G2, seguidos pelo grupos G3, G4 e G5. Microrganismos resilientes são os que se mantém ao longo dos anos, independente das perturbações e do manejo empregado,

[1] Estudante, UFPR, Palotina-PR, aline.29carvalho@outlook.com
[2] Bióloga, UFPR, Sapezal-MT.
[3] Eng. Agrônomo, UFPR, Palotina-PR.
[4] Docente, UFPR, Palotina-PR.

permanecem no ambiente desempenhando seus papéis nos ciclos biogeoquímicos se estabilizando com o tempo (LUDWIG; WILMES; SCHRADER, 2017).

Tabela 1: Agrupamentos obtidos por tipagem morfológica segundo Hofling e Gonçalves (2011) modificado.

Grupos	Manejos sob cultivo de tabaco					
	M1	M2	M3	M4	M5	Total
G2	19	20	18	18	15	90
G3	2	9	4	8	9	32
G5	5	4	4	8	9	30
G11	3	3	2	12	5	25
G4	3	4	7	6	4	24
G1	3	3	4	3	3	16
G9	5	1	1	4	3	14
G20	1	2	4	0	0	7
G8	0	2	2	0	2	6
G6	5	1	0	0	0	6
G19	3	1	1	0	0	5
G12	4	1	0	0	0	5
G7	1	2	0	1	0	4
G21	1	2	0	0	0	3
G15	1	0	1	0	0	2
G16	2	0	0	0	0	2
G18	1	0	1	0	0	2
G22	1	0	0	0	0	1
Total	60	55	49	60	50	274

A partir dos resultados obtidos neste experimento, é possível afirmar como Kunz (2005), que apesar do tempo ser capaz de reduzir a diversidade morfológica, o manejo, quando executado corretamente, tem competência de inserir outros microrganismos de maneira indireta mitigando a degradação ecológica do solo. Manejos que utilizam biofertilizantes e/ou rotação de culturas foram os que apresentaram maior diversidade morfológica (M2 e M5). Os resultados do comportamento da microbiota do solo também são exemplificados em Pereira et al. (2007) e Hobbs, Sayre e Gupta (2008), que afirmam em seus trabalhos que a diversidade aumenta devido a rotação de culturas.

CONCLUSÕES

O plantio de tabaco a longo prazo sem um conjunto de manejos adequados reduz a densidade e a diversidade do solo, portanto para atender as metas da sustentabilidade dos sistemas produtivos, principalmente da cultura do tabaco, deve-se compreender e executar a melhor estratégia de manejo e

[1] Estudante, UFPR, Palotina-PR, aline.29carvalho@outlook.com
[2] Bióloga, UFPR, Sapezal-MT.
[3] Eng. Agrônomo, UFPR, Palotina-PR.
[4] Docente, UFPR, Palotina-PR.

definir parâmetros mínimos para monitoramento de solos cultivados.

REFERÊNCIAS

Cardoso, E. J. B. N.; Andreote, F. D. *Microbiologia do Solo*. 79 p. Piracicaba: ESALQ/USP, 2016.

CARNEIRO, M. A. C.; SOUZA, E. D.; REIS, E. F.; PERREIRA, H. S.; AZEVEDO, W. R. Atributos físicos, químicos e biológicos de solo de cerrado sob diferentes sitemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de ciência do solo.** v. 33, n. 1, p.147-157. 2009.

Dobereiner, J.; Baldani, V.L.D.; Baldani, J.I. Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não - leguminosas. *Embrapa Agrobiologia*, Seropédica, 66p., 1995.

Hammer, Ø., Harper, D. A. T., & Ryan, P. D. (2001). Paleontological statistics software: package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, (4).

Hobbs, P. R., Sayre, K., & Gupta, R. (2008). The role of conservation agriculture in sustainable agriculture. *Philosophical Transactions of the Royal Society of London B: Biological Sciences*, *363*(1491), 543-555.

KUNZ, A. (2005). Tratamento de dejetos de suínos: desafios associados a complexidade da matriz. In *WORKSHOP SOBRE TECNOLOGIAS PARA REMOÇÃO DE NUTRIENTES DE DEJETOS DE ORIGEM ANIMAL*.

Ludwig, M., Wilmes, P., & Schrader, S. (2017). Measuring soil sustainability via soil resilience. *Science of The Total Environment*.

MENDES, I. C.; JUNIOR, F. B. R.; HUNGRIA, M.; FERNANDES, M. F.; CHAER, G. M.; MERCANTE, F. M.; ZILLI, J. E. Microbiologia do solo e sustentabilidade de sistemas agrícolas. In: FALEIRO, F. G.; ANDRADE, S. R. M. de; REIS JUNIOR, F. B. dos (Ed.). BIOTECNOLOGIA estado da arte e aplicações na agropecuária. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 219-244, 2011.

Neves, C. M. N., Silva, M. L. N., Curi, N., Macedo, R. L. G., Moreira, F. D. S., & D'ANDRÉA, A. F. (2009). Indicadores biológicos da qualidade do solo em sistema agrossilvipastoril no noroeste do Estado de Minas Gerais. *Ciência e Agrotecnologia*, *33*(1), 105-112.

PEREIRA, A. A.; HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; KASCHUK, G.; CHUEIRE, L. M. de O.; CAMPO, R. J.; TORRES, E. Variações qualitativas e quantitativas na microbiota do solo e na fixação biológica do nitrogênio sob diferentes manejos com soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, n. 6, p.1397-1412, 2007

Schoenhals, M., Follador, F. A. C., & Silva, C. (2009). Análise dos impactos da fumicultura sobre o meio ambiente, à saúde dos fumicultores e iniciativas de gestão ambiental na indústria do tabaco. *Engenharia Ambiental, Espírito Santo do Pinhal*, *6*(2), 6-37.

[1] Estudante, UFPR, Palotina-PR, aline.29carvalho@outlook.com
[2] Bióloga, UFPR, Sapezal-MT.
[3] Eng. Agrônomo, UFPR, Palotina-PR.
[4] Docente, UFPR, Palotina-PR.

PEDOGEOMORFOLOGIA DO PLANALTO DO ALTO IGUAÇU

Nádia Mariane Mucha[1], Daniela Nicole Ferreira[1], Amanda Dias dos Reis[1], Pablo Vidal-Torrado[2], Luiz Cláudio de Paula Souza[3], Jairo Calderari de Oliveira Junior[3]

RESUMO: As informações sobre os solos do Planalto do Alto Iguaçu estão disponíveis em escala regional e nem sempre esclarecem questões sobre a gênese desses solos e seus atributos. Este trabalho tem como objetivo identificar e caracterizar as sequências de solos em diferentes compartimentos geomorfológicos no Alto Iguaçu. Foram escolhidas topossequências nas unidades da Serra do Mar (SM), Planalto de Curitiba (PC) e Planalto do Alto Iguaçu (AI) onde foram feitas descrições morfológicas dos perfis com coleta de amostras deformadas para análises químicas, granulométricas e classificação dos solos. Foram identificados Organossolos no SM e AI, sendo que no primeiro ocorre em ambiente altimontano com boa drenagem, enquanto no AI a paludização é resultado de um ambiente com baixa oxigenação. Os solos do PC não apresentaram relação textural B/A suficiente para classificá-los como Argissolos, conforme o mapa de solos da região, porém apresentaram cerosidade forte e abundante, fato pelo qual foram identificados como Nitossolos Háplicos.

PALAVRAS-CHAVE: geomorfologia, topossequência, Organossolo.

INTRODUÇÃO

As informações escassas sobre as propriedades dos solos do Planalto do Alto Iguaçu (AI) como, por exemplo, o caráter sômbrico, a relação entre depósitos cauliníticos (Caulim) e os Organossolos, podem resultar na degradação do ecossistema (Biondi & Santos, 2004; Chiapini et al., 2018). Algumas das áreas com Organossolos Háplicos têm sido degradadas para a extração de depósitos cauliníticos, afetando o fluxo dos rios que deságuam no Iguaçu, rio que cruza o estado do Paraná e tem sua foz na tríplice fronteira com Argentina e Paraguai. Para o pleno entendimento dos atributos do solo e de sua gênese, é essencial uma abordagem relacionando aspectos geomorfológicos. Outras unidades geomorfológicas descrias por Oka-Fiori et al. (2006) contribuem na dinâmica do rio Iguaçu, como os Blocos soerguidos da Serra do Mar (SM) e o Planalto de Curitiba (PC), aportando sedimentos ou mesmo captando água de efeitos orográficos.

O estudo teve como objetivo relacionaras variações dos atributos do solo no AI e nas

[1]Mestranda, PPG em Ciência do Solo – UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR.
[2]Professor, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba - SP.
[3]Professor, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR. E-mail: jairocalderari@gmail.com

unidades geomorfológicas adjacentes. O entendimento das relações entre geomorfologia e pedologia, permite o levantamento de solos em escala de maior detalhe, apoiando o estabelecimento de políticas públicas de conservação e ocupação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Tijucas do Sul (PR), com altitude variando entre 900 a 1.200 m.O clima da região, segundo classificação de Köppen é do tipo Cfa, com pluviosidade média anual de 1.500 mm, e temperatura média de 16,1°C.Para o estudo da relação solo-paisagem,foram escolhidos três compartimentos geomorfológicos (Figura 1), descritos por Oka-Fiori et al. (2006): i) compartimento Blocos Soerguidos da Serra do Mar (SM); ii) compartimento do Planalto de Curitiba (PC) e; iii) compartimento Planalto do Alto Iguaçu(AI), sendo que este apresenta áreas de topos alongados e aplainados com vertentes que associam-se à planícies. Em cada compartimento foi escolhida uma topossequência representativa onde, em diferentes posições topográficas, foram amostrados perfis de solos por trado holandês e cortes de barrancos. Realizou-se a descrição morfológica conforme Santos et al. (2013),e a coleta de amostras para análises granulométrica e química de rotina (Teixeira et al., 2017). Os resultados das descrições morfológicas e das análises laboratoriais foram utilizados para a classificação dos solos segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos - SiBCS (EMBRAPA, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No SM, o perfil P1 está situado na altitude 1.180m, em que a decomposição lenta dos restos vegetais favorece o desenvolvimento de horizonte orgânico, resultando na formação dos Organossolos Fólicos. Entretanto, a declividade acentuada (38,4%) favorece o fluxo lateral de água e limita a alteração química da rocha subjacente e o espessamento do solo, o que é evidenciado pelo menor teor de argila (Tabela 1). A uma altitude inferior a 1.100 m (P2), no terço médio da encosta ocorre a formação de solos jovens (Neossolos Regolíticos); enquanto no sopé os solos apresentaram maior espessura (P3), com cerosidade comum e abundante(NitossolosHáplicos).

No PC os perfis P4 e P5 demonstraram maior profundidade (Tabela 1). Embora inseridos na unidade de mapeamento dos Argissolos (Bhering & Santos, 2008), estes perfis não apresentaram relação textural B/A suficiente para satisfazer os critérios desta classe (EMBRAPA, 2018). Em ambos os perfis foi constatada cerosidade forte e abundante, sendo classificados como Nitossolos Háplicos. Entretanto, Chiapini et al. (2018) relatam que, apesar

da cerosidade observada em campo, não foram identificadas evidências de argiluviação nas lâminas delgadas.

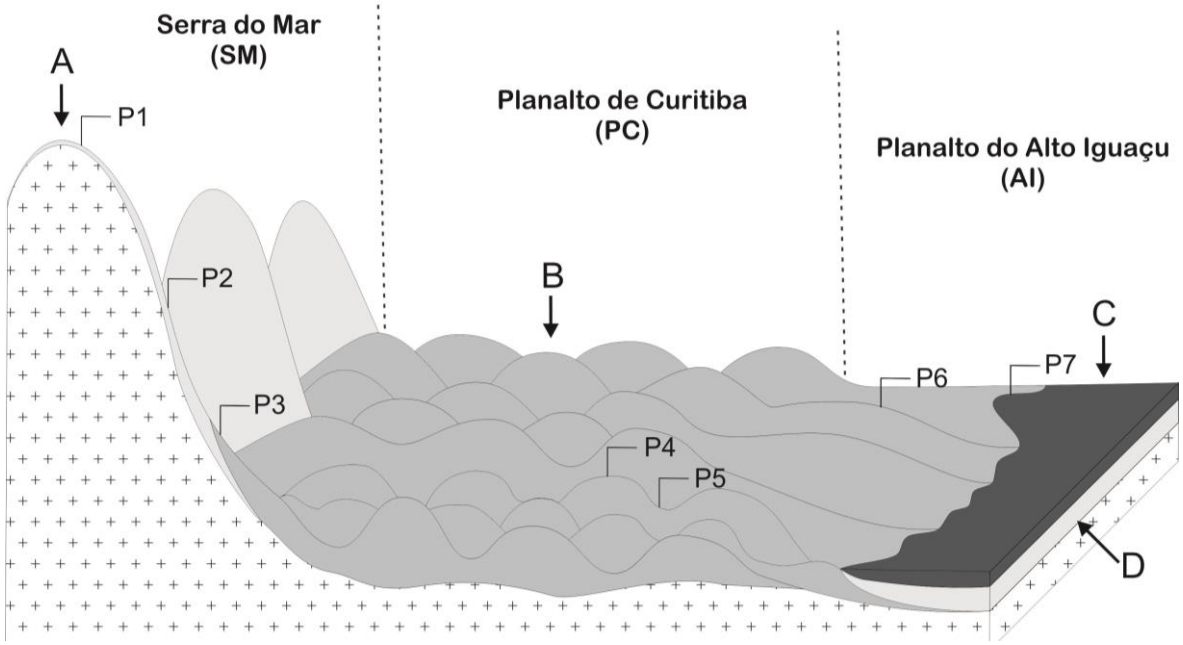


Figura 1. Bloco diagrama ilustrando os três compartimentos geomorfológicos que ocorrem no município de Tijucas do Sul (PR). SM: Serra do Mar, com solos formados de rochas do embasamento cristalino (A). PC: Planalto de Curitiba, com solos formados a partir de rochas sedimentares e gnaisses (B). AI: Planalto do Alto Iguaçu, com solos formados a partir de depósitos orgânicos (C) e depósitos sedimentares da Formação Guabirotuba (D).

Tabela 1. Caracterização dos perfis estudados no município de Tijucas do Sul (PR).

Perfil		Altitude	Declive	Hz	Prof.	Argila	Silte	Areia	At. argila	C
		(m)	(%)		(cm)	(g kg^{-1})			(cmol$_c$ kg^{-1})	(%)
SM	P1	1180	38,4	O	0-40	275	250	475	138	12.0
	P2	1089	34,2	A	0-20	550	238	212.5	28	3.4
				C	-100	600	213	187,5	16	1,7
				R	100+	-	-	-	-	-
	P3	1018	26,2	A	0-15	500	200	300	33	4,3
				B	-120+	637	163	200	16	1,7
PC	P4	963	10,8	A1	0-35	575	75	350	38	5,2
				A2	-070	575	63	362	37	3,8
				B1	-115	675	25	300	10	1,3
				B2	-160	725	50	225	7	0,7
				BC	-200+	700	50	250	9	0,8
	P5	941	2,4	A1	0-70	600	75	325	38	4,7
				A2	-120	600	75	325	33	5,2
				B1	-185	700	50	250	9	1,2
				B2	-220	725	50	225	7	0,8
				BC	-240+	725	50	225	6	0,6
AI	P6	911	10,3	H1	0-25	562	238	200	39	16,3
				H2	-60	575	213	212	22	21,2
				H3	-80+	625	254	121	55	14,9
	P7	903	3,8	A1	0-30	512	63	425	36	4,5
				A2	-70	550	25	425	28	2,8
				B	-120+	625	38	337	11	1,2

SM: Blocos Soerguidos da Serra do Mar. PC: Planalto de Curitiba.AI: Planalto do Alto Iguaçu.

[1]Mestranda, PPG em Ciência do Solo – UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR.
[2]Professor, ESALQ/USP, Av. Pádua Dias 11, Piracicaba - SP.
[3]Professor, UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Curitiba-PR. E-mail: jairocalderari@gmail.com

No AI o perfil P6 apresentou cerosidade forte e abundante, classificando como Nitossolos Háplicos. O perfil P7 situa-se nas várzeas do AI, que permanece por quase todo o ano saturado com água, atenuando a decomposição da matéria orgânica e resulta no processo de paludização e formação de Organossolo Háplico, com espessura maior do que 80 cm. Abaixo desses Organossolos Háplicos, são encontrados depósitos cauliníticos, suscitando dúvidas se a caulinita foi depositada durante processos de modelagem da paisagem (geomorfogenéticos), ou se os Organossolos Háplicos favoreceram o intemperismo de feldspatos pela acidificação do meio (Biondi & Santos, 2004).

CONCLUSÃO

As unidades geomorfológicas apresentaram sequências distintas de solos onde, na SM, a ocorrência de Organossolos foi associada a elevadas altitudes. Já no AI a mesma classe foi associada às áreas mal drenadas, que frequentemente apresentam depósitos cauliníticos abaixo dos Organossolos, sem um consenso sobre a gênese dos minerais destes depósitos. No PC há o predomínio de Nitossolos Háplicos, os quais não possuem relação textural B/A suficiente para Argissolos, apresentados em outros trabalhos de levantamento de solos.

AGRADECIMENTOS

À CAPES pelo apoio financeiro cedido por meio de bolsas de mestrado.

REFERÊNCIAS

Biondi JC,Santos ER. Depósito de caulim de Tijucas do Sul (Mina Fazendinha, Tijucas do Sul - PR). Revista Brasileira de Geociências. 2004, 34:243-252.

Bhering SB, Santos HG, editores. Mapa de solos do Estado do Paraná: legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas, Embrapa Solos, Instituto Agronômico do Paraná. 2008,74p.

Chiapini M, Schellekens J, Calegari MR, de Almeida JA, Buurman P, de Camargo PB, Vidal-Torrado P. Formation of black carbon rich 'sombric' horizons in the subsoil - A case study from subtropical Brazil. Geoderma. 2018, 314:232-244. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.031

Embrapa. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Brasília: Embrapa. 2018; 5: 356.

Santos RD, Lemos RC, Santos HG, Ker JC, Anjos LHC, Shimizu SH. Manual de descrição e coleta de solo no campo. 6. ed. revista e ampliada. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 2013, 100p.

Teixeira PC, Donagema GK, Fontana A, Teixeira WG. (Eds.). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro, 3ª ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017, 573p.

Oka-Fiori C, Santos LJC, Canali NE, Fiori AP, Silveira CT, Silva JMF, Ross JLS. Atlas Geomorfológico do Estado do Paraná: escala base 1:250.000, modelos reduzidos 1:500.000/Minerais do Paraná. Curitiba: Universidade do Paraná. 2006.

EFEITO DO GESSO AGRÍCOLA NA NUTRIÇÃO MINERAL DAS PLANTAS DE EUCALPTO

Juliane Lustoza Wolbert[1], Gisele de Fátima Prates[2], Carlos Zuanazzi[3], Felipe Stachechen da Rocha Loures[4], Marcelo Marques Lopes Müller[5].

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do gesso agrícola na nutrição mineral das plantas de *E. benthamii* em idade jovem. Para tanto, foi selecionada uma área com plantio de *E. benthamii* de origem seminal já estabelecido com três meses de idade, no espaçamento 3,00 x 1,60 m. O delineamento experimental utilizado foi o DBC, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6 toneladas por hectare) e quatro repetições. A gessagem promove aumento nos teores foliares de Ca e S sem afetar as concentrações de N, P, K e Mg nas plantas de *E. benthamii*, seis meses após da aplicação dos tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: Cálcio, Enxofre, Gessagem.

INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil, com a expansão da silvicultura para fins energéticos, o plantio de espécies com alto potencial produtivo e resistentes a geadas, como *Eucalyptus benthamii* Maiden et Cambege, tem aumentado significativamente nos últimos anos, especialmente em áreas de baixa fertilidade. Contudo, suas exigências nutricionais no inicio do desenvolvimento das plantas são incipientes, principalmente, em relação ao cálcio (Ca) e ao enxofre (S).

De modo geral, o fornecimento de Ca para as plantas têm sido feito por meio da calagem. Porém, o Ca fornecido via calcário muito pouco é absorvido por algumas espécies de eucalipto em um ciclo florestal, mesmo em áreas de baixa aptidão agrícola (Martins et al., 2007), isso tem servido de desincentivo à calagem. Uma alternativa para aumentar o teor de Ca no perfil do solo é a aplicação de gesso agrícola, que é cerca de 150 vezes mais solúvel que o calcário e, apesar de não ser corretivo de acidez, resulta em menor atividade tóxica do alumínio (Al), além de fornecer Ca e S (Raij et al., 1998; Caries et al, 2003). Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do gesso agrícola na nutrição mineral das plantas

[1]Ocupação, local de trabalho, endereço e e-mail.
[2]Doutoranda, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[3]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[4]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[5]Orientador, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.

de *E. benthamii* em idade jovem.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma Unidade Florestal de uma Cooperativa Agrícola, localizada em Guarapuava – Paraná. Para tanto, foi selecionada uma área com plantio de *E. benthamii* já estabelecido, com três meses de idade. No preparo de solo utilizou-se a técnica cultivo mínimo, não sendo realizada a calagem. No plantio foram utilizadas mudas de origem seminal, oriundas de um Pomar de Sementes, no espaçamento 3,00 x 1,60 m. A adubação foi feita na cova com 150 g planta^{-1} de NPK 08-30-20 e 100 dias após o plantio foram aplicados mais 100 g de cloreto de potássio (KCl) (60g de K_2O) em cobertura por planta, na projeção da copa. Especificamente, na área do estudo, a adubação com KCl foi realizada antes da aplicação do gesso.

Foram estabelecidas quatro doses de gesso agrícola a saber: 0 (controle), 2, 4 e 6 Mg ha^{-1}, totalizando 16 unidades experimentais (parcelas). Cada parcela foi constituída por cinco linhas de plantio e 24 plantas, sendo as bordaduras formadas pelas quatro linhas externas (duas de cada lado) e duas plantas em cada extremidade de cada linha, o que resultou em áreas úteis com 20 plantas. O gesso foi aplicado em faixa, nas linhas de plantio, em ambos lados das plantas, nas bordaduras e nas áreas úteis, em novembro de 2017.

A amostragem do tecido folhar foi realizada aos seis meses após a aplicação dos tratamentos. Foram amostradas oito árvores por parcela, para formar uma amostra composta, coletando-se o terceiro e o quarto par de folhas a partir da ponta do ramo na parte superior do terço médio das plantas, nos quatro pontos cardeais (norte, sul, leste e oeste) de acordo com Silveira et al. (2015). Após a coleta, as folhas foram enxaguadas em água deionizada, e postas para secar em estufa com circulação de ar a 60 ^{o}C, em seguida foram moídas em moinho tipo Willey e peneiradas em malha com abertura de 0,75 mm. O nitrogênio (N) foi extraído por digestão sulfúrica em bloco digestor, enquanto fósforo (P), potássio (K), Ca, magnésio (Mg) e S foram extraídos por digestão nítrica em bloco digestor, conforme determinação da EMBRAPA (2009). Os resultados foram submetidos à análise de variância, com probabilidade de erro de 5%, com o auxílio do programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diminuição dos teores foliares de N, P, K e Mg em função das doses de gesso agrícola, seis meses a aplicação dos tratamentos (Tabela 1). Os dados obtidos corroboram aos apresentados por Gabriel et al. (2018), que também, não observaram efeito

do gesso no conteúdo de N, P, K e Mg nas folhas de *E. benthamii* e de *E. dunnii*, aos nove meses após aplicação.

Tabela 1: Resumo da análise de regressão e médias dos teores foliares de macronutrientes das árvores de *E. benthamii*, seis meses após a aplicação do gesso agrícola.

Período	Gesso (Mg ha^{-1})	N	P	K	Ca	Mg	S
		g kg^{-1}					
6 meses	0	36,88	5,12	13,73	2,69	1,47	2,67
	2	33,63	4,55	11,96	4,85	1,44	5,47
	4	34,39	6,10	12,22	6,42	1,40	8,58
	6	35,18	6,10	12,96	9,49	1,41	11,65
	Regressão	n.s.	n.s.	n.s.	L**/R²98	n.s.	L**/R²98
	CV (%)	11,74	13,41	13,06	8,48	4,25	13,20

CV = coeficiente de variação; ** = p < 0,01; n.s.: não significativo pela análise de variância a 5% de probabilidade de erro; L=Ajuste linear na análise de regressão.

Em relação ao Ca, os teores foliares aumentaram linearmente nas plantas de *E. benthamii* aos seis meses após a aplicação do gesso (Tabela 1). Esse resultado pode ser explicado, em partes, pela maior disponibilidade de Ca no solo, o qual pode ter permitido maior contato deste elemento com o sistema radicular (Silva et al., 2013) e, consequentemente, maior absorção, que no caso do Ca é bastante influenciada tanto pelo contato íon raiz via interceptação radicular quanto pelo fluxo de massa (Marcheners, 2012; Vieira e Weber, 2017).

Observa-se ainda, que os teores foliares de Ca nas plantas que receberam o gesso agrícola estão dentro da faixa recomendada o eucalipto que é de 7,1 a 11,0 g kg^{-1}, segundo Silveira et al. (2015), permitindo dizer que os teores foliares de Ca das plantas no tratamento controle (0 Mg ha^{-1}) estão abaixo do suficientes para o seu crescimento.

Do mesmo modo que o Ca, o teor foliar de S aumentou de forma linear e positiva pelas doses de gesso, aos seis meses após a sua aplicação (Tabela 1). Entretanto os teores de S estão bem acima do adequado para a planta, de 0,5 a 1,5 g kg^{-1} (Gonçalves, 2011). De modo geral, o aumento da concentração do nutriente na solução do solo leva à sua maior absorção pelas plantas (Silva et al., 2002).

CONCLUSÕES

A gessagem promove aumento nos teores foliares de Ca e S sem afetar as concentrações de N, P, K e Mg nas plantas de *Eucalyptus benthamii*, após seis meses da aplicação dos tratamentos.

[1]Ocupação, local de trabalho, endereço e e-mail.
[2]Doutoranda, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[3]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[4]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[5]Orientador, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.

REFERÊNCIAS

Caires EF, Blum J, Barth G, Garbuio FJ, Kusman MT, Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo. 2003; 27: 275-86. http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v27n2/16229.pdf

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília, Embrapa informação tecnológica, 2009.

Gabriel CA, Cassol PC, Simonete MA, Moro L, Pfleger P, Mumbach GL. Lime and gypsum applications on soil chemical attributes and initial growth of Eucalyptus. FLORESTA, 2018, 48: 573-82. https://www.researchgate.net/publication/328059891_Lime_and_gypsum_applications_on_soil_chemical_attributes_and_initial_growth_of_eucalyptus.

Gonçalves JLM. Fertilização de plantações de eucalipto. In: Encontro brasileiro de silvicultura, 2., 2011, Campinas - São Paulo, Piracicaba – São Paulo PTSM/IPEF/ESALQ/FUPEF, 2011, p. 87-113.

Martins, LGC, Barros, NF, Scatolini, FM. Perda de produtividade de florestas de eucalipto em Minas Gerais causada pela deficiência de cálcio. In: Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 31 - Conquistas e Desafios da Ciência do Solo Brasileira, 2007, Gramado - Rio Grande do Sul, Gramado - Rio Grande do Sul, SBCS, 2007. v.1. p. 168.

Marschner H. Mineral nutrition of higher plants. 3.ed London: Elsevier, 2012. 643p.

Raij B.V, Furlani PR, Quaggio JA, Pettinelli JR, A. Gesso na produção de cultivares de milho com tolerância diferencial a alumínio em três níveis de calagem. R. Bras. Ci. Solo. 1998, 22: 101- 08. http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v22n1/14.pdf.

Silva SR, Barros NF, Novais RF, Pereira PRG. Eficiência nutricional de potássio e crescimento de eucalipto influenciados pela compactação do solo, R. Bras. Ci. Solo, 2002, 26: 1001-10. http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v26n4/18.pdf

Silva PHM, Poggianni F, Libardi PL, Gonçalves AN. Fertilizer management of eucalypt plantations on Sandy soil in Brazil: initial growth and nutriente cycling. Forest Ecology and Management, 2013 301: 67-71. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0378112712006305

Silveira RLVA, Higashi EN, GONÇALVEZ NA, Moreira A. Avaliação do estado nutricional do Eucalyptus: diagnose visual, foliar e suas interpretações. In: Gonçalves JLM, Bebedetti V. Nutrição e fertilização Florestal. 2.ed. Piracicaba, IPEF, 2015.

Vieira C, Weber O. Saturação por Bases no Crescimento e na Nutrição de Mudas de Ipê-Amarelo, Floresta e Ambiente 2017; 24: 1-10. http://www.scielo.br/pdf/floram/v24/2179-8087-floram-24-e20160019.pdf

LEVANTAMENTO PEDOLÓGICO DETALHADO DE PARTE DA MICROBACIA ARROIO FUNDO, MUNICÍPIO DE MARECHAL CÂNDIDO RONDON - PR

Itamar Antonio Bognola[1], João Bosco Vasconcellos Gomes[1], Milton Satoshi Matsushita[2], David Gabriel Ferreira Jazinski[3].

RESUMO: O estudo teve por objetivo mapear em nível de detalhe (escala 1:10.000) os solos de uma área piloto da bacia do rio Arroio Fundo. Esse mapeamento servirá de base e teste para o desenvolvimento de uma metodologia de aptidão das terras para o plantio de eucalipto, com foco no planejamento em nível de propriedade/empresa/microbacia e nas características da região oeste do Paraná. As paisagens da área de estudo estão modeladas sobre rochas eruptivas básicas e denotam variações pedológicas específicas, com inúmeras características marcantes em comum em todos os perfis, tais como material do solo de cores avermelhadas intensas, caráter eutrófico e elevados teores de argila e de óxidos de ferro. Foram encontradas 8 unidades de mapeamento de solos. As unidades de mapeamento de Latossolos e Nitossolos somam 545 ha (67 % da área de estudo). As duas unidades de mapeamento de Cambissolos representam solos de desenvolvimento intermediário e somam 70 ha (9 % da área de estudo). As unidades de mapeamento de Neossolos, solos menos desenvolvidos, alcançam 154 ha (19 % da área de estudo). Os Gleissolos, solos mal drenados e que representam áreas de preservação permanente, somam 48 ha (6 % da área de estudo).

PALAVRAS-CHAVE: aptidão agrícola, eucalipto, basalto.

INTRODUÇÃO

O conhecimento espacial do meio físico é um importante instrumento para viabilizar o manejo sustentável do uso agrícola das terras (Lepsch et al., 1991; Ramalho e Beek, 1995). O uso dessas informações na atividade florestal apresenta grande tradição no Brasil, no operacional de áreas de reforma (povoamentos florestais já existentes), na incorporação de novas áreas e no teste de novos materiais ou espécies. O planejamento espacial colabora para o êxito dos reflorestamentos existentes e futuros e para que esses reflorestamentos sejam consoantes com os ecossistemas em que estão inseridos (Carmo et al., 1990).

O estudo dos componentes do meio abiótico (solos e clima) é necessário para a

[1]Pesquisador A, Embrapa Florestas. Estrada da Ribeira, km 111 – Bairro Guaraituba, 83.411-000 - Colombo-PR. <itamar.bognola> <joao.bv.gomes>@embrapa.br.
[2]Engenheiro Agrônomo, Emater-PR, Rua da Bandeira, 500 - Cabral, Curitiba - PR, 80035-270.
3Estudante de Engenharia Industrial Madeireira da UFPR. Estagiário na Embrapa Florestas.

elaboração de cartas básicas que orientem o manejo e a formulação das aptidões do meio físico. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi o de mapear em nível de detalhe (escala 1:10.000) os solos de uma área piloto da bacia do rio Arroio Fundo. Esse mapeamento servirá de base e teste para o desenvolvimento de uma metodologia de aptidão das terras para o plantio de eucalipto, com foco no planejamento em nível de propriedade/empresa/microbacia e nas características da região oeste do Paraná. O presente trabalho é uma meta do Projeto Bioeste Florestas.

MATERIAL E MÉTODOS

O mapeamento detalhado de solos de uma área piloto, com 816,32 ha, da bacia do rio Arroio Fundo é uma atividade do Projeto Bioeste Florestas, um consórcio Embrapa Florestas, Itaipu Binacional e CIBiogas, e que tem na Emater-PR uma de suas instituições parceiras. A área piloto está localizada no município de Marechal Cândido Rondon – Distrito de Margarida, situada entre os pares de coordenadas UTM: 180.000 m/7.273.000 m e 189.000 m/7.270.000 m. A região está inserida no Terceiro Planalto Paranaense e sob arcabouço geológico de rochas eruptivas básicas pertencentes à Formação Serra Geral. A base cartográfica, em meio digital, foi elaborada a partir das cartas topográficas do levantamento sistemático na Projeção Cartográfica Universal Transversa de Mercator (UTM) e Datum SIRGAS 2000. O mapeamento dos solos seguiu as normas para Levantamento Pedológico Detalhado, na escala 1:10.000, conforme consta no manual de "Procedimentos normativos de levantamentos pedológicos" (Embrapa, 1995)". O mapeamento de campo e o reconhecimento do padrão de repetibilidade das feições de paisagens e dos solos permitiram a construção da legenda e, por conseguinte, do mapa pedológico. Amostras de solos foram coletadas dos horizontes superficial e subsuperficial (quando a classe de solo permitia) e analisadas em laboratório quanto às suas características químicas e físicas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As paisagens modeladas sobre rochas eruptivas básicas denotam variações pedológicas específicas, com inúmeras características marcantes em comum em todos os perfis, tais como material do solo de cores avermelhadas intensas, caráter eutrófico, elevados teores de argila e de óxidos de ferro. Os processos de morfogênese dos solos locais apresentam grande dependência das variações de relevo e de posição na paisagem. As Unidades de Mapeamento dos Solos (UM) identificadas no levantamento, com suas respectivas áreas e percentuais de ocorrência, são mostradas no mapa (Fig.1) e na Tabela 1.

Figura 1. Unidades de Mapeamentos de Solos na Microbacia de Arroio Fundo – Distrito de Margarida, Mal. Cândido Rondon – PR.

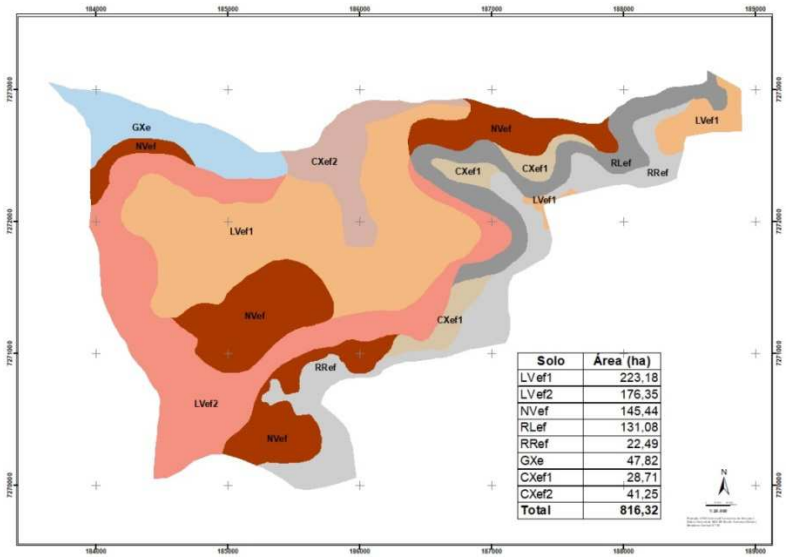


Tabela 1. Classes de Solos (Unidades de Mapeamentos) com suas respectivas áreas de ocorrência na Microbacia de Arroio Fundo – Distrito de Margarida, Marechal Cândido Rondon – PR.

Solo	Área (ha)	1º Nível SiBCS	2º Nível SiBCS	3º Nível SiBCS	4º Nível SiBCS	Fase Relevo
CXef1	28,71	CAMBISSOLO	HÁPLICO	Tb Eutroférrico	léptico	forte ondulado
CXef2	41,25	CAMBISSOLO	HÁPLICO	Tb Eutroférrico	típico	plano e suave ondulado
GXe	47,82	GLEISSOLO	HÁPLICO	Tb Eutrófico	típico	plano
LVef1	223,18	LATOSSOLO	VERMELHO	Eutroférrico	típico	plano
LVef2	176,35	LATOSSOLO	VERMELHO	Eutroférrico	típico	suave ondulado
NVef	145,44	NITOSSOLO	VERMELHO	Eutroférrico	típico	suave ondulado e ondulado
RLef	131,08	NEOSSOLO	LITÓLICO	Eutrófico	típico	montanhoso e escarpado
RRef	22,49	NEOSSOLO	REGOLÍTICO	Eutrófico	típico	plano e suave ondulado
Total	**816,32**					

São 8 UM no total, sendo 6 unidades taxonômicas simples (componente único). As UM RLef e RRef são formadas, respectivamente, por três e duas unidades taxonômicas, devido à complexidade dessas faixas de terra serem separadas como unidades individuais.

Verifica-se na área piloto um predomínio de solos profundos a muito profundos (LVef e NVef), tendo suas distribuições na paisagem em relevos planos a suave ondulados, principalmente. Os patamares mais elevados apresentam o predomínio de solos pouco desenvolvidos (RLef e RRef) todos rochosos e pedregosos, estando os de relevo montanhoso e escarpado associados com afloramentos rochosos.

Quanto à aptidão das terras para o plantio de eucalipto, bem como para o plantio de lavouras de forma geral, as UM de Latossolos (LVef´s) e Nitossolos (NVef) representam as

áreas de maior potencial. Por outro lado, as UM encabeçadas por Cambissolos (CXef), Neossolos Regolíticos (RRef) e Neossolos Litólicos (RLef), consideradas como marginais ou inaptas para a cultura de grãos, com atributos que dificultam uma agricultura intensiva (presença de pedregosidade e rochosidade e, ou, *solum* pouco profundo e, ou, relevo forte ondulado ou mais declivoso), ainda podem representar ótimas produtividades para o cultivo de espécies florestais.

CONCLUSÕES

As unidades de mapeamento de Latossolos e Nitossolos somam 545 ha (67 % da área de estudo) e representam os solos de melhor desenvolvimento e mais alto potencial de uso agrícola da área-piloto mapeada na bacia Arroio Fundo.

As duas unidades de mapeamento de Cambissolos representam solos de desenvolvimento intermediário e somam 70 ha (9 %) da área-piloto mapeada na bacia Arroio Fundo.

As unidades de mapeamento de Neossolos, solos menos desenvolvidos, alcançam 154 ha (19 %) da área-piloto mapeada na bacia Arroio Fundo.

Os Gleissolos, solos mal drenados e que representam áreas de preservação permanente, somam 48 ha (6 %) da área-piloto mapeada na bacia Arroio Fundo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à Itaipu Binacional e CIBiogas pelos apoios logístico, financeiro e oportunidade do trabalho.

REFERÊNCIAS

CARMO, D. N.; RESENDE, M.; SILVA, T. C. A. Avaliação da aptidão das terras para eucalipto. In: BARROS, N. F.; NOVAIS, R. F. (Eds.). **Relação solo-eucalipto**. Viçosa: (MG), Ed. Folha de Viçosa, 1990. p. 187-236.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro. RJ). Procedimentos Normativos de levantamentos pedológicos. Humberto Gonçalves dos Santos ... et al. I - Brasília: EMBRAPA - SPI. 1995. 101 p.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JR., R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4a aproximação**. Campinas: SBCS, 1991. 175 p.

RAMALHO-FILHO, A.; BEEK, K. J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras**. 3. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1995. 65 p.

GLOMALINA EM AGREGADOS DE LATOSSOLO VERMELHO SUBMETIDO À FERTILIZAÇÃO QUÍMICA

Breynner G. Pavão Bertagnoli[1], Amanda C. Pereira Gil[2], José Francirlei de Oliveira[2], Graziela Moraes de Cesare Barbosa, Arnaldo Colozzi Filho[3].

RESUMO: A fertilização do solo pode influenciar a comunidade de fungos micorrízicos abusculares (FMA) e consequentemente a produção de glomalina. O objetivo do trabalho foi avaliar os teores de glomalina facilmente extraível (GFE) e total (GT) em classes de agregados de um Latossolo Vermelho distroférrico com e sem fertilização química. Os tratamentos foram com e sem fertilização química, com quatro repetições. O solo foi coletado nas profundidades 0,00–0,10 e 0,10–0,20 m para determinação dos os teores de GFE e GT nas classes de agregados 0,25-0,50; 0,50-1,00; 1,00-2,00; 2,00-4,00; 4,00-8,00 e >8,00 mm. As maiores concentrações de GFE e GT foram observadas nos agregados de diâmetro intermediário de 1,00 a 4,00 mm. Foram encontrados maiores teores de GFE na camada superficial no tratamento com fertilização química. Em contrapartida, a fertilização reduziu a GFE e a GT dos agregados da camada 0,10-0,20 m. A fertilização acidifica a camada superficial do solo, estimulando a comunidade de FMA e aumentando a produção de GFE, entretanto, a fertilização aumenta as concentrações de fósforo nas camadas subsuperficiais, diminuindo os teores de GFE e GT nessa camada.

PALAVRAS-CHAVE: fungos micorrízicos arbusculares, estrutura do solo, microbiologia do solo.

INTRODUÇÃO

A glomalina é uma glicoproteína que participa ativamente na formação e estabilidade de micro e macroagregados do solo (Souza et al., 2012), podendo ser encontrada em duas frações: a glomalina facilmente extraível (GFE), que representa a glicoproteína formada mais recentemente, localizada principalmente na superfície dos agregados, por isso mais propensa à degradação; e a glomalina total (GT), que representa a fração total da glomalina no solo, presente no interior e na superfície dos agregados, fortemente ligada às partículas minerais e de difícil remoção (Wright et al., 2007).

[1]Doutorando em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, breynner_pa2@hotmail.com.
[2]Mestranda em Agricultura Conservacionista, Instituto Agronômico do Paraná.
[3]Área de Solos, Instituto Agronômico do Paraná, Rod. Celso Garcia Cid, 375.

A produção de glomalina pode ser afetada por fatores que influenciam a micorrização das plantas, como a fertilização do solo. O efeito da fertilização e a produção e distribuição de glomalina nas diferentes classes de agregados ainda é controverso e precisa ser mais bem entendido. De acordo com Souza et al. (2012) a fertilização e o aumento do teor de carbono e nutrientes, sobretudo do fósforo, reduz a produção de glomalina. Em contrapartida, Wright et al. (2007) encontraram resultados contrários, no qual o efeito da fertilização, aumentou a concentração de glomalina nos agregados. Essa dualidade pode acontecer também para os Latossolos, sendo necessárias mais informações sobre esse aspecto.

A hipótese do trabalho é que a glomalina está mais concentrada em agregados de maiores diâmetros e que a fertilização química do solo diminui a produção de glomalina. Portanto, o objetivo do trabalho foi avaliar os teores de GFE e GT nas classes de agregados de um Latossolo Vermelho distroférrico com e sem fertilização química.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), em Londrina, PR, em Latossolo Vermelho distroférrico de textura muito argilosa. O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições e com dois tratamentos: controle sem fertilização química e tratamento com fertilização química (NPK) de acordo com a análise de solo e recomendação para a cultura da aveia, cultura presente no local durante a coleta de solo. As amostras de solo foram coletadas nas camadas 0,00–0,10 e 0,10–0,20 m, sendo utilizados para determinação dos teores de GFE e GT nas classes de agregados.

A distribuição das classes de agregados foi determinada por meio de tamisamento úmido, conforme método adaptado por Castro Filho et al. (1998), utilizando-se as peneiras de malha de 0,25, 0,50, 1,00, 2,00, 4,00 e 8,00 mm de diâmetro. A determinação dos teores de glomalina foi realizada de acordo com Wright e Upadhyaya (1998).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) e homogeneidade de variâncias (Levene). Utilizou-se a análise fatorial (2 tratamentos x 6 classes de agregados) na análise de variância e o teste t para comparação de médias a 95% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada superficial (0,00-0,10 m) foram encontrados maiores teores de GFE no tratamento com fertilização química em relação ao tratamento controle, entretanto a GT não foi influenciada (Tabela 2). O uso de fertilização química possivelmente acidificou a camada

superficial do solo (pH = 4,7) em relação ao não fertilizado (pH=5,1) (Tabela 1). Dessa forma, a acidificação estimula o predomínio de FMA sobre bactérias e outros organismos e, consequentemente, aumenta a concentração de glomalina no solo (Souza et al., 2012).

Na camada de 0,10-0,20 m a fertilização do solo reduziu os teores de GFE e GT (Tabela 2). A redução de glomalina nos agregados do tratamento com fertilização ocorreu em função dos efeitos do teor de fósforo disponível adicionado pelo fertilizante mineral em relação ao tratamento sem fertilização. Nesse sentido, os maiores teores de fósforo disponível com a fertilização, 7,95 mg dm^{-3} contra 6,73 mg dm^{-3} do controle, sem o efeito da acidificação (pH 4,7 no tratamento com fertilização e 4,8 naquele sem fertilização), reduziram a associação de FMA com as raízes das plantas e, consequentemente, reduziu a produção de glomalina (GT e GFE) ao longo do tempo. Em solos com altas concentrações de fósforo os sinais moleculares emitidos pelas plantas são reduzidos e, por conseguinte os FMA que necessita dos fotoassimilados para a colonização são inibidos (Souza et al., 2012).

Em relação à distribuição de GFE e GT nas classes de agregados, foram encontrados maiores valores de ambas as frações nos agregados de diâmetro intermediário (1,00-4,00 mm), independentemente da fertilização e da camada (Tabela 2). A alta presença de ferro em Latossolos Vermelhos distroférrico pode ter sobreposto o efeito de cimentação da GFE e da GT na formação de agregados menores (0,25-0,50 mm). Para os Latossolos argilosos, os efeitos físico-químicos de cimentação das partículas minerais na formação de microagregados são potencializados em solos com maiores teores de óxidos de ferro, principalmente a hematita (Dufranc et al., 2004). Assim, é possível inferir que o ferro presente no solo foi mais eficiente para a estabilização dos microagregados, conferindo a glomalina um carácter secundário na formação e estabilização desses microagregados.

Nos agregados de maiores diâmetros (4,00-8,00 e >8,00 mm) não foram encontrados teores elevados de glomalina (GFE e GT). Esse resultado sugere que a formação de macroagregados maiores que 4,00 mm está mais relacionada ao efeito de raízes e hifas de fungos. Além do mais, a atividade da macrofauna pode contribuir para a formação de agregados com diâmetros superiores a 4,00 mm, principalmente, minhocas e cupins, que além de unir as partículas do solo fisicamente devido à formação de túneis e galerias, contribuem ainda com a cimentação, devido à ingestão e transformação em grumos (Huerta et al., 2013).

CONCLUSÕES

[1]Doutorando em Ciências Biológicas, Universidade Estadual de Londrina, breynner_pa2@hotmail.com.
[2]Mestranda em Agricultura Conservacionista, Instituto Agronômico do Paraná.
[3]Área de Solos, Instituto Agronômico do Paraná, Rod. Celso Garcia Cid, 375.

A glomalina (GFE e GT) possui maior participação na formação e estabilidade de agregados de diâmetros intermediários (1,00-4,00 mm).

A fertilização química acidifica a camada superficial do solo, estimulando a comunidade de FMA e consequentemente, aumenta a produção de GFE.

Na camada subsuperficial (0,10-0,20 m), a fertilização aumenta as concentrações de fósforo, diminuindo a micorrização e consequentemente os teores de glomalina nessa camada.

REFERÊNCIAS

Castro Filho, C, Muzilli, O, Podanoschi, AL. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio , rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. Rev Bras Ciênc Solo. 1998; 22:527-538.

Dufran, G, Dechen, SCF, Freitas, SS, Camargo, OA. Atributos físicos, químicos e biológicos relacionados com a estabilidade de agregados de dois latossolos em plantio direto no estado de São Paulo. Rev Bras Ciênc Solo. 2004; 28:505-517.

Huerta, E, Brunet, D, Velazquez, EL, Avelle, P. Identifying earthworm's organic matter signatures by near infrared spectroscopy in different land-use systems in Tabasco, Mexico. Appl Soil Ecol. 2013; 69:49-55.

Souza, CS, Menezes, RSC, Sampaio, EVSB, Lima, FS. Glomalina: características, produção, limitações e contribuição nos solos. Semina: Ciênc Agrár. 2012; 33:3033-3044.

Wright, SF, Green, VS, Cavigelli, MA. Glomalin in aggregate size classes from three different farming systems. Soil Till Res. 2007; 94:546-549.

Wright, SF, Upadhyaya, A. A survey of soils for aggregate stability and glomalin, a glicoprotein produced by hyphae of arbuscular mycorrhizal fungi. Plant and Soil. 1998; 198:97-107.

Tabela 1. Análise química do solo, com fósforo (P), carbono (C) e pH das camadas 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m.

Camada	Fertilização	P (mg dm^{-3})	C (g dm^{-3})	pH
0,00-0,10	sem	12,1	17,45	5,1
	com	33,6	17,45	4,7
0,10-0,20	sem	6,73	12,98	4,8
	com	7,95	13,34	4,7

Tabela 2. Teores de glomalina facilmente extraível (GFE) e glomalina total (GT) em classes de agregados de um Latossolo Vermelho distroférrico nas camadas 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m.

	Camada	Classes de agregados (mm)						$\overline{X}$
		0,25-0,50	0,50-1,00	1,00-2,00	2,00-4,00	4,00-8,00	>8,00	
		GFE (mg g^{-1})						
Sem	0,00-0,10	0,09 Bd*	0,31 Ac	0,67 Aa	0,75 Aa	0,60 Aab	0,43 Abc	0.48B
Com	0,00-0,10	0,57 Abc	0,55 Abc	0,70 Aab	0,86 Aa	0,53 Abc	0,34 Ac	0.59A
Sem	0,10-0,20	0,60 Aa	0,45 Aabc	0,22 Ad	0,55 Aab	0,34 Acd	0,37 Abcd	0.42A
Com	0,10-0,20	0,31 Bab	0,25 Bb	0,26 Ab	0,42 Ba	0,43 Aa	0,34 Aab	0.34B
		GT (mg g^{-1})						
Sem	0,00-0,10	0,47 Bb	1,03 Aab	1,68 Aa	1,72 Aa	1,27 Aab	0,86 Bb	1.17 A
Com	0,00-0,10	1,27 Ab	1,39 Aab	1,43 Aab	1,74 Aa	1,20 Ab	1,21 Ab	1.38 A
Sem	0,10-0,20	0,73 Aa	1,09 Aa	1,15 Aa	1,21 Aa	1,17 Aa	1,19 Aa	1.09 A
Com	0,10-0,20	0,82 Ab	0,66 Ab	0,31 Bc	0,66 Bb	1,22 Aa	1,32 Aa	0.83 B

* Médias seguidas de mesma letra minúscula, na linha e maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste t a 95% de confiança (p-valor ≤ 0,05).

PODER TAMPÃO DE SOLOS DERIVADOS DE ARENITO E BASALTO

Rodrigo de Souza Lima[1], Ivan Granemann de Souza Junior[2], Antonio Carlos Saraiva da Costa[3].

RESUMO: O poder tampão do solo define sua capacidade de resistir a variações bruscas de pH devido a adição de materiais ácidos ou alcalinos. Solos que apresentam elevado poder tampão apresentam melhores condições ao desenvolvimento das raízes das plantas criando condições para o crescimento radicular, a absorção de água e nutrientes e favorecendo a fixação das raízes. Este trabalho teve como objetivo avaliar o comportamento de solos de diferentes materiais de origem (basalto e arenito) quanto a variação do pH após adição de determinadas quantidades de ácido clorídrico (HCl) e hidróxido de sódio (NaOH) em diferentes períodos de contato solo:solução. A variação de pH, na média dos tempos de determinação, foi menor nos solos de basalto quando comparados com os de arenito devido a textura mais argilosa. Na média de todos os solos, os horizontes A quando comparados aos B e C apresentam menor variação devido a maior quantidade de matéria orgânica quando da adição de bases. Já os horizontes B e C na média apresentam uma menor variação que os horizontes A quando se adiciona ácido clorídrico, e esse fator deve-se a maior quantidade de minerais 2:1 presentes nos horizontes subsuperficiais dos solos estudados.

PALAVRAS-CHAVE: Poder Tampão, Acidez, Solo.

INTRODUÇÃO

Para o ramo agronômico, um atributo de extrema importância é a acidez do solo sendo um dos principais fatores capazes de reduzir a produção agrícola (Ramos et al., 2006). Em solos, para uma maior exploração do sistema radicular é necessário a correção do solo, principalmente em relação a absorção de água e nutrientes, de forma que quanto menor o pH do solo, maior é a atividade do alumínio tóxico causando danos ao sistema radicular e reduzindo a produtividade das culturas (Nolla e Anghinoni, 2004). Em solos ácidos com pH menor que 5,5 há também uma menor disponibilidade de cálcio, magnésio e fósforo sendo necessário a correção dos mesmos para uma melhor produção (Ramos et al., 2006). Todo

1 Eng. Agrônomo, Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEM. peskalima@gmail.com
2 Eng. agrônomo, Doutor, Departamento de Agronomia-UEM. Pesquisador. ivangsjunior@gmail.com
3 Orientador, Doutor, Programa de pós-graduação, UEM. Pesquisador. antoniocscosta@gmail.com.

solo tem uma determinada capacidade de resistir a alteração de pH por fatores externos, essa capacidade é denominada poder de tamponamento (Wong et al., 2013), sendo o mesmo quantificado em alguns trabalhos com a adição de soluções ácidas ou básicas no solo (Ritchie e Dolling, 1985). Variações no poder tampão dos solos são devido à presença de matéria orgânica, da textura e da mineralogia da fração argila (Wong et al., 2013).

O objetivo deste trabalho foi avaliar e comparar a alteração do pH dos solos estudados com a adição de ácido e base, em função de suas características como material de origem, matéria orgânica, mineralogia e textura.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a montagem do experimento foram coletadas amostras de solo originadas do basalto na região de Maringá-PR e do arenito Caiuá da região de Iguatemi-PR (Quadro 1).

Quadro 1: Solos, acrônimos, horizontes amostrados e material de origem dos solos utilizados

Solo	Acrônimo	Horizonte	Material de Origem
LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico	LVdf - A	A	Basalto
LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico	LVdf - B	B	Basalto
NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico	NVef - A	A	Basalto
NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico	NVef - Bnit	Bnit	Basalto
NITOSSOLO VERMELHO Eutroférrico	NVef - C	C	Basalto
CHERNOSSOLO HÁPLICO	MX - A	A	Basalto
CHERNOSSOLO HÁPLICO	MX - B	B	Basalto
NEOSSOLO LITÓLICO	RL - A	A	Basalto
NEOSSOLO LITÓLICO	RL - C	C	Basalto
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	LVd - A	A	Arenito Caiuá
LATOSSOLO VERMELHO Distrófico	LVd - Bw	Bw	Arenito Caiuá
ARGISSOLO VERMELHO Amarelo	PVA - A	A	Arenito Caiuá
ARGISSOLO VERMELHO Amarelo	PVA - Bt	Bt	Arenito Caiuá
NEOSSOLO LITÓLICO	RL - A	A	Arenito Caiuá
NEOSSOLO LITÓLICO	RL - C	C	Arenito Caiuá

Os solos foram amostrados (cerca de 10 Kg) em trincheiras abertas nos seus horizontes A, B ou C. Após, foram secos e peneirados para a abertura de 2mm, padronizados para a chamada terra fina seca ao ar (TFSA). Foi feita a caracterização química e granulométrica segundo a EMBRAPA (2011).

Para a medição do pH foram cachimbados $10cm^{-3}$ de solo por amostra, adicionando 25 mL de água deionizada, e acrescentando 4,5 mL de ácido clorídrico para atingir pH próximo a 3,5, e 10 mL de hidróxido de sódio para atingir pH próximo a 9, ambos na concentração $0,1M^{-1}$. Após a adição as amostras foram colocadas para agitar em mesa orbital por 10 minutos a 160 RPM, deixando depois em repouso por 30 minutos antes das leituras. As leituras foram feitas 1, 44, 116 e 164 horas após a agitação, com um peagâmetro de

bancada modelo Hanna HI 2221. Durante o tempo de equilíbrio a água evaporada era adicionada novamente a fim de perfazer a relação solo solução 1:2,5. Foram utilizadas duas repetições por tratamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a obtenção dos resultados e o cálculo da variação do pH para cada solo, pode-se notar na Figura 1 que ao agrupar os solos do arenito contra o grupo dos solos do basalto, os derivados do arenito apresentaram uma maior variação de pH tanto na faixa ácida como na faixa básica caracterizando uma menor resistência a alteração do pH, se devendo isso a menor quantidade de teor de argila presente quando comparado aos solos do basalto.

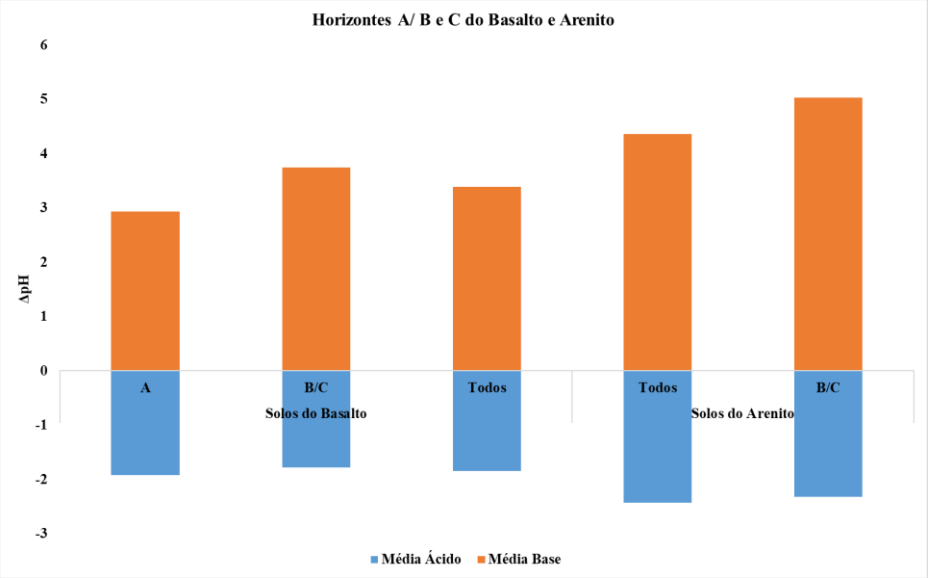


Figura 1: Média da variação do pH após a adição de quantidades de NaOH 0,1M e HCl 0,1M nos solos para os horizontes A, B/C originados do basalto e arenito.

Também é possível notar que, na média, os horizontes A tem uma maior capacidade de tamponamento para a faixa básica do que os horizontes subsuperficiais, devido a maior quantidade de matéria orgânica presente nos horizontes superiores. Já comparando na faixa ácida, essa característica se inverte devido a mineralogia, visto que há maior quantidade de minerais 2:1 nos horizontes mais profundos, e esta característica contribui para a menor variação do pH. Ao comparar todos os solos na Figura 2, nota-se que os mesmos seguem um padrão na variação do pH seguindo a ordem de teores de textura, matéria orgânica e mineralogia, tendo sido mais tamponado o MX-A (alto teor de argila, matéria orgânica e minerais 2:1) e menos tamponado o RL-C (baixo teor de argila e matéria orgânica, e

1 Eng. Agrônomo, Aluno de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UEM. peskalima@gmail.com
2 Eng. agrônomo, Doutor, Departamento de Agronomia-UEM. Pesquisador. ivangsjunior@gmail.com
3 Orientador, Doutor, Programa de pós-graduação, UEM. Pesquisador. antoniocscosta@gmail.com.

média/baixa quantidade de minerais 2:1).

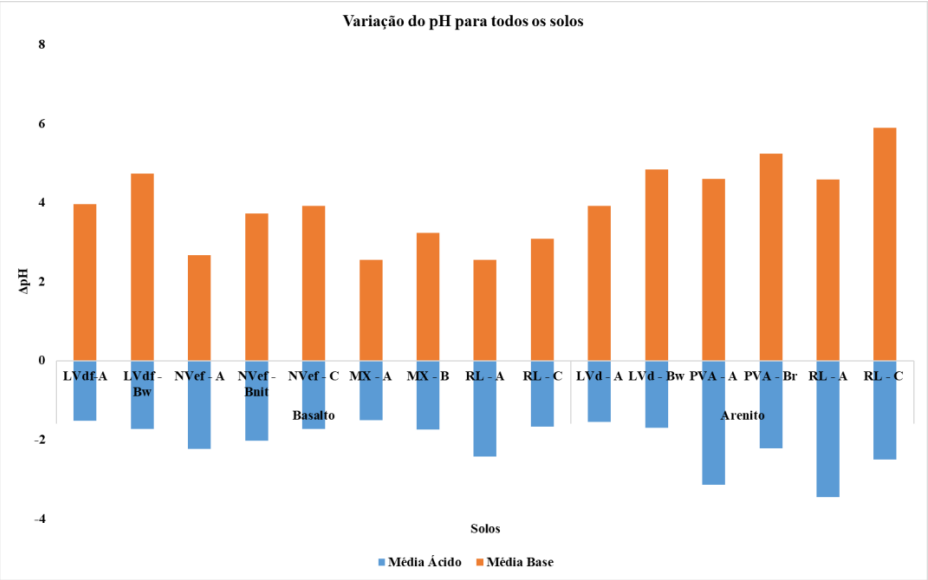


Figura 2: Média da variação do pH após a adição de quantidades de NaOH 0,1M^{-1} e HCl 0,1M^{-1} para cada solo estudado.

CONCLUSÕES

Os horizontes A, os solos derivados de basalto e os solos mais jovens (Neossolos) apresentaram maior capacidade de tamponamento após a aplicação de soluções ácidas e alcalinas, em relação aos horizontes B/C; àqueles derivados do arenito e aos mais intemperizados (Latossolos), devido ao maior teor de matéria orgânica, maior teor de argila, e à mineralogia 2:1, respectivamente.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA SOLOS. Rev. Manual de métodos de análise de solo. 2ª Ed. Rio de Janeiro, RJ: Embrapa solos; 2011.

NOLLA A., ANGHINONI I. Métodos utilizados para a correção do solo do Brasil. Revista Ciências Exatas e Naturais. 2004; 6: 97-111.

RAMOS L. A., NOLLA A., KORNDORFER G. H., PEREIRA H. S., CAMARGO M. S. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. R. Bras. Ci. Solo. 2006 30:849-857.

RITCHIE, G.S.P., DOLLING, P.J. The role of organic matter in soil acidification. Australian Journal of Soil Research. 1985; 23: 569–576.

WONG M. T. F., WEBB M. J., WITTWER K. Development of buffer methods and evaluation of pedotransfer functions to estimate pH buffer capacity of highly weathered soils. Soil Use and Management. 2013; 29: 30–38.

ADUBAÇÃO DE SISTEMA: UMA PRÁTICA VIÁVEL PARA O CULTIVO DA SOJA.

Rodrigo Zanella[1], Luís César Cassol[2], Giovani Benin[2], Eduardo Rafael Lippstein[3]

RESUMO: Discute-se sobre a adubação estar relacionada com todo o sistema de cultivo, podendo esta ser antecipada ou parcelada na cultura antecedente à cultura de verão, visando proporcionar alto aporte de palha e incrementos de matéria orgânica. O objetivo deste estudo foi determinar estratégia de aplicação e dose de adubo para a soja (*Glycine max* L. Merrill) cultivada após aveia preta (*Avena Strigosa*) em solos de alta fertilidade e em sistema plantio direto. O experimento foi conduzido em delineamento trifatorial 2x3x4 composto por 2 locais, três manejos de adubação (1- toda a adubação realizada na semeadura da aveia preta; 2- 50% na aveia preta e 50% na soja; 3- adubação tradicional na soja), combinados com diferentes níveis de adubação (0, 100, 200 e 300%). Foram avaliados o rendimento de grãos, massa de mil grãos, estatura de plantas, número de nós produtivos, número de legumes por planta e número de grãos por legume. A cultura da soja, nas condições avaliadas, não aumenta o rendimento de grãos com aumentos nos níveis de adubação, inversão ou parcelamento da adubação, indicando que a adubação de sistema é prática viável e o fertilizante pode ser antecipado na cultura antecedente.

PALAVRAS-CHAVE: Antecipação da adubação; Rendimento; Níveis de adubação.

INTRODUÇÃO

O manejo da adubação é fator relevante para aumentos de produtividade da soja (*Glycine max* L. Merrill). A adubação de sistema se caracteriza pela antecipação da aplicação total ou parcial da dose recomendada de fertilizante para a cultura de verão, no momento de instalação da cultura antecedente (FRANCISCO et al., 2007), podendo ser prática viável para altos rendimentos de soja (SILVA; LAZARINI, 2014), bem como para produção e manutenção de fitomassa sobre o solo (KURIHARA; HERNANI, 2011).

Além disso, respostas produtivas para a cultura da soja, são dependentes da quantidade de fertilizante aplicado e da fertilidade atual do solo, esperando-se maiores respostas em solos de baixa fertilidade (DUARTE et al., 2016) comparados àqueles de alta fertilidade

[1]Mestrando em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, zanella_rodrigo@hotmail.com.
[2]Prof. Dr. Curso de Agronomia Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco
[3]Acadêmico do Curso de Agronomia Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

(LACERDA et al., 2015).

Para melhor entender a prática são necessários trabalhos com o parcelamento e antecipação de adubação, buscando melhorar a ciclagem de nutrientes no solo a médio e longo prazo, visando trazer incrementos em produtividade, e melhor uso dos recursos disponíveis.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em dois locais, sendo eles Bom Sucesso do Sul e Itapejara d' Oeste, ambos situados na região sudoeste do Paraná.

As características químicas, na camada de 0-20 cm, em Bom Sucesso do Sul-PR, eram: M.O 45,5 g dm^{-3}, P 8,9 mg dm^{-3}, K, Ca, Mg, Al e H+Al 0,23, 5,1, 1,5, 0,09 e 6,21 $cmol_c$ dm^{-3}, respectivamente, V% 52,4%, pH $CaCl_2$ 4,7 e CTC de 13,04 $cmol_c$ dm^{-3}. Para Itapejara d'Oeste-PR: M.O 52,3 g dm^{-3}, P 8,4 mg dm^{-3}, K, Ca, Mg, Al e H+Al 0,14, 9,2, 3,6, 0,00 e 5,61 $cmol_c$ dm^{-3}, respectivamente, V% 69,4%, pH $CaCl_2$ 5,0 e CTC de 18,58 $cmol_c$ dm^{-3}.

O experimento foi conduzido em delineamento trifatorial 2x3x4 composto por 2 locais, três manejos de adubação (1- toda a adubação realizada na semeadura da aveia preta; 2- 50% na aveia preta e 50% na soja; 3- adubação tradicional na soja), combinados com diferentes níveis de adubação (0, 100, 200 e 300%), tomando como referência a recomendação oficial para a soja no Paraná (SBCS/NEPAR, 2017). A dose correspondente ao nível de 100% foi de 294 kg ha^{-1} de NPK 7-34-12 + 74,5 kg ha^{-1} KCl 00-00-60 e 294 kg ha^{-1} + 107,8 kg ha^{-1} para Bom Sucesso do Sul e Itapejara d' Oeste, respectivamente

A semeadura da soja foi realizada sobre a palhada de aveia, que foi adubada nos diferentes níveis e formas de aplicação, nos dias 12 e 18 de outubro de 2017 para os ambientes de Bom Sucesso do Sul-PR e Itapejara d' Oeste-PR, respectivamente, com a cultivar Don Mario 53i54 RSF IPRO, e população de 300 mil sementes por hectare. Foram avaliados os componentes de rendimento da soja, sendo estes rendimento de grãos, massa de mil grãos, número de legumes por planta, número de grãos por legume, número de nós produtivos e estatura de plantas. Quando houve efeito isolado procedeu-se análise de regressão para níveis de adubação e teste de médias (Tukey a 5%) para manejos de adubação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interações entre locais, níveis de adubação e manejos (Tabela 1), indicando que para soja, independente da forma de aplicação (antecipada na cultura de aveia preta, parcelada no cultivo de aveia e na soja ou somente adubação tradicional) e da quantidade do

nutriente aplicada, o rendimento de grãos mantém-se inalterado.

Tabela 1. Resumo da análise da variância conjunta, incluindo as fontes de variação, graus de liberdade (GL), quadrados médios (QM) e coeficiente de variação (CV), para as variáveis Massa de mil grãos (MMS), Rendimento de grãos (RG), Estatura (EST), Número de nós produtivos (NNP), Número de legumes (NL), Número de grãos por Legume (NGL).

Fontes da Variação	GL	Componentes de Rendimento					
		MMS	RG	EST	NNP	NL	NGL
(B/L)/A	12	77,63	628852,197	80,476	2,506	29,557	0,004
(NA) Níveis de Adubação	3	13,80 ^{ns}	452998,751 ^{ns}	260,192 **	1,932 ^{ns}	62,149 ^{ns}	0,002 ^{ns}
(L) Locais	1	403,75 *	1326549,014 ^{ns}	520,031 *	23,920 **	3042,000 **	0,153 **
(M) Manejos	2	56,61 ^{ns}	237580,744 ^{ns}	21,934 ^{ns}	4,275 ^{ns}	25,970 ^{ns}	0,022 *
NA x L	3	28,47 ^{ns}	212721,871 ^{ns}	62,979 ^{ns}	2,359 ^{ns}	47,600 ^{ns}	0,002 ^{ns}
NA x M	6	22,25 ^{ns}	531057,069 ^{ns}	53,210 ^{ns}	0,675 ^{ns}	27,791 ^{ns}	0,001 ^{ns}
L x M	2	241,55 ^{ns}	673349,578 ^{ns}	25,620 ^{ns}	2,733 ^{ns}	81,875 ^{ns}	0,002 ^{ns}
NA x L x M	6	36,62 ^{ns}	276452,503 ^{ns}	23,726 ^{ns}	2,443 ^{ns}	108,852 ^{ns}	0,004 ^{ns}
Resíduo	36	58,48	535605,960	40,543	1,768	63,476	0,002
Média		183,6	5293,5	129,5	18,0	57,1	2,5
CV (%)		4,2	13,8	4,9	7,4	14,0	1,9

A estatura de plantas de soja foi influenciada pelos níveis de adubação, obtendo-se uma resposta linear com o aumento da dose de adubo (Figura 1A). Maiores de NPK aceleraram o desenvolvimento inicial e resultaram em maior estatura de planta, algo que não resultou em maior produtividade e ainda pode predispor a soja ao acamamento, conforme observado por Souza et al. (2013), onde plantas de menor estatura apresentaram melhor produtividade. Por sua vez, o número de grãos por legume foi superior no manejo 3 da adubação, onde toda a adubação foi realizada na cultura da soja (Figura 1B).

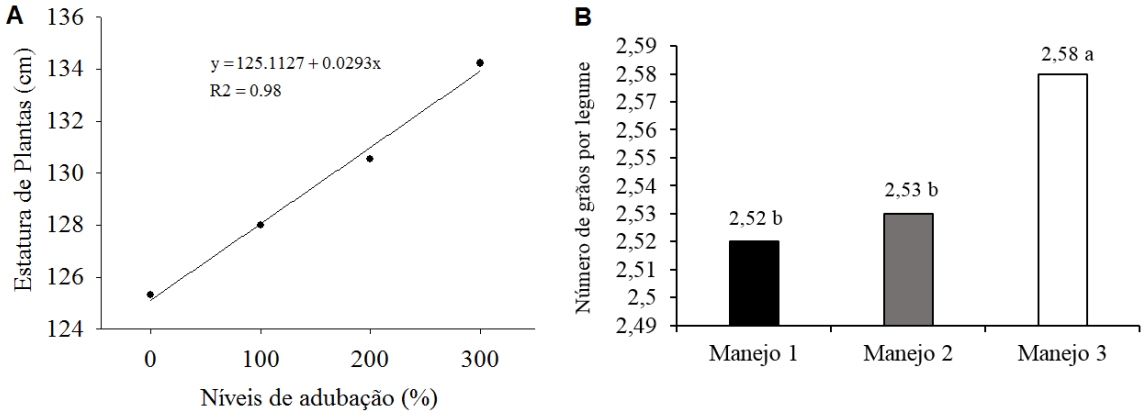


Figura 1. Estatura de plantas de soja em resposta a níveis de adubação (A) e número de grãos por legume em função de manejos da adubação (B).

[1]Mestrando em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, zanella_rodrigo@hotmail.com.
[2]Prof. Dr. Curso de Agronomia Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco
[3]Acadêmico do Curso de Agronomia Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco

Os caracteres massa de mil grãos, número de nós produtivos, número de legumes e número de grãos por legume se diferenciaram apenas entre os locais de estudo (Tabela 2). Com exceção da massa de mil grãos, os demais caracteres se mostraram superiores em Bom Sucesso do Sul.

Tabela 2. Comparação de médias para os caracteres Massa de Mil Grãos (MMS), Número de Nós Produtivos (NNP), Número de Legumes (NL) e Número de Grãos por Legume (NGL) em plantas de soja cultivadas em dois locais distintos (média de três manejos e quatro níveis de adubação).

Locais	MMS (g)	NNP	NL	NGL
Bom Sucesso do Sul	181,19 b	18,61 a	63,58 a	2,59 a
Itapejara d'Oeste	185,93 a	17,46 b	50,58 b	2,50 b

O rendimento médio de grãos foi de 5293 kg ha^{-1}, sem diferenças quanto ao momento de aplicação de fertilizantes. A adubação de sistema se mostrou uma prática viável, com vantagens na distribuição homogênea do fertilizante aplicado (espaçamento 17 cm na cultura da aveia) e com maior potencial de produção de massa seca pela cultura de aveia, sendo boa opção para manutenção do sistema plantio direto.

CONCLUSÕES

Adubação de sistema na cultura da soja, com a antecipação da adubação, é prática viável e pode ser empregada no momento de instalação da cultura antecedente de aveia preta.

Nas condições avaliadas, em solos de média a alta fertilidade, maiores níveis de adubação, não incrementaram o rendimento de grãos de soja.

REFERÊNCIAS

Francisco EAB, de Sousa Câmara, GM, Segatelli CR. Estado nutricional e produção do capim-pé-de-galinha e da soja cultivada em sucessão em sistema antecipado de adubação. Bragantia, v. 66, n. 2, 2007.

Duarte TC, Cruz SCS, Soares GF, Júnior DGS, Machado CG. Spatial arrangements and fertilizer doses on soybean yield and its components. R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental, v.20, n.11, p.960-964, 2016.

Lacerda JJJ, Resende ÁV, Neto AEF, Hickmann C. Conceição OP. Adubação, produtividade e rentabilidade da rotação entre soja e milho em solo com fertilidade construída. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 50, n. 9, p. 769-778, 2015.

Silva AF, Lazarini E. Doses e épocas de aplicação de potássio na cultura da soja em sucessão a plantas de cobertura. Semina: Ciências Agrárias, Londrina, v. 35, n. 1, p. 179-192, jan./fev. 2014.

Kurihara CH, Hernani LC. Adubação antecipada no sistema plantio direto. Embrapa Solos-Documentos (INFOTECA-E), 2011.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482p.

Souza CA. et al. Arquitetura de plantas e produtividade da soja decorrente do uso de redutores de crescimento. Bioscience Journal, v. 29, n. 3, 2013.

TIPOS DE SOLO E SUA RELAÇÃO COM A FERTILIDADE DE ÁREAS DO SUDOESTE DO PARANÁ

Lucas Candiotto[1], José Ricardo da Rocha Campos[2], Regis Luis Missio[2], Angela Carolina Boaretto[3], Felipe Candiotto[4], Angélica Caroline Zatta[1]

RESUMO: O Sudoeste do Paraná possui diferentes tipos de solos, mas pouco se sabe sobre a influência disto na fertilidade das áreas usadas para a agricultura. O objetivo deste trabalho foi relacionar os tipos de solo com a fertilidade de áreas do Sudoeste do Paraná. Foram visitadas trinta e seis propriedades da região de estudo, onde foram coletadas um total de cento e trinta e cinco amostras de solo para análises químicas e classificação do solo. Os dados foram usados para uma análise de agrupamento por componentes principais. Se observou que ocorre uma estreita relação entre a fertilidade e o manejo do solo realizado nas propriedades familiares, pois foram constatados quatro diferentes tipos de solo nas áreas analisadas. Pela análise de agrupamento, os solos não aparecem agrupados por classes, o que evidencia que não existe uma homogeneidade em relação aos atributos químicos entre as classes de solos observadas. A participação de cada tipo de solo foi de: 30,77; 29,48; 28,21 e 11,54%, respectivamente, para Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho, Neosssolo Litólico e Neossolo Regolítico. A fertilidade dos solos de áreas de agricultura familiar destinadas a produção de leite no Sudoeste do Paraná não está relacionada a Classe de Solo, mas sim ao manejo adotado em cada área.

PALAVRAS-CHAVE: cambissolo, latossolo, neossolo.

INTRODUÇÃO

O Sudoeste do Paraná está localizado no Terceiro Planalto Paranaense, cuja litologia é, predominantemente, rochas ígneas efusivas da Formação Serra Geral (Cordani, et al., 1980). A forte influência do material de origem, aliado a condição de clima e relevo, deu origem a solos com elevados teores de argila e óxidos de ferro e que variam fortemente em relação topografia (ITCG/PR, 2019). Enquanto Latossolos são mais comumente encontrados nas áreas de topo, Cambissolos e Neossolos são observados em áreas de meia-

[1]Mestrando (a) em Agronomia, UTFPR, Via do Conhecimento, KM 01, s/n - Fraron, Pato Branco – PR, candiotto@alunos.utfpr.edu.br.
[2]Professor de Agronomia, UTFPR, Via do Conhecimento, KM 01, s/n - Fraron, Pato Branco – PR.
[3]Auxiliar Administrativo, Hospital São Lucas, Rua Silvio Vidal, nº 67, Pato Branco – PR.
[4]Acadêmico de Agronomia, UTFPR, Via do Conhecimento, KM 01, s/n - Fraron, Pato Branco – PR.

encosta e em relevo mais acidentado (EMBRAPA, 2004).

O Latossolo se encontra mais presente na região e segundo a EMBRAPA (1999) são muito intemperizados e evoluídos, com baixa CTC, profundos, ácidos e com baixa saturação por bases. Os Cambissolos, por sua vez, são solos com menor profundidade e que possuem em sua fertilidade maior influência do material de origem. Já os Neossolos, são solos rasos e situam-se em relevo forte ondulado com elevada pedregosidade, o que dificultam práticas de manejo (EMBRAPA, 2004). Em geral, estes solos, sob condições naturais, são ácidos, distróficos e pobres em P, sendo assim é indispensável o uso de corretivos e fertilizantes para a máxima produtividade (EMBRAPA, 1984). Contudo, pouco se sabe sobre a possível influencia entre os tipos de solo presentes na região Sudoeste do Paraná sobre a fertilidade dos solos.

Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi relacionar os tipos de solos presentes com a fertilidade da porção arável de áreas manejadas em Integração Lavoura-Pecuária (ILP) localizadas em pequenas propriedades rurais do Sudoeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado entre 2015 e 2017 em áreas com predomínio de solos de basalto, situados em propriedades de agricultura familiar produtoras de leite e que utilizam o sistema de ILP do Sudoeste do Paraná. O clima predominante na região é do tipo subtropical úmido mesotérmico (Cfb), segundo a classificação de Koppen (Alvares et al., 2013). Foram visitadas trinta e seis propriedades, onde foram coletadas amostras de solos para realizar um diagnóstico da fertilidade e classificação do solo. O número de amostras dependeu dos talhões da propriedade, sendo em média três áreas amostradas por estabelecimento rural, totalizando um total de cento e trinta e cinco amostragens de solo.

As amostras de solo foram coletadas de maneira aleatória dentro de cada gleba, sendo cada amostra composta por dez subamostras. A coleta foi realizada por meio de trado calador até a profundidade de 0-20 cm, caracterizada como a camada arável do solo (Miranda, 1982). Após serem coletadas, as amostras foram acondicionadas em sacos plásticos e identificadas. As mesmas foram encaminhadas para o laboratório de solos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Pato Branco, onde foram destorroadas com o auxílio de um triturador de solos e peneiradas por peneiras de 100 Mesh. As amostras foram secas em estufa de circulação de ar forçada por quarenta e oito horas a 105°C. As análises químicas foram realizadas de acordo com a EMBRAPA (1997). Foram determinados: pH em $CaCl_2$, matéria orgânica, Fósforo assimilável, cátions

trocáveis ($Ca^{2+,}$ $Mg^{2+,}$ $Al^{3+)}$ pelo método de extração por KCl. O K e o P foram extraídos pelo método de Mehlich1. A partir destes resultados, foram determinadas a soma de bases (SB), a capacidade de troca de cátions total (T), a saturação por bases (V%) e saturação por alumínio (m%).

Os solos das áreas amostradas foram descritos morfologicamente segundo Santos et. al. (2013), e classificados segundo o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (EMBRAPA, 2013).

Os resultados das análises químicas e da classificação dos tipos de solos foram submetidos a uma análise de agrupamento por componentes principais através do software computacional XLStat®, com as cento e trinta e cinco amostras coletadas entre os anos de 2015 e 2017 sendo divididas entre os quatro tipos de solos encontrados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível observar que ocorre uma estreita relação entre a fertilidade e o manejo do solo realizado nas propriedades familiares, uma vez que foram constatados quatro diferentes tipos de solo nas áreas analisadas. Pela análise de agrupamento (Figura 1), os solos não aparecem agrupados por classes, o que evidencia que não existe uma homogeneidade em relação aos atributos químicos entre as classes de solos observadas.

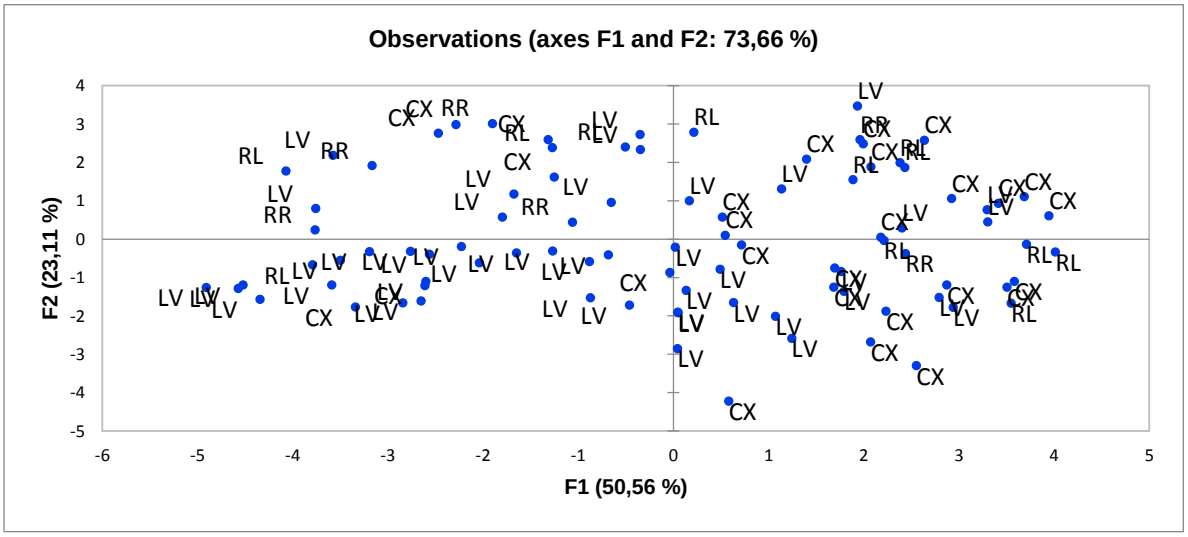


Figura 1 – Análise de agrupamento por componentes principais referentes a análise química do solo em diferentes tipos de solo: Cambissolo Háplico (CX), Latossolo Vermelho (LV), Neossolo Litólico (RL), e Neossolo Regolítico (RR).

[1]Mestrando (a) em Agronomia, UTFPR, Via do Conhecimento, KM 01, s/n - Fraron, Pato Branco – PR, candiotto@alunos.utfpr.edu.br.
[2]Professor de Agronomia, UTFPR, Via do Conhecimento, KM 01, s/n - Fraron, Pato Branco – PR.
[3]Auxiliar Administrativo, Hospital São Lucas, Rua Silvio Vidal, nº 67, Pato Branco – PR.
[4]Acadêmico de Agronomia, UTFPR, Via do Conhecimento, KM 01, s/n - Fraron, Pato Branco – PR.

A participação de cada tipo de solo na área total do estudo foi de 30,77; 29,48; 28,21 e 11,54%, respectivamente, para Cambissolo Háplico, Latossolo Vermelho, Neosssolo Litólico e Neossolo Regolítico, corroborando resultados de Ribas (2010).

Os resultados mostram que, estes diferentes solos se posicionaram em todos os quadrantes dos gráficos (Figura 1), com grande dispersão nos quadrantes e grande proximidade entre solos diferentes. Este comportamento dos dados, possivelmente, está relacionado ao manejo distinto adotado para cada área que variaram deste a espécie forrageira até práticas de calagem e adubação. Vale ressaltar que foi verificada a fertilidade da camada arável do solo, e esta sofre fortíssima influência do efeito antrópico da agricultura (Carvalho et al., 2003).

CONCLUSÕES

A fertilidade dos solos de áreas de agricultura familiar destinadas a produção de leite no Sudoeste do Paraná não está relacionada a Classe de Solo, mas sim ao manejo adotado em cada área.

REFERÊNCIAS

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM., Sparovek G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. 2013; volume: 22; p. 711-728. DOI: 10.1127/0941-2948/2013/0507.

Carvalho MP, Takeda EY, Freddi OS. Variabilidade espacial de atributos de um solo sob videira em Vitória Brasil (SP). R. Bras. Ci. Solo. 2003; volume: 27; p. 695-703. DOI: 10.1590/S0100-06832003000400014.

Cordani UGP, Sartori LP, Kawashita K. Geoquímica dos isótopos de estrôncio e a evolução da atividade vulcânica na Bacia do Paraná (sul do Brasil) durante o período Cretáceo. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 1980; volume: 52; p. 811-818.

EMBRAPA. Manual de métodos de análise de solo. 2. ed. Rio de Janeiro: EMBRAPA; 1997.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 3.ed. Brasília: EMBRAPA; 2013.

EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. Brasília: EMBRAPA Produção de Informação; 1999.

EMBRAPA. Solos do Estado de Santa Catarina. Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos; 2004.

ITCG/PR. Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. 26/02/2019. Disponível em: http://www.itcg.pr.gov.br/

Miranda NL. Amostragem de solo para análise química. Planaltina: EMBRAPA-CPAC; 1982.

Ribas C. Caracterização da fertilidade atual dos solos da região de Guarapuava – PR [dissertação]. Guarapuava: Universidade Estadual do Centro Oeste; 2010.

Santos RD, Lemos RC, Santos HG, Ker JC, Anjos LHC. Manual de Descrição e Coleta de Solo no Campo. Viçosa: Folha de Viçosa; 2013.

EMBRAPA. Levantamento de reconhecimento dos solos do estado do Paraná. Londrina: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR; 1984.

AUMENTO DO POTENCIAL PRODUTIVO DE UM ARGISSOLO USANDO PLANTAS DE COBERTURA, ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

Antonio Costa[1], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[2], Marco Aurélio Teixeira Costa[3].

RESUMO: A ocupação dos solos arenosos, no Brasil e no Paraná, tem sido feita com baixa adoção de tecnologia, o que tem provocado sua degradação. A manutenção do potencial produtivo desses solos pressupõe a reposição de matéria orgânica e, quando do cultivo de plantas anuais, o uso de palhada na superfície do solo. Assim, avaliou-se em um Argissolo, a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de cobertura cultivadas no inverno, em sistema plantio direto, e em rotação com soja e milho, usando cama de aviário, 0, 2, 4 e 8 t ha^{-1} ano^{-1}, um tratamento com fertilizante mineral e outro com cama de aviário, 2 t ha^{-1} ano^{-1}, e metade da dose de adubo mineral. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso com quatro repetições. O uso de cama de aviário proporcionou maior rendimento de MSPA das plantas de cobertura; a produção foi tanto maior quanto maior a dose aplicada. O uso exclusivo de adubo mineral apresentou limitações para se alcançar produtividades elevadas. O aumento do aporte de matéria orgânica e de nutrientes ao solo pelas plantas de cobertura foi uma das razões do aumento das produtividades de grãos de soja e milho cultivados em sucessão a essas plantas.

PALAVRAS-CHAVE: solos arenosos, matéria orgânica, produção de grãos.

INTRODUÇÃO

A ocupação dos solos arenosos tem sido feita sem adotar critérios conservacionistas de uso do solo, o que tem provocado a degradação de áreas de difícil recuperação. A capacidade de solos distintos retomarem sua capacidade produtiva é diferente e dependente de suas propriedades intrínsecas e do tipo e intensidade da perturbação sofrida. Alguns são mais resistentes às perturbações; outros apresentam alto potencial ou forte risco de degradação, são nominados “solos frágeis” ou “solos leves” (Albuquerque et al., 2015).

Ao relatar a ocorrência e importância de solos frágeis no Brasil, Albuquerque et al. (2015) destacam os solos arenosos do Noroeste do Paraná. Na região, as classes de solos

[1]Pesquisador voluntário do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, Londrina, PR. Bolsista Senior da Fundação Araucária.
[2]Pesquisadora da Área de Solos do IAPAR, Londrina, PR.
[3]Pós doutorando. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantis, Campus de Araguaína, TO.

com boa aptidão agrícola e alto potencial agropecuário são os Latossolos Vermelhos distróficos e os Argissolos Vermelhos distróficos. São solos ocupados predominantemente com pastagens, 59% da área. Nos últimos 15 anos houve redução na área de pastagens e aumento nas de culturas, cana-de-açúcar, soja, milho e mandioca. Isso ocorreu pela falta de adoção de tecnologia na pecuária, com consequente perda de rentabilidade na atividade.

O presente trabalho teve por objetivo o cultivo rotacionado de plantas de cobertura e de produção de grãos, em sistema plantio direto, com o uso de adubação orgânica e mineral visando contribuir para o aumento do potencial produtivo dos solos arenosos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em sistema plantio direto, em 2006, no município de Umuarama, PR, em Argissolo Vermelho distrófico. No inverno foi avaliada a massa seca da parte aérea (MSPA) de aveia em 2007, 2010, 2014, 2015 e 2016; aveia+ervilhaca, em 2008 e aveia+nabo forrageiro, em 2013. A produção de grãos de trigo foi avaliada em 2009. Condições climáticas adversas não permitiu avaliação da MSPA das plantas de cobertura em 2011 e 2012. A cama de aviário foi aplicada semestralmente, no cultivo de verão e de inverno, em doses correspondentes a: 0(CA0), 2(CA2), 4(CA4) e 8 (CA8) t ha^{-1} ano^{-1}, total de 20, 40 e 80 t ha^{-1}, ao final de onze anos, respectivamente. Avaliou-se ainda um tratamento com adubo mineral (FM) e outro combinando cama de aviário (CA2) e metade da dose de FM (CA2FM1/2). Os tratamentos foram dispostos em blocos ao acaso, com quatro repetições. O uso de nitrogênio (N) variou com o cultivo praticado, quando do uso de (FM). Não foi aplicado na soja. No milho e nas de plantas de cobertura aplicou-se 20 kg ha^{-1} de N na semeadura, total de 280 kg ha^{-1} de N em 10 anos; aplicou-se ainda 60 kg ha^{-1} de N em cobertura, total de 300 kg ha^{-1} de N, nos cinco cultivos de milho. A aplicação de fósforo(P) e potássio (K), comum aos cultivos que receberam (FM), correspondeu a 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 60 kg ha^{-1} de K_2O, total de 1520 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 1140 kg ha^{-1} de K_2O. No tratamento (CA2FM1/2) aplicou-se metade dessa quantidade. Foi aplicado 3 t ha^{-1} de calcário dolomítico no início do experimento. Procedeu-se a análise de variância e de regressão dos dados; comparou-se as médias pelo teste de Scott Knott, a 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise conjunta dos resultados médios da produção de MSPA de plantas de cobertura permitiu concluir que (CA8) proporcionou o maior rendimento de massa seca, seguido da aplicação de (CA4) e de (CA2FM1/2). O uso de (CA2) e de (FM) apresentaram

produtividades de MSPA das plantas de cobertura superiores à CA0 (Figura 1).

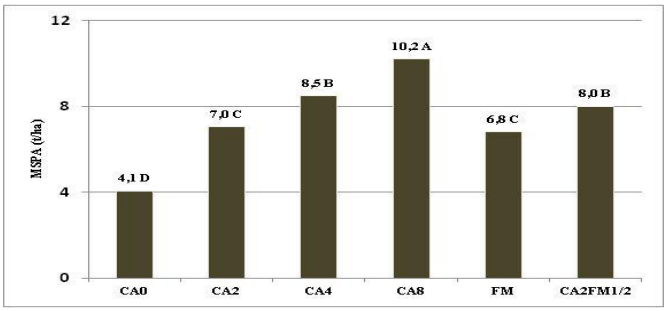


Figura 1. Produção de massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de cobertura, em t ha^{-1}, média de sete cultivos, na ausência (CA0) e na presença de adubação orgânica, 2 (CA2), 4 (CA4) e 8 (CA8) t ha^{-1} ano^{-1} de cama de aviário, de adubação mineral (FM) e da associação das duas formas (CA2FM1/2) de adubação. Médias com letras distintas, nas colunas, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% de probabilidade.

Em proposta para certificação do sistema plantio direto na palha, para a região de baixas altitudes, como a região Noroeste do Paraná, Canalli et al. (2010) consideraram que aportes de massa seca (MS) inferiores a 7,5 t ha^{-1} ano^{-1} colocariam o sistema de produção adotado em declínio; produções entre 7,5 e 8 t ha^{-1} ano^{-1} manteriam o sistema estável e aportes de mais de 8 t ha^{-1} ano^{-1} de MS melhorariam a qualidade do sistema.

Assim, adotando o critério acima descrito, não é sustentável o sistema estabelecido sem adubação (CA0), produção de 4,0 t ha^{-1} ano^{-1}. Também em declínio estariam os sistemas adubados com (FM) e com a aplicação de (CA2), com produção MSPA em torno de 7,0 t ha^{-1} ano^{-1}. O uso de (CA2FM1/2) e de (CA4), produção em torno de 8 t ha^{-1} ano^{-1} de MSPA, ficaram no limiar dos sistemas considerados com melhoria de qualidade. Quando se usou (CA8), a produção média MSPA das plantas de cobertura foi superior a 10 t ha^{-1} ano^{-1}, melhorando assim a qualidade do Argissolo cultivado (Figura 1). Portanto, a produção de MS, em condições a proporcionar a sustentabilidade de cultivo de plantas anuais em solos arenosos da região Noroeste do Paraná, requer o uso de plantas de cobertura adequadamente adubadas.

O aumento da produção de grãos de soja e milho apresentou relação linear e positiva com o aumento da quantidade de MSPA produzida (Figura 2). O aumento do aporte de matéria orgânica e de nutrientes ao solo pelas plantas de cobertura foi uma das razões do aumento das produtividades de grãos de soja e milho cultivados em sucessão a essas plantas.

O teor de carbono no solo, no início do experimento, era 15,76 g dm^{-3}, na camada de 0-10 cm. Resultados analíticos de 2017, apontaram níveis de carbono de 11,97, na testemunha (CA0), e 12,57 g dm^{-3} naquele com adubo mineral (FM). Esses valores foram inferiores àqueles observados nos tratamentos que receberam cama de aviário, 13,31

(CA4), 13,75 (CA2FM1/2) 13,90 (CA2) e 15,13 (CA8) g dm^{-3}. Portanto na dose mais elevada de dejeto aplicado manteve-se o carbono próximo do nível inicial.

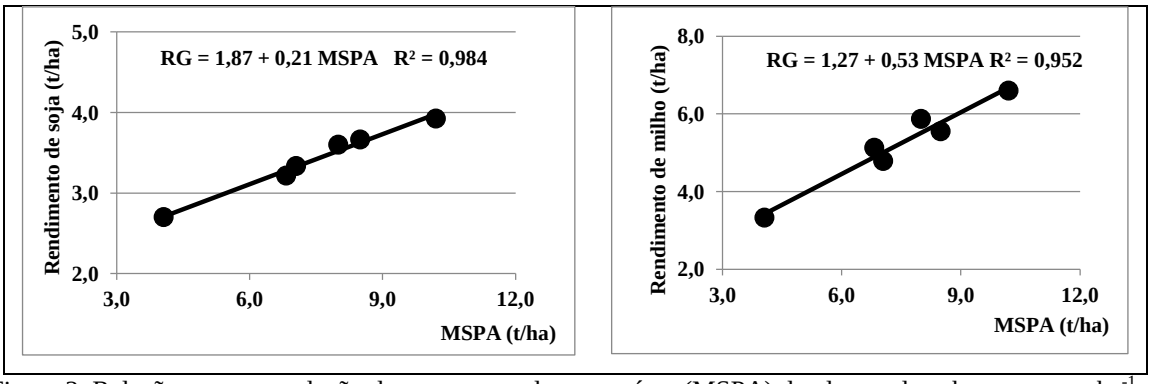


Figura 2. Relação entre a produção de massa seca da parte aérea (MSPA) de plantas de cobertura, em t ha^{-1}, e rendimento de grãos (RG) de soja e de milho, em t ha^{-1}, média de sete cultivos.

No início do experimento o teor de P no solo, era de 13,30 g dm^{-3}, na profundidade de 0-10 cm. Em avaliação realizada em 2017 o teor de P no tratamento não adubado (CA0) decresceu para 5,35 g dm^{-3}, enquanto nos demais tratamentos aumentaram para 56,63 g dm^{-3} (CA2FM1/2), 79,68 (FM), 80,95 (CA4) e 204,75 g dm^{-3} no (CA8). No início do ensaio, em 2006 e na camada de 0-10 cm, o valor de potássio (K) era 0,27 $cmol_c$ dm^{-3}. Em 2017 esse teor decresceu para 0,16 $cmol_c$ dm^{-3} no tratamento não adubado (CA0), sendo de 0,31 no (FM) e 0,51 g dm^{-3} no (CA8). Portanto, aumento no aporte de nutrientes ao solo pelas plantas de cobertura foi uma das razões do aumento das produções de soja e milho.

CONCLUSÕES

O uso de cama de aviário proporcionou maior rendimento de MSPA das plantas de cobertura; a produção foi tanto maior quanto maior a dose aplicada. A produção de MSPA das plantas foi limitada com uso de adubo mineral. O aumento do aporte de matéria orgânica e de nutrientes ao solo pelas plantas de cobertura foi uma das razões do aumento das produtividades de grãos de soja e milho cultivados em sucessão a essas plantas.

REFERÊNCIAS

Albuquerque, JA, Almeida, JA de; Gatiboni, LC, Rovedder AP; Costa, F de S. Fragilidade de solos: uma análise conceitual, ocorrência e importância agrícola para o Brasil. In: Castro, s. s. de; Hernani, l. c. (Eds.). Solos frágeis: caracterização, manejo e sustentabilidade. Brasília, DF: Embrapa, 2015. p. 25-50.

Canalli, LB, Sá, JCM, Santos, JB, Ferreira, AO, Briedes, C, Tivet, F, Marques, OJ, Vidigal Filho, PS. Proposta de um protocolo para validação e certificação da qualidade do SPDP relacionada à redução de CO_2. In: Encontro Nacional de Plantio Direto na Palha, 12, 2010, Foz do Iguaçu. PR. Resumos... Ponta Grossa, PR: Febrapdp, 2010. p. 85-94.

ECOLOGIA DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM VIDEIRA SOB MANEJO ORGÂNCO E CONVENCIONAL E EM FLORESTA

Higo F. Amaral[1]; Rosilaine Carrenho[2], José Ozinaldo A. Sena[2]; Kátia Regina Freitas Schwan-Estrada[2]; Heder A. Montañez Valencia[4], Diva S. Andrade[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi investigar e caracterizar a diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e suas classes de índices de frequência em videira em manejo orgânico e convencional e floresta Atlântica. O solo das áreas foi classificado como Latossolo vermelho distrófico de textura franco-argilo-arenosa, clima subtropical úmido. O solo foi coletado na camada de 0-10 cm, na linha e entrelinha da videira, e ao longo de uma transecto na área de floresta. Utilizou-se peneiramento úmido para extração dos esporos e chave de identificação morfológica das espécies. Executou-se os cálculos de índices: número de espécies (S), de diversidade de Shannon (H), de Simpson (D) para dominância, de Margalef (D_{Mg}) para riqueza e Evenness (H^2/S) para homogeneidade. Para definição das classes de dominância das espécies foi calculado pelo índice de frequência: dominante (D), muito comum (MC), comum (C), raro (R) e ausente (-). O manejo orgânico de videira modificou a diversidade de FMA, principalmente, sob o porta-enxerto Isabel, com a ocorrência das espécies *Ac. colossica*, *Ac. mellea*, *Gl. diaphanum*, *Gl. fasciculatum*, *Gl. invermaium* que aumentaram seus índices de frequência para dominante ou muito comum.

PALAVRAS-CHAVE: biodiversidade, viticultura, agroecologia, fruticultura, floresta-Atlântica.

INTRODUÇÃO

As comunidades de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são componentes biológicos essenciais em solos agrícolas e cujos benefícios variados são atribuídos a promoção de crescimento vegetal, ciclagem de diferentes nutrientes e mitigação de metais pesados (Bach et al., 2018). Estas comunidades são de ampla ocorrência em solos em sistemas com cobertura de plantas nativas e agrícolas, quando observado em videira e mesma classe de solo, porém a flutuação das espécies diferiu comparando ambientes orgânicos e convencionais (Freitas et al., 2011). Considerando que, a prática de inoculação

[1]Docente Dr., Centro Universitário Filadélfia, Londrina – Pr. Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Pr. E-mail: higoamaral@gmail.com
[2]Docente Dr., Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Pr.
[3]Pesquisadora, Dra., Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), área de Solo/Microbiologia, Londrina – Pr.
[4]Mestrando, Programa de Pós-graduação em Agricultura Conservacionista IAPAR, Londrina – Pr.

de FMAs é incipiente, o maior emprego dos índices ecológicos para investigar suas dinâmicas populacionais pode melhorar a assertividade das práticas de manejo agrícola. O objetivo do trabalho foi investigar e caracterizar a diversidade de fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e suas classes de índices de frequência em videira em manejo orgânico e convencional e floresta Atlântica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em amostras de solo de experimentos localizados a uma altitude de 550 m do nível do mar, a 23º 25' S e 51º 57' W, fazenda experimental da Universidade Estadual de Maringá, município de Iguatemi. O solo foi classificado como Latossolo vermelho distrófico de textura franco-argilo-arenosa, o clima foi identificado como subtropical úmido. Os ensaios e os aspectos de implementação e condução do manejo orgânico (ORG) e convencional (CONV) de videira foram descritos em (Amaral et al., 2012; Amaral et al., 2011), conduzidos por sete anos sob estes manejos. Para amostragem foram considerados dois porta-enxertos (Isabel e Bordô) e duas posição (linha e entrelinha) em cada de videira, com quatro repetições. O solo foi coletado na camada de 0-10 cm, seguiu-se os procedimentos descritos por Gerdemann e Nicolson (1963) e Jenkins (1964) para extração dos esporos. Para identificação taxonômica utilizou-se manual de Schenck and Pérez (1990) e descrições de espécies do departamento INVAM (http://invam.caf.wvu.edu) e DPP (http://www.agro.ar.szczecin.pl/~jblaszkowski/). Executou-se os cálculos de índice número de espécies (S), de diversidade de Shannon, de Simpson (D) para dominância, de Margalef (D_{Mg}) para riqueza e Evenness (H^2/S) para homogeneidade. Para definição das classes de dominância das espécies calculado pelo índice de frequência: Dominante (D), muito comum (MC), comum (C), raro (R) e ausente (-) como descrito em Pereira et al. (2014) e Stürmer e Siqueira, (2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram identificadas 38 espécies de FMA dos seguintes gêneros: *Glomus* (12), Acaulospora (10), Scutellospora (7), Gigaspora (4), Ambispora (2), Pascipora (1) e Paraglomus (1), Entrophospora (1).

Houve maior diversidade (H) e riqueza (D_{Mg}) de FMA em ORG, principalmente na entrelinha, no sistema ORG cultivado com Isabel. Notou-se que em CONV com a Bordo houve maiores valores de dominância de espécies e a menor homogeneidade (H^2/S) de espécies foi observada em ORG-Bor-Lin. As espécies *Ac. morrowiae*, *Gl. etunicatum*, *Gl.*

macrocarpum foram dominantes em floresta, porém, essa dominância não se mantém nos cultivos de videira; em manejo CONV onde a *Ac. morrowiae* tornou-se rara (R) ou ausente (A).

Quanto a classe de dominância (índice de espécies) de FMA para a planta *Vitis labrusca* (em ambas variedades) notou-se que apenas a espécie *Glomus claroideum* foi dominante com frequência igual a 1, sendo considerada rara em FOR, portanto específica para à videira; notou-se que sob a variedade Bordô há D das espécies *Ac. longula* e *Ac. tuberculata*, que sob Isabel foram R ou A; já para Isabel nenhuma espécie foi D, apenas *Gl. fasciculatum* foi C. Já quanto ao manejo, *Ac. morrowiae* foi D ou MC sob ORG, já *Ac. scrobiculata* foi C sob CONV, sob FLO foram D e R, respectivamente.

CONCLUSÕES

O manejo orgânico de videira modificou a diversidade de FMA, principalmente, sob o porta-enxerto Isabel, neste tratamento as espécies *Ac. colossica, Ac. mellea, Gl. diaphanum, Gl. fasciculatum, Gl. invermaium* aumentaram seus índices de frequência em comparação com o sistema convencional e o solo sob floresta.

REFERÊNCIAS

Amaral H. F., Sena, J. O. A., Schwan-Estrada, K. R. F., Balota, E. L., Andrade, D. S. Soil chemical and microbial properties in vineyards under organic and conventional management in southern Brazil. **Rev Bras Ciência Do Solo,** 2011;35:1517–26.

Amaral HF, Sena JOA, Andrade DS, Jacome AG, Caldas RG, Caldas RG. Carbon and soil microbial respiration in soil from conventional, organic vineyards and comparison with an adjacent forest. **Semina Ciências Agrárias** 2012;33:437–48. doi:10.5433/1679-0359.2012v33n2p437.

Bach EM, Narvaez-Rivera G, Murray K, Bauer JT, Hofmockel KS. The dynamic life of arbuscular mycorrhizal fungal symbionts. **Ecology**, 2018;99:978–80. doi:10.1002/ecy.2096.

Freitas N. .O, Yano-Melo AM, Silva FSB da, Melo NF de, Maia LC. Soil biochemistry and

[1]Docente Dr., Centro Universitário Filadélfia, Londrina – Pr. Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia da Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Pr. E-mail: higoamaral@gmail.com
[2]Docente Dr., Universidade Estadual de Maringá, Maringá – Pr.
[3]Pesquisadora, Dra., Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), área de Solo/Microbiologia, Londrina – Pr.
[4]Mestrando, Programa de Pós-graduação em Agricultura Conservacionista IAPAR, Londrina – Pr.

microbial activity in vineyards under conventional and organic management at Northeast Brazil. **Sci Agric** 2011;68:223–9. doi:10.1590/s0103-90162011000200013.

Gerdemann JW, Nicolson TH. Spores of mycorrhizal Endogone species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Trans Br Mycol Soc**., 1963;46:235–44. doi:10.1016/S0007-1536(63)80079-0.

JENKINS WR. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil. **Plant Dis Report,** 1964;48p.

Mahmood I, Rizvi R. Mycorrhiza and Organic Farming. Asian J Plant Sci 2010;5:241.
Pereira CMR, Silva DKA da, Ferreira AC de A, Goto BT, Maia LC. Diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Atlantic forest areas under different land uses. A**gric Ecosyst Environ** 2014;185:245–52. doi:10.1016/j.agee.2014.01.005.

Schenck NC (Norman C, Pérez Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi.** 3rd ed. Gainesville FL: Synergistic Publications; 1990.

Stürmer SL, Siqueira JO. Species richness and spore abundance of arbuscular mycorrhizal fungi across distinct land uses in Western Brazilian Amazon. **Mycorrhiza** 2011;21:255–67. doi:10.1007/s00572-010-0330-6.

COMPREENSÃO DOS PRODUTORES RURAIS SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NO OESTE DO PARANÁ

Ana Julia Righetto[1], Tiago Santos Telles[2], Elizeu Jonas Didoné[1], José Francirlei de Oliveira[1], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[1]

RESUMO: O retorno da erosão em áreas de plantio direto no Brasil pode ocorrer em função da compreensão equivocada dos agricultores em relação ao Sistema Plantio Direto. Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar qual a compreensão dos agricultores do Oeste do Paraná sobre o SPD, e avaliar se as práticas por eles utilizadas são adequadas à conservação do solo. Para tanto, foi utilizada a metodologia do tipo *survey*, sendo aplicado questionário estruturado, em entrevista presencial a 118 agricultores da Bacia do Paraná 3. Os resultados indicam que 77% não possuem entendimento adequado acerca dos pilares do SPD, uma vez que 60% deles alegam fazer SPD a mais de 16 anos, no entanto, 64% dos agricultores disseram ter realizado algum tipo de preparo do solo. Ademais, parte dos agricultores adota o SPD da maneira parcial, realizando sucessão de culturas ao invés de rotação. Sendo que as principais dificuldades indicadas para justificar a simplificação do SPD são a compactação do solo, menor aporte de fitomassa e problemas no controle de plantas daninhas. Assim, denota-se que os agricultores não possuem entendimento adequado sobre os princípios do SPD e as práticas que devem ser associadas à esse manejo, pois na prática adotam um PD que não pode ser considerado conservacionista.

PALAVRAS-CHAVE: *survey*, conservação do solo, práticas conservacionistas.

INTRODUÇÃO

O sistema plantio direto (SPD) ou agricultura conservacionista (AC) é a principal estratégia de conservação do solo e da água no Brasil, ocupando uma área de mais de 32 milhões de hectares (Kassam et al., 2018). O SPD corresponde a aproximadamente 60% das lavouras anuais do país (IBGE, 2018) e está alicerçado em três pilares: ausência de preparo do solo, com revolvimento apenas nas linhas de semeadura, cobertura permanente do solo, com a manutenção dos resíduos culturais sobre a sua superfície, e a rotação de culturas, com ênfase na diversificação de espécies (Bolliger et al., 2006; Kassam et al., 2009). Quando se adota o SPD há uma redução nas perdas de solo e água por erosão (Deuschle, et al., 2019) e uma melhoria nos atributos químicos, físicos e biológicos do solo

1 Pesquisadores, Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid, KM 375, Londrina - PR.
[2] Pesquisador, IAPAR, Rod. Celso Garcia Cid, KM 375, Londrina - PR. E- mail: telles@iapar.br

(Mendonça et al., 2013; Derpsch et al., 2014).

No entanto, dadas às condições edafoclimáticas do país, apenas o SPD não é suficiente para garantir a conservação do solo, sendo necessária a adoção de práticas complementares, como o plantio em nível e o uso de terraços agrícolas (Londero et al., 2018). Porém, o que se verifica é a adoção parcial das práticas conservacionistas (Didoné et al., 2015; Minella et al., 2017), que podem levar ao aumento dos processos de erosão e degradação do solo (Silva e De Maria, 2011). Esta situação gera questionamentos como: (i) os agricultores possuem conhecimento adequado sobre o que é SPD; e (ii) se estão utilizando adequadamente as técnicas de conservação do solo.

Nesse contexto, o objetivo do presente estudo foi verificar qual a compreensão dos produtores rurais do Oeste do Paraná sobre o SPD, e avaliar se as práticas por eles utilizadas são adequadas à conservação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Com o intuito de verificar a opinião dos produtores rurais da Bacia do Paraná 3 (BP3), sobre o SPD, foi realizada uma pesquisa do tipo *survey*. Para tanto, foram utilizados os dados do questionário estruturado do "Índice de qualidade participativo do SPD (IQP)", aplicado em entrevista presencial, realizado com 118 agricultores.

O intuito do questionário é avaliar a qualidade do SPD. A partir das respostas dos produtores, foram levantadas as informações de como eles avaliam o seu sistema de produção, sendo possível, ainda, diagnosticar: (i) o nível de satisfação, (ii) o entendimento sobre o que é o SPD e a importância que atribuem a este; (iii) os problemas e as dificuldades enfrentadas após a sua adoção; e (iv) se adotam práticas complementares de conservação do solo, como plantio em nível e terraços agrícolas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na região Oeste do Paraná, 81% dos produtores avaliam o SPD como bom. Cerca de 60% alegam fazer uso do mesmo a mais de 16 anos. No entanto, observa-se um equívoco conceitual sobre a percepção do SPD pelos agricultores, visto que 77% não possuem entendimento adequado acerca dos três pilares do SPD. Em relação ao principal motivo para a adoção do SPD, em grau de importância, eles declararam: redução do risco de erosão, conservação do solo, menor tempo gasto nas operações agrícolas, aumento no teor da matéria orgânica do solo, menor desgaste do maquinário, melhoria na qualidade da água, aumento da biodiversidade, redução do risco de seca, redução do custo de produção e aumento da produtividade. Já no que concerne aos problemas com a utilização do

SPD, em ordem de relevância, os produtores indicaram as seguintes dificuldades: compactação excessiva nas cabeceiras e nas áreas de manobra de máquinas, controle de plantas daninhas e formação adequada de palhada.

Todavia, vale destacar que 64% dos agricultores disseram ter realizado algum tipo de preparo do solo, justificado pela compactação superficial do solo, uma vez que este foi o problema mais relevante apontado pelos entrevistados. Nestes casos, se observa o uso indiscriminado da escarificação para descompactar o solo e corrigir sulcos de erosão. De todo modo, 86% dos produtores rurais fazem a semeadura em nível e 92% utilizam terraços agrícolas, o que demonstra que a maioria deles utiliza as práticas complementares de conservação do solo. Esse resultado permite salientar que o problema do controle do escoamento superficial em áreas de PD não é a retirada dos terraços e, provavelmente, está mais relacionado ao dimensionamento e rebaixamento dos mesmos.

Neste contexto, percebe-se que os agricultores realizam aração, gradagem ou escarificação nos canais dos terraços para aumentar a infiltração e evitar o extravasamento devido à baixa taxa de infiltração de água, condicionada à compactação e escoamento superficial. A questão da compactação pode ser contraditória para o SPD, pois nesse sistema há menor tráfego de máquinas em relação ao sistema convencional, porém o questionário indica compactação em locais específicos, como nas cabeceiras das glebas, onde o trafego de máquinas é mais intenso que nas demais áreas.

Assim, a partir dos resultados, verifica-se que grande parte dos agricultores ainda utilizam a aração, gradagem ou escarificação, mesmo afirmando realizarem o SPD. Vale destacar que praticamente todos os produtores recebem orientação técnica para condução da lavoura e a orientação que mais se destaca são as das cooperativas, seguida por orientação privada. Porém a percepção equivocada do agricultor sobre o SPD pode estar relacionada a uma visão simplicista sobre as práticas agrícolas, se tornando, muitas vezes, resistente inclusive a orientação técnica.

O SPD utilizado pode ser um reflexo da visão do produtor e da consultoria agronômica que está dissociada das questões de sustentabilidade, com foco apenas no retorno econômico de curto prazo. Como consequência dessa visão, há um aumento dos custos de produção em função da menor diversificação de culturas, baixo aporte de fitomassa, aumento da germinação de plantas daninhas e potencialização dos processos erosivos (Derpsch et al., 2014; Merten et al., 2015).O resultado da aplicação deste questionário aos produtores da BP3 demonstra também que muitos agricultores não têm o ideal conhecimento do que de fato é o SPD, pois a maioria avalia como bom o sistema que executa, mas muitos desses realizam preparo do solo, o que desclassifica o uso de SPD. Desta forma, percebe-se que há uma confusão entre plantio direto e sistema plantio direto, levando produtores que

fazem plantio direto afirmarem que realizam o sistema plantio direto.

CONCLUSÃO

Os produtores rurais da BP3 têm um entendimento inadequado sobre os princípios do SPD, pois na prática, parte dos agricultores adota esse sistema da maneira parcial, pois realizam sucessão ao invés de rotação de culturas e utilizam a escarificação de forma recorrente no solo. Os produtores consideram a compactação do solo, menor aporte de fitomassa e os problemas no controle de plantas daninhas como as principais dificuldades enfrentadas com a adoção do SPD.

AGRADECIMENTOS

Ao IAPAR, ITAIPU Binacional e a FAPEAGRO.

REFERÊNCIAS

Bolliger A, Magid J, Amado TJC, Skora Neto F, Ribeiro MFS, Calegari A, Ralish R, Neergaard A. Taking stock of the Brazilian "zero-till revolution": A review of landmark research and farmers' practice. Adv Agron. 2006; 91:47-110.

Derpsch R, Franzluebbers AJ, Duiker SW, Reicosky DC, Koeller K, Friedrich T, Sturny WG, Sá JCM, Weiss K. Why do we need to standardize no-tillage research? Soil Till Res. 2014; 137:16-22.

Deuschle D, Minella PGM, Hörbe TAN, Londero AL, Schneider FJA. Erosion and hydrological response in no-tillage subjected to crop rotationintensification in southern Brazil. Geoderma. 2019; 340:157-163.

Didoné EJ, Minella JPG, Merten GH. Quantifying soil erosion and sediment yield in a catchment in Southern Brazil and implications for land conservation. J Soils Sediments. 2015; 15:2334-2346.

Kassam A, Friedrich T, Shaxson F, Pretty J. The spread of Conservation Agriculture: Justification, sustainability and uptake. Int J Agr Sustain. 2009; 7:292-320.

Londero AL, Minella JPG, Deuschle D, Schneider FJA, Boeni M, Merten GH. Impact of broad-based terraces on water and sediment losses in no-till (paired zero-order) catchments in Southern Brazil. J Soils Sediments. 2018; 18: 1159-1175.

Mendonça, VZ; Mello, LMM; Andreotti, M; Pereira, FCBL; Lima, RC; Valério Filho, WV; Yano EH (2013). Avaliação dos atributos físicos do solo em consórcio de forrageiras, milho em sucessão com soja em região de cerrados. R Bras Ci Solo. 37:251-259.

Merten GH; Araújo AG; Biscaia RCM; Barbosa GMC, Conte O . No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. Soil Till Res. 2015; 152:85-93.

Minella JPG, Merten GH, Barros CAP, Ramon R, Schlesner A, Clarke RT, Moro M, Dalbianco L. Long-term sediment yield from a small catchment in southern Brazil affected by land use and soil management changes. J Hydrol. 2017; 32:200-211.

Pires FR, Assis RL, Procópio SO, Silva GP, Moraes LL, Rudovalho MC, Bôer CA. Manejo de plantas de cobertura antecessoras à cultura da soja em plantio direto. Rev Ceres. 2008; 55:94-101.

Silva RL, De Maria IC. Erosão em sistema plantio direto: influência do comprimento de rampa e da direção de semeadura. Rev Bras Eng Agríc Ambient. 2011; 15:554-561.

SUBSTITUIÇÃO DA ADUBAÇÃO QUÍMICA POR DEJETOS SUÍNOS NA CULTURA DA SOJA

Karini Vieceli[1], Bruno Henrique Casagrande[1], Helis Marina Salomão[2], Ricardo Beffart Aiolfi[3], Adriano Suchoronczek[4]

RESUMO: A suinocultura gera grande volume de resíduos líquidos, os quais precisam receber destinação adequada para que não se tornem problemas ambientais. Uma alternativa é a sua utilização como fertilizante para as culturas agrícolas. O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da substituição parcial ou total da adubação química por dejetos suínos no desenvolvimento e produção da cultura da soja. O experimento foi conduzido na safra 2018/2019, sendo avalianda a substituição de 0, 25, 50, 75 e 100% da adubação mineral recomendada para a cultura por dejeto líquido de suíno, o ajuste das doses tendo o fósforo como referência. Foram avaliados a altura de planta em V4 e R2, matéria seca da parte aérea em R3, número de vagens por planta, numero de grãos por vagem, peso de mil sementes e produtividade. Somente a altura de planta apresentou efeito significativo, onde o aumento da proporção de dejeto líquido de suíno levou ao aumento na altura. Assim, nas condições deste estudo, a adubação química da cultura da soja pode ser substituída total ou parcialmente por dejeto líquido de suíno.

PALAVRAS-CHAVE: necessidade de adubação, produção, fósforo.

INTRODUÇÃO

A suinocultura é uma atividade de grande importância, especialmente para a região Sul do país, gerando emprego, renda e contribuindo para a permanecia do homem no campo. A atividade adota o sistema de confinamento dos animais em todas as fases de produção, o que gera grande volume de dejetos líquidos que demandam locais para armazenamento e descarte.

Existem diversas alternativas viáveis para destinação dos dejetos líquidos de suínos

[1] Acadêmico (a) do curso de agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.
[2] Acadêmica do curso de Agronomia, UTFPR - PB, Via do Conhecimento - km 01, Pato Branco-PR.
[3] Prof. Dr. do curso de agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.
[4] Prof. Msc. do curso de agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR., e-mail: adriano_agri@hotmail.com

como a produção de biogás, transformação em adubos orgânicos e a utilização direta como fertilizante. Destas alternativas a aplicação como fertilizante é mais utilizada pelos agricultores, devido ao menor investimento necessário e a facilidade operacional.

Inicialmente os dejetos líquidos de suíno aplicados em áreas agrícolas contribuem como fonte de nutrientes para as culturas (Basso et al., 2005) e aumento da comunidade microbiológica do solo, no entanto, quando aplicados em altas doses podem levar ao desiquilíbrio nutricional do solo, ao acúmulo de metais pesados como o cobre e a contaminação de corpos hídricos (Gräber et al., 2005).

Deste modo se deve fornecer ás culturas doses que proporcionem um bom desenvolvimento e produção das plantas, não gere desbalanço nutricional, sem causar impactos ambientais ou contaminações e que sejam economicamente viável para o produtor.

Assim, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito da substituição parcial ou total da adubação química por dejetos suínos no desenvolvimento e produção da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em propriedade localizada no município de Novo Horizonte-SC, sob as coordenadas 26°28’35.72” sul, 52°50’2.31” oeste e altitude de 824 m. O clima do local é caracterizado como Cfb e solo classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

O experimento foi conduzido em uma gleba manejada sob sistema de plantio direto por mais de 10 anos, sem a aplicação de dejetos suínos e tendo o trigo como cultura antecessora. Antes da implantação do experimento foi amostrada a camada do solo de 0-20 cm para a análise química, sendo os dados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e granulometria do solo no local do experimento.

Profundidade.	pH	P	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	$H^+ + Al^{3+}$	V	Argila	Areia	Silte
(cm)	(H_2O)	(mg/dm³)			$cmol_c/dm^3$			%		%	
0-20	5,30	6,06	0,38	9,46	3,13	0,10	6,15	67,83	56	21	23

Foi utilizado o delineamento em blocos casulizados (DBC), com 5 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos consistiram de diferentes combinações de adubação química (utilizando a fórmula NPK 2-20-15) associada a dejeto líquido de suíno (Tabela 2) buscando satisfazer a necessidade de adubação da cultura com expectativa de produção de 4 Mg ha^{-1}.

Tabela 2. Combinações de diferentes proporções de dejeto líquido de suíno (DLS) e adubação química (AQ) utilizadas para cada tratamento.

Tratamentos	Dejetos líquidos de suínos (m^3 ha^{-1})	Adubação química [NPK 2-20-15] (kg^3 ha^{-1})
T1- DLS 0% + AQ 100%	0	454

T2- DLS 25% + 75 AQ	62	337
T3- DLS 50% + 50% AQ	128	225
T4- DLS 75% + 25% AQ	187	112
T5- DLS 100% + 0% AQ	250	0

O dejeto líquido de suíno foi proveniente de propriedade que realiza o processo de criação de leitões (fase de cria). Conforme dados de análise química, o dejeto líquido de suíno utilizado possui: pH de 7,2, 1,35 kg m^{-3} de N, 0,4 kg m^{-3} de P_2O_5, 1,19 kg m^{-3} de K_2O, 0,88 kg m^{-3} de Ca^{2+}, 1,9 g m^{-3} de Cu^{2+}, 39,50 g m^{-3} de Fe^{2+} e 8,5 g m^{-3} de Zn^{2+}. Os dados da análise do esterco foram utilizados para determinar as doses de dejeto líquido de suíno aplicadas (ajuste realizado em relação ao P).

Cada unidade experimental foi constituída de área de 210 m², a semeadura da cultura da soja, cultivar 95R51, foi realizada no dia 8 de novembro, com espaçamento de 0,45 m e 17 sementes m^{-1} linear. A aplicação das doses de dejeto líquido de suíno foi realizada dois dias antes da semeadura.

Durante o desenvolvimento da cultura foi realizada a determinação da altura de plantas (com 10 plantas em V4 e R2) e matéria seca da parte aérea (com 3 plantas em R3). No momento da colheita foram avaliadas 10 plantas por parcela para a determinação do número de vagens por planta e número de grãos por vagem. Para estimativa da produtividade e determinação do peso de mil sementes foi realizada colheita de área de 20 m².

Os dados obtidos foram submetidos a análise de regressão utilizando o software SAS Studio®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da análise de regressão se verificou que a variável altura de planta foi afetada pelas diferentes combinações de adubação química e dejeto líquido de suíno. Já a matéria seca da parte aérea, o número de vagens por planta, número de grãos por vagem, e a produtividade não foram alterados.

A altura de plantas em ambos os estádios avaliados (Figura 1) apresentou resposta quadrática, sem atingir o ponto de máxima para as doses testadas, onde o aumento na proporção de dejeto líquido de suíno aplicado levou a um aumento na estatura das plantas.

A maior altura de plantas nos tratamentos com maior proporção de dejetos suínos se deve ao maior fornecimento de N para estes tratamentos, corroborando com Nogueira et al. (2010) que observaram aumento na altura de plantas com o incremento das doses de N.

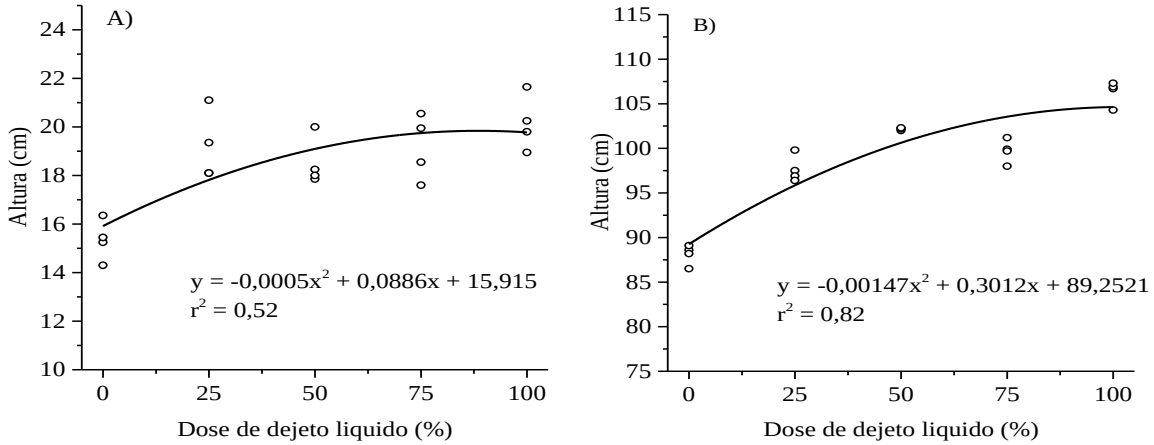


Figura 1. Altura de plantas de soja para os estádios V4 (A) e R3 (B) em função do uso de diferentes proporções de dejeto suíno e adubação química para satisfazer a necessidade nutricional da cultura.

Em relação aos componentes de rendimento, foi observada média de 507 vagens por planta (CV=9,47%), 2,63 grãos por vagem (CV=4,44%) e peso de mil sementes de 120 g (CV=2,37%). A matéria seca da parte aérea média em R3 foi de 29,99 g planta^{-1} (CV=15,57%) e a produtividade média foi de 4483,63 kg ha^{-1} (CV=5,65%).

Sartor et al. (2012) avaliando doses de dejeto líquido de suíno de 0 a 60 m^3 ha^{-1} e adubação química com 300 kg ha^{-1} de NPK 4-30-10 em Latossolo vermelho distrófico verificaram que a adubação química da cultura do soja pode ser substituída por doses de 45 a 60 m^3 ha^{-1} de dejeto líquido de suíno.

CONCLUSÕES

A substituição da adubação química por dejeto líquido de suíno proporciona aumento de altura das plantas, no entanto não afetou componentes de rendimento e produtividade.

A substituição total ou parcial da adubação química pode ser utilizada sem efeito sobre o rendimento da cultura, sendo uma alternativa de destinação dos resíduos líquidos de suínos.

REFERÊNCIAS

Basso CJ, Ceretta CA, Durigon R, Poletto N, Girotto E. Dejeto líquido de suínos: II-perdas de nitrogênio e fósforo por percolação no solo sob plantio direto. Cienc. Rural. 2010; 35:1305-12.

Gräber I, Hansen JF, Olesen SE, Petersen J, Østergaard HS, Krogh L. Accumulation of copper and zinc in Danish agricultural soils in intensive pig production areas. GEOGR TIDSSKR-DEN. 2005; 105: 15-22. https://doi.org/10.1080/00167223.2005.10649536.

Nogueira PDM, Sena Junior DG, Ragagnin VA. Clorofila foliar e nodulação em soja adubada com nitrogênio em cobertura. Global Science Technology. 2010; 3:117-24.

Sartor LR, Assmann AL, Assmann TS, Bigolin PE, Miyazawa M, Carvalho PCF. Effect of swine residue rates on corn, common bean, soybean and wheat yield. Revista Brasileira de Ciência do Solo. 2012; 36: 661-9. https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000200035

ADUBAÇÃO FOSFATADA NA PRODUTIVIDADE DE SEMENTES DA CULTIVAR DE SOJA NS 6906 RR®

Carlos André Bahry[1a], Ana Paula Ciliprandi[1b], Eliane Poltronieri dos Santos[1c], Ângela Aparecida Carleso[2], Françoá Santos Dal Prá[2], Leandro André Petkowikz[2], Gelson Geraldo[2], Leocádio Ceresoli[2], Josieli Aparecida da Silva[2], Adriano Brutscher[2]

RESUMO: A maior disponibilidade de fósforo na linha de semeadura da soja pode contribuir com campos de produção de sementes mais produtivos. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo aplicadas na linha semeadura sobre a produtividade de sementes da cultivar de soja NS 6906 RR®. O experimento foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, nas safras 16/17 e 17/18. A fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato simples (18% de P_2O_5). Os tratamentos de fósforo foram: T1 - controle, sem P_2O_5; T2 - 50% a menos do recomendado de P_2O_5 (30 kg ha^{-1}); T3 - 100% da recomendação de P_2O_5 (60 kg ha^{-1}); T4 - 150% da recomendação de P_2O_5 (90 kg ha^{-1}); T5 - 200% da recomendação de P_2O_5 (120 kg ha^{-1}). As variáveis analisadas foram: sementes por planta, massa de mil sementes e produtividade. O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso, com quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância, em esquema bifatorial (doses de P e safras). A adubação fosfatada diferencial não aumentou a produtividade de sementes de soja da cultivar NS 6906.

PALAVRAS-CHAVE: massa de sementes, sementes por planta, superfosfato simples.

INTRODUÇÃO

Experimentos em campos de produção de sementes de soja são escassos (Marin et al., 2015); sendo a recomendação de fertilizantes baseada em resultados obtidos em campos para produção de grãos (Carvalho e Nakagawa, 2000).

Uma adubação de qualidade, à base de fósforo, promove incrementos significativos na produtividade. Esta é afetada devido a este nutriente estar diretamente ligado às membranas celulares (fosfolipídios), nos ácidos nucleicos e constituinte de compostos armazenadores de energia com o próprio ATP (trifosfato de adenosina) que é o mais importante desses compostos pois é utilizado na fotossíntese, germinação, síntese de carboi-

[1a] Professor do curso de agronomia e do PPGSIS, carlosbahry@utfpr.edu.br; [1b] Mestranda do Programa de Pós-Graduação em Agroecossistemas (PPGSIS), ana_cili@hotmail.com; [1c] Graduanda de agronomia, poltro.nany@gmail.com. UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos, Estrada p/ Boa Esperança, km 04, s/n, Dois Vizinhos/PR, CEP 85.660-000.
[2] Graduandos de agronomia, UTFPR, Câmpus Dois Vizinhos.

-dratos, proteínas e lipídeos, absorção ativa dos nutrientes do solo, síntese de compostos orgânicos (Araújo et al., 2005).

Nesse sentido, Marin et al. (2015) buscaram avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo na linha de semeadura, a partir da recomendação da análise de solo, sobre a produtividade de sementes de soja. Apesar de constatarem maior qualidade das sementes produzidas, e maior concentração de P nestas; não houve incremento na produtividade final, em ensaio conduzido em solo arenoso, no Mato Grosso.

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de diferentes doses de fósforo, aplicadas na linha de semeadura, sobre os componentes de produção e a produtividade de sementes de soja da cultivar NS 6906 RR®, em duas safras agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, nas safras 16/17 e 17/18. A altitude do local é de 509 metros, latitude de 25º41’52” S e longitude 53º03’94” W. O clima é classificado como Cfa – Clima subtropical úmido mesotérmico, sem estação seca definida. A temperatura média anual fica em torno de 20 a 22ºC. O verão é quente e as geadas são pouco frequentes no inverno (Iapar, 2009).

O solo predominante no local é tipo Latossolo Vermelho Distroférrico típico (Embrapa, 2006).

A cultivar utilizada foi a NS 6906 RR®, implantada sob semeadura em plantio direto em palha de aveia, na segunda quinzena de outubro, em ambas as safras; distribuindo-se 14,7 sementes por metro linear.

A fonte de fósforo utilizada foi o superfosfato simples (18% de P_2O_5). Os tratamentos de fósforo foram: T1 - controle, sem P_2O_5; T2 - 50% a menos do recomendado de P_2O_5 (30 kg ha^{-1}); T3 - 100% da recomendação de P_2O_5 (60 kg ha^{-1}); T4 - 150% da recomendação de P_2O_5 (90 kg ha^{-1}); T5 - 200% da recomendação de P_2O_5 (120 kg ha^{-1}).

Para detalhamento dos níveis de fósforo, e recomendação de adubação adotada no estudo, consultar o manual de adubação e de calagem para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (CQFS, 2004). A adubação potássica foi realizada a lanço, trinta dias após a semeadura, na dose de 133 Kg ha^{-1} de cloreto de potássio.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com três repetições. Cada unidade experimental foi composta de cinco linhas de semeadura, espaçadas em 0,45 metros e três metros de comprimento. A área útil colhida foi composta pelas três linhas

centrais e dois metros de comprimento. As variáveis analisadas foram: massa de mil sementes, número de sementes por planta e produtividade.

Os dados foram submetidos à análise de variância, em esquema bifatorial (doses de fósforo e safras agrícolas). Os dados foram comparados por Scott Knott, a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou não haver interação entre os fatores doses de fósforo e safras agrícolas para nenhuma das variáveis analisadas; bem como não ocorreu significância dentro do fator doses de P. Observou-se significância para as variáveis analisadas dentro do fator safras (dados não apresentados); indicando que a adubação diferencial de fósforo não influenciou nos componentes de rendimento e na produtividade de sementes da soja.

O número de sementes por planta, e a massa de mil sementes, foram maiores na safra 17/18 em comparação à safra 16/17. Esse resultado superior no segundo ano, em relação aos componentes de rendimento principais da soja, conferiu maior produtividade de sementes da cultivar NS 6906 RR® (Tabela 1).

Tabela 1. Dados médios do número de sementes por planta (NSP), da massa de mil sementes (MMS) e da produtividade de sementes em dois anos de cultivo.

Ano de cultivo	NSP	MMS (gramas)	Produtividade (Kg ha^{-1})
16/17	89,8 b	172,0 b	3.761,9 b
17/18	173,5 a	193,0 a	4.484,9 a
CV (%)	21,53	2,41	10,96

*Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott Knott, a 5% de probabilidade.

A explicação dos resultados superiores verificados na segunda safra se devem à condição de precipitação pluviométrica registrada nos meses de fevereiro e março. Se for observada a Figura 1, é possível constatar que na safra 17/18 houve precipitação significativa nos referidos meses, coincidindo com a fase de enchimento das sementes de soja. Por outro lado, na safra anterior, praticamente não ocorreu precipitação no mês de fevereiro, e não se constatou nada no mês de março (Inmet, 2018), vindo a comprometer a adequada formação de sementes e, por consequência, a produtividade (Tabela 1).

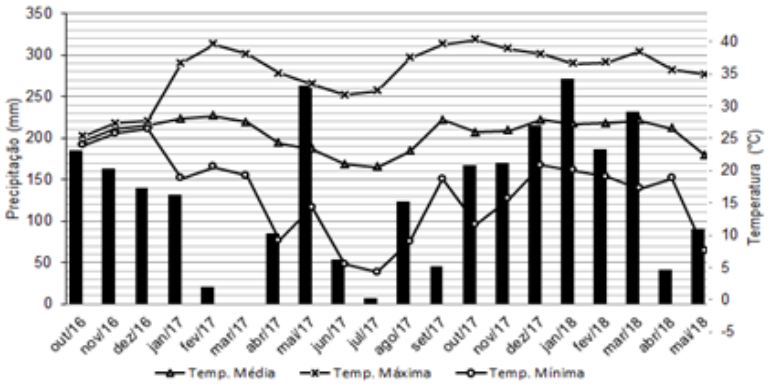


Figura 1. Precipitação, temperatura máxima, mínima e média (°C) registradas no período de realização dos estudos. Fonte: Inmet (2018).

A ausência de resultado em relação à adubação fosfatada diferencial corrobora com Marin et al. (2015), que ao aplicarem diferentes doses de P na linha de semeadura, visando aumento de produtividade de sementes de soja, em solo arenoso, no estado do Mato Grosso, também não verificaram incremento de produtividade das sementes geradas, apesar de que sua qualidade fisiológica foi maior à medida que doses crescentes de P eram usadas.

CONCLUSÃO

A adubação fosfatada diferencial não aumentou a produtividade de sementes de soja da cultivar NS 6906.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR, Fundação Araucária e CNPq pela concessão de bolsas e demais auxílios.

REFERÊNCIAS

Araújo WF, Sampaio RA, Medeiros RD. Resposta de cultivares de soja à adubação fosfatada. Rev. Cienc. Agron. 2005; 36:129-134.

Carvalho MN, Nakagama J. Sementes: tecnologia da produção. 3ed. Campinas: Fundação Cargill; 1988. 424 p.

Comissão de Química e Fertilidade do Solo - RS/SC. Manual de adubação e calagem – para os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 10a ed. Porto Alegre; 2004. 400p. 22/04/2019.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisas de Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos – 2.ed. – Rio de Janeiro: Embrapa solos; 2006. 306p.

Iapar. Cartas climáticas do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2009.

Marin RSF, Bahry CA, Nardino M, Zimmer PD. Efeito da adubação fosfatada na produção de sementes de soja. Rev. Cer. 2015. 62:265-274. http://dx.doi.org/10.1590/00 34-737X201562030006.

RENDIMENTO E DIAGNOSE FOLIAR DA AVEIA BRANCA SUBMETIDA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

Jaqueline Gaio Spricigo[1], Cristiano Nunes Nesi[2], Cristiane Pain[3], Josecler Andreia Gatto Foletto[4], Débora Cristina Antunes da Cruz[5], Mauricio Vicente Alves[2]

RESUMO: O trabalho teve por finalidade avaliar a comparação de fertilizante orgânico e mineral sobre componentes produtivos da aveia branca e os teores nutricionais do tecido foliar. O experimento foi conduzido em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições, sendo uma sem adubação-testemunha; 50%; 100%; 150% e 200% da dose recomendada de adubo orgânico; e um tratamento com fertilizante mineral. A semeadura foi em Sistema Plantio Direto e realizada logo após a aplicação do fertilizante orgânico. Foram avaliados o teor de massa seca, teor nutricional foliar e produtividade. O rendimento médio da matéria seca variou de 6.494,9 a 35.436,2 kg ha^{-1}. A maior média para a produtividade foi no tratamento de 100% do fertilizante orgânico com 2.935 kg ha^{-1}. Observando os nutrientes da folha da aveia somente o N e o Ca apresentaram diferenças significativas, sendo o maior teor de N no tratamento fertilizante mineral e o Ca na dose de 100% do composto orgânico. O fertilizante orgânico na dose recomendada é eficiente na produção de aveia.

PALAVRAS-CHAVE: produtividade, massa seca, fertilizante, tecido foliar.

INTRODUÇÃO

A adubação orgânica tem sido uma das alternativas mais utilizadas para substituir os fertilizantes químicos, com vantagem em relação a melhorias das condições físicas, químicas e biológicas do solo, devido à incorporação da matéria orgânica (Souza, 1998).

Os adubos orgânicos interessam principalmente pela matéria orgânica que se incorporam ao solo, onde apresenta considerável significado para o suprimento do nutriente para as culturas (Malavolta et al., 2002). Apesar dos compostos orgânicos conterem menores concentrações de nutrientes em relação aos fertilizantes minerais eles são constituídos por uma maior diversidade de elementos, que quando ausentes no solo limitam a produção vegetal (Primo et al., 2015).

O objetivo do trabalho foi avaliar a utilização de fertilizante orgânico e mineral sobre componentes produtivos da aveia branca e os teores nutricionais do tecido foliar.

[1]Mestranda em Mestranda em Ciências do Solo, UFSM, Av. Roraima nº 1000, Cidade Universitária, Bairro Camobi, CEP: 97105-900 696, Santa Maria, RS, jaque.spricigo@gmail.com.
[2]Professores do curso de Agronomia, Unoesc, Rua Dirceu Giordani, 696, Bairro Jardim Tarumã, Xaxerê, SC. cristiano.nesi@unoesc.edu.br, mauricio.alves@unoesc.edu.br.
[3]Graduanda de Agronomia, Unoesc, crispain05@gmail.com.
[4]Zootecnista, laboratorista de solo, Unoesc, josy_gatto@hotmail.com.
[5]Eng. Agronoma, Gerente da Nitrosolo, debora.ef@hotmail.com.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Campo Experimental da Universidade do Oeste de Santa Catarina - Campus de Xanxerê, no período de julho a outubro de 2018. O solo foi caracterizado como Latossolo Vermelho Distrófico, avaliado pela metodologia de Tedesco et al. (1995), contendo as características apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise de solo na implantação do experimento. Unoesc, Xanxerê-SC, 2017.

MOS[1]	pH	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	CTCef	CTCpH7	V[2]
%		----mg/dm³----		----------cmol$_c$/dm^{-3}----------						%
4,56	5,75	3,91	120,0	5,32	4,39	0,9	6,9	10,91	16,92	59,2

[1]Matéria orgânica do solo; [2]Saturação da CTCpH7 pelas bases.

O experimento foi delineado em blocos casualizados com seis tratamentos e quatro repetições em parcelas de 3 x 3m. Os tratamentos constituíram de doses de fertilizante orgânico (FO), sendo uma testemunha (sem fertilizante); 50% da dose recomendada (3,73 t ha^{-1} FO + 607 kg ha^{-1} de SFT; 156 kg ha^{-1} de KCl); 100% (7,45 t ha^{-1} FO + 570 kg ha^{-1} de SFT; 95 kg ha^{-1} de KCl); 150% (11,20 t ha^{-1} FO + 533 kg ha^{-1} de SFT; 34 kg ha^{-1} de KCl e 200% (14,9 t ha^{-1} FO + 496 kg ha^{-1} de SFT) e um tratamento com fertilizante mineral (640 kg ha^{-1} de SFT; 217 kg ha^{-1} de KCl; 267 kg ha^{-1} de Ureia). O fertilizante orgânico (compostagem de resíduos e abatedouro de aves mais cinza e serragem) é proveniente da empresa Nitro Solo Fertilizante Orgânico, suas características estão descritas na Tabela 2 e calculado em base no nitrogênio.

Tabela 2 - Caracterização química do fertilizante orgânico da empresa Nitro Solo utilizada no experimento. Unoesc, Xanxerê-SC, 2017.

Nitrogênio	Fósforo	Potássio	Cálcio	Magnésio	Unidade 65°C	pH em $CaCl_2$
----------%----------						
4,6	0,8	1,4	3,47	0,275	43,44	7,3

Fonte: Laboratório de Solos Unoesc Xanxerê.

A semeadura da aveia (cultivar URS Corona), ocorreu em junho de 2018, imediatamente após a aplicação do fertilizante orgânico. Quinze dias após a semeadura foi realizada a aplicação de N nas parcelas com o tratamento mineral. Os nutrientes P e K foram aplicados na semeadura, para complementar a dose recomendada.

A amostragem de plantas para massa seca foi realizada utilizando-se o quadro de amostragem de 0,25m² por parcela, avaliando-se florescimento pleno. Os cortes foram realizados rente ao solo e a plantas colocadas em sacos de papel. Após o material foi pesado e seco em estufa a 65ºC, para determinar a massa seca. Simultaneamente foi retirada a folha bandeira de 50 plantas por parcela para diagnose foliar, conforme Manual ... (2016), colocadas em sacos de papel, seca a 55°C, depois moídas e analisados os teores

de N, P, K, Ca e Mg seguindo a metodologia de Tedesco et al. (1995). A colheita da aveia foi realizada utilizando um quadro de amostragem de 0,25m² por parcela, a amostra foi seca até atingir umidade de 13% para determinação da produtividade.

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativo o efeito de tratamentos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na produção de massa seca o tratamento com adubação mineral apresentou maior rendimento em relação aos demais, exceto para a dose de 150% de composto orgânico (Tabela 3). O rendimento médio da matéria seca variou de 6.494,9 a 35.436,2 kg ha^{-1}, sendo a menor média no tratamento sem adubação, o qual não diferiu do tratamento 50%. Resultados similares foram encontrado por Melo et al. (2011), onde o tratamento com adubação orgânica proporcionou as maiores médias de acúmulo de massa seca e evidenciou que o N fornecido pela mineralização da matéria orgânica desse solo não foi suficiente para maximizar a produção de matéria seca.

A produtividade da aveia branca apresentou médias entre 1.483,8 e 2.935,5 kg ha^{-1}. As maiores médias correspondem aos tratamentos de 100% do fertilizante orgânico, e os das doses de 150% e 200%. Os tratamentos testemunha, dose 50% e o tratamento mineral não apresentaram diferença significativa, apontando os menores valores (Tabela 3).

Tabela 3 – Massa seca e produtividade da aveia branca cultivado em diferentes doses de fertilizantes orgânicos e fertilizante mineral. Unoesc, Xanxerê-SC, 2018.

Tratamentos	Massa seca Kg ha^{-1}	Produtividade (kg ha^{-1})
0%	6494,9c	1483,87 b
50%	15353,2bc	1580,00 b
100%	19445,7b	2935,50 a
150%	26074,7ab	2923,20 a
200%	23825,6b	2723,50 a
Mineral	35436,2ª	2719,15 b

Médias seguidas por letras iguais, na coluna e para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Para os nutrientes da folha da aveia o teor nitrogênio apresentou maiores quantidades nos tratamento mineral e nos tratamentos com doses 100%, 150% e 200% do composto orgânico. Segundo Melo et al. (2011) o maior conteúdo de N na matéria seca foi obtido no tratamento com adubação orgânica, afirmando que parte da dose de N aplicada na cultura do milho foi disponibilizada para a cultura da aveia.

Os elementos fósforo, potássio e magnésio não apresentaram diferença significativa entre os tratamentos. Em estudo de Santi et al., (2003) o potássio apresentou maior

acúmulo na massa seca, o que serviu de estratégia de redução de perdas por lixiviação na entressafra de culturas comerciais. O maior teor de cálcio foi encontrado nas doses de 100%, 150% e 200% de composto orgânico e do tratamento mineral. A testemunha apresentou a menor média, porém não diferiu das doses de 50, 150 e 200%.

Tabela 4- Teores nutricionais do tecido foliar da aveia branca cultivado em diferentes doses de fertilizantes orgânicos e fertilizante mineral. Unoesc, Xanxerê-SC, 2018.

Tratamentos	N	P	K	Ca	Mg
	----------g Kg^{-1}----------				
0%	24,71c	1,61	39,67	3,30c	3,00
50%	29,95bc	1,7	37,63	3,85bc	2,95
100%	34,31ab	2,02	37,62	5,51a	3,53
150%	37,12ab	2,18	38,6	4,59abc	3,44
200%	31,73abc	1,8	35,58	4,68abc	3,39
Mineral	37,59a	1,92	36,05	5,19ab	3,41

Médias seguidas por letras iguais, na coluna e para cada variável, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

CONCLUSÕES

Para o cultivo de aveia branca nestas condições de uso e manejo do solo, podemos usar como fonte alternativa de nutrientes o fertilizante orgânico da empresa NitroSolo, na dose recomentada pelo manual (100%), pois o mesmo tem efeito benéfico na produtividade e nos teores de nutricionais das folhas, confirmando a eficiência do mesmo.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Nitro Solo Fertilizante Orgânico pelo financiamento do projeto e a Unoesc pela disponibilidade da área para realizar o experimento.

REFERÊNCIAS

Comissão de Química e Fertilidade do Solo–CQFS RS/SC. Manual de calagem e adubação para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina. 11. ed. Porto Alegre,SBCS/NRS, 2016. 376 p.

Malavolta E, Gomes F P, Alcarde J C. Adubos e Adubações. São Paulo: Nobel, 2002. p.29-110.

Melo MD et al. Estado nutricional de plantas de milho adubadas com composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes, safra 2014. XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do solo. 2015.

Primo A. Alves, Melo M D, Vieira L V, Menezes A S, Pereira G De A CO, Souza H A de. Composto orgânico proveniente de resíduos da criação e abate de pequenos ruminantes na produtividade do milho e N inorgânico do solo. XXXV Congresso brasileiro de Ciência do Solo. 2015.

SANTI A, AMADO T J C, ACOSTA J A A. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 1075-1083, 2003.

Souza, J. L. de. Agricultura Orgânica – tecnologias para a produção de alimentos saudáveis. 1. ed. Vitoria: INCAPER, 1998. 179 p.

Tedesco MJ, et al. Análise de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 174p, 1995.

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO FOSFATADA E CORREÇÃO DA ACIDEZ NA PRODUTIVIDADE DA SOJA EM SOLO ARGILOSO

Carlos Eduardo Czarneski Reisdoerfer[1], Ricardo Beffart Aiolfi[2], Helis Marina Salomão[3], Adriano Suchoronczek[4], Ricardo Augusto Bonetti[1]

RESUMO: O fósforo é um dos elementos mais limitantes da produção, sendo um macro nutriente de extrema importância para o desenvolvimento das plantas, estando sua disponibilidade associada com a acidez do solo. O objetivo da pesquisa foi avaliar a produtividade da soja mediante adubação fosfatada com e sem correção da acidez do solo utilizando o produto comercial FORT Cálcio®. O experimento foi conduzido em delineamento blocos ao acaso com quatro repetições em esquema fatorial 2x2, em que o primeiro fator foi a utilização ou não da adubação fosfatada e o segundo fator a correção ou não da acidez do solo. Foram avaliados os componentes de rendimento da cultura da soja: número de vagem por planta (NV), grãos por vagem (NGV), massa de mil sementes (MMS) e produtividade. A adubação fosfatada elevou o NV e a produtividade, já para NGV não houve diferença. A MMS foi maior nos tratamentos com adubação fosfatada e com correção da acidez do solo. A adubação fosfatada é mais responsiva no aumento do rendimento da soja, quando comparada com a correção da acidez do solo. Incrementos na MMS ocorrem com a associação entre a adubação fosfatada e correção da acidez do solo.

PALAVRAS-CHAVE: fósforo, disponibilidade de nutrientes, pH do solo.

INTRODUÇÃO

O nutriente fósforo tem sua dinâmica bastante complexa, em solos argilosos há uma baixa mobilidade, já nas plantas a mobilidade é elevada. Das reações metabólicas o fósforo é responsável diretamente na transformação de energia, respiração, síntese de ácidos

[1] Acadêmicos do curso de agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR, e-mail: ricardo_bonetti42@hotmail.com.
[2] Prof. Dr. do Curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.
[3] Acadêmica do curso de Agronomia, UTFPR/PB, Via do Conhecimento - km 01, Pato Branco-PR.Prof.
[4] Prof. M.Sc. do Curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, R. Mato Grosso, 200, Baixada, Pato Branco-PR.

nucleicos, glicose, síntese de membranas, reação redox, ativação e desativação de enzimas, metabolismo de carboidratos e fixação de N, entre outras funções na planta (Fernandes, 2006).

Segundo Santos et al. (2008), o fósforo tem sua dinâmica bastante influenciada por fatores ambientais devido a ação dos microrganismos no solo, os quais imobilizam e liberam íons ortofosfatos (PO_4^{3-}). Esse nutriente constitui 0,12% da crosta terrestre e as maiores reservas são encontradas em sedimentos marinhos. Existe mais de 200 minerais de fósforo no solo, porém, apenas o grupo das apatitas pode ser absorvido pelas plantas e reciclado (Fernandes, 2006).

O teor total de fósforo no solo constitui de 0,2 e 5,0 g kg^{-1}, mas apenas uma pequena fração está em forma disponível às plantas. Esta pode ser encontrada na forma iônica, na solução do solo e adsorvidos na superfície dos minerais do solo e da matéria orgânica (Fernandes, 2006).

O pH do solo tem grande influência na disponibilidade do fósforo. A redução da acidez do solo devido reações do carbonato e óxidos que disponibilizam OH (Hidroxilas), tornam o ambiente mais básico ou menos ácido, causando a precipitação de alguns elementos como Ca, Fe e Al, reduzindo a adsorção do fósforo aos coloides do solo (Malavolta, 1980).

Em solos com pH entre 5 e 6 se encontra mais facilmente fósforo na forma de $H_2PO_4^-$ (Diidrogenofosfatado) sendo denominado como fósforo inorgânico (Pi), mais absorvido pela planta e prontamente disponível para exercer funções metabólicas. Os teores de fósforo de compostos orgânicos (Po) podem variar entre 0 até mais de 2 g kg^{-1} dependendo do tipo de solo. O fósforo orgânico pode apresentar de 20 a 80% do P total do solo (Fernandes, 2006).

Objetivo desse trabalho foi avaliar a produtividade da soja mediante adubação fosfatada com e sem correção da acidez do solo utilizando o produto comercial FORT Cálcio®.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Clevelândia/PR (08º51’06,35”S 35º31’37,11”O), com altitude de 840 m, clima classificado como Cfb, com precipitação média anual de 2.037 mm (IAPAR, 2012). O solo predominante da região é Latossolo Bruno Distrófico típico (Santos et al., 2018).

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos ao acaso com quatro repetições, com tratamentos dispostos em esquema fatorial 2*x*2, sendo o primeiro fator a utilização de adubação fosfata ou não e o segundo fator a correção da acidez do solo ou não.

Sendo assim, os tratamentos foram os seguintes: i) com correção de acidez e com adubação fosfatada; ii) com correção de acidez e sem adubação fosfatada; iii) sem correção de acidez e com adubação fosfatada e iv) sem correção de acidez e sem adubação fosfatada. As unidades experimentais possuíam 40 m^2.

A semeadura foi realizada em uma área onde anteriormente havia o cultivo de aveia preta para cobertura do solo (7 t de matéria seca ha^{-1}), utilizando a cultivar de soja 1511 BAYER®, com 20 sementes por metro linear, sendo a adubação dos tratamentos com adubação fosfatada realizada na base com o formulado NPK 04-30-10 (670 kg ha^{-1}).

Após a semeadura da soja foi aplicado o corretivo de acidez do solo (FORT Cálcio®), produto esse que possui PRNT de 90% com alta concentração de cálcio (acima de 50%), sendo aplicado 1.770 kg ha^{-1}, recomendados com base na análise de solo da área.

As avaliações foram realizadas no momento da colheita da soja, sendo aferidos o número de vagem por planta (NV), número de grão por vagens (NGV), massa de mil sementes (MMS) e produtividade (kg ha^{-1}). Os dados obtidos foram submetidos a ANOVA e comparação de médias pelo teste de Tukey ($P<0.05$), através do software estatístico SAS Studio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve diferença significativa ($P<0.05$) para número de vagens por planta (NV), massa de mil sementes (MMS) e produtividade (kg ha^{-1}) (Tabela 1). A adubação fosfatada influenciou positivamente no NV e na produtividade (kg ha^{-1}), independentemente da correção do solo com FortCálcio® (Tabela 1). A adubação fosfatada contribuiu para melhorar o desenvolvimento da parte área e do sistema radicular, sendo que sua deficiência provoca diminuição do crescimento e no potencial de rendimento nos estágios reprodutivos principalmente no florescimento, causando maior abortamento das flores e menor retenção de vagens resultando em decréscimo de rendimento (Marin, 2012).

O NGV não apresentou diferença estatística entre os tratamentos, já para MMS foram obtidos melhores valores no tratamento com utilização de adubação fosfatada e com correção de acidez com FORT Cálcio®, seguido do tratamento apenas com adubação fosfatada. Os menores valores de MMS foram observados nos tratamentos sem a utilização de adubação fosfatada, independente da correção da acidez do solo (Tabela 1).

Tabela 1. Influência da adubação fosfatada e da correção da acidez do solo nos componentes de rendimento da cultura da soja. Clevelândia/PR, 2019.

Tratamentos	NV[1]	NGV[2]	MMS[3] (g)	Produtividade (kg ha^{-1})
SP – CFC	24,2 b*	2,3^{ns}	158,9 c	3453 b
CP – CFC	37,1 a	2,4^{ns}	187,7 a	6586 a
SP – SFC	23,1 b	2,2^{ns}	163,7 c	3353,5 b
CP – SFC	32,5 a	2,4^{ns}	173 b	5636,5 a

*Médias seguidas por diferentes letras na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05). Tratamentos: SP – CFC: Sem adubação fosfatada e com aplicação de FortCálcio; CP – CFC: Com adubação fosfatada e com aplicação de FortCálcio; SP – SFC: Sem adubação fosfatada e sem aplicação de FortCálcio; CP – SFC: Com adubação fosfatada e sem aplicação de FortCálcio. ^{ns}: não significativo; [1]NV: número de vagens por planta; [2]NGV: número de grãos por vagem; [3]MMS: massa de mil grãos.

Embora a soja possua uma elevada plasticidade fenotípica, justificando bons resultados mesmo sem a correção de acidez do solo, quando se associou a adubação fosfatada com a correção do solo foram obtidos os melhores resultados na MMS, demonstrando um efeito de sinergismo, de interação positiva entre adubação fosfatada e correção da acidez do solo, proporcionando ganhos adicionais.

Segundo Marin et al. (2015), doses ajustadas de adubação fosfatada aumentam a concentração de fósforo nos grãos e contribuem para o aumento da produtividade e disponibilidade de outros nutrientes como zinco e ferro.

CONCLUSÕES

A adubação fosfatada na cultura da soja é mais responsiva no aumento do rendimento da cultura, quando comparada com a correção da acidez do solo.

Incrementos na massa de mil sementes ocorrem com a associação de adubação fosfatada com correção da acidez solo.

REFERÊNCIAS

Fernandes MS. Ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, Soc. Bras. Cienc. Solo, 2006. 253-280.

Iapar. Medias históricas de precipitação dos estados. 2012. Disponível em: http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira AS. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319p.

Marin FSR, Bahry AC, Nardino M, Zimmer PD. Efeito da adubação fosfatada na produção de sementes de soja. Rev. Ceres. 2015; 62:265-274. http://dx.doi.org/10.1590/0034-737X201562030006

Marin, FSR. Fosforo na qualidade de sementes de soja e consequente desempenho na produção de grãos. [Dissertação Mestrado]. Pelotas: Universidade Federal de Pelotas; 2012.

Santos DR, Gatiboni LC, Kaminsk J. Fatores que afetam a disponibilidade de fósforo e o manejo da adubação fosfatada em solos sob plantio direto. Ciênc. Rural, 2008, 38:576-586.

Santos, H.G. et al. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5ed. Embrapa Solos; 2018.

EFEITO DA UTILIZAÇÃO DE DIFERENTES MICRORGANISMOS PROMOTORES DO CRESCIMENTO DE PLANTAS NA CULTURA DO FEIJÃO

Venicios Vieira Gabre[1], Wilson Story Venancio[2], Breno Augusto Moraes[1], Fernanda de Goes Furmam[1], Carolina Weigert Galvão[1], Daniel Ruiz Potma Gonçalves[1], Rafael Mazer Etto[1].

RESUMO: O feijão comum apresenta grande importância econômica e sociocultural no Brasil, pois é caracterizado como alimento básico da população. Por ser uma leguminosa, esta cultura pode se associar com alguns microrganismos, os quais são capazes de promover o crescimento da planta através de diversos mecanismos, incluindo a fixação biológica de nitrogênio (FBN). Em consequência, é possível melhorar a produtividade do feijão, com baixo custo e de forma sustentável. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a inoculação com microrganismos promotores do crescimento de plantas (MPCP) nos componentes de rendimento do feijão, produzido em casa de vegetação e em condições de campo. Os tratamentos consistiram na testemunha e na inoculação, de forma isolada e em associação com os seguintes MPCP: *Rhizobium tropici, Bacillus subtilis, Trichoderma asperellum* e *Burkholderia* sp. 10N6. A avaliação dos resultados foi feita pela análise de massa seca de parte aérea, massa seca de raiz, contagem de nódulos e componentes de rendimento. Os resultados evidenciaram os benefícios da inoculação com *R. tropici* e *B. subtilis* e as co-inoculações com *R. tropici* + *T. asperellum*, *R. tropici* + *Burkholderia* sp. 10N6 e *R. tropici* + *B.subtilis* + *T. asperellum*.

PALAVRAS-CHAVE: inoculação, bactérias, fungos.

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) representa uma das principais culturas produzidas no Brasil e no mundo e a sua importância está relacionada à segurança alimentar e ao aspecto econômico e cultural de diversos países (Barbosa e Gonzaga, 2012).

A cultura do feijão é conhecida pela sua capacidade em obter parte do nitrogênio necessário ao seu crescimento por meio da associação simbiótica com bactérias do gênero *Rhizobium* sp. (Embrapa, 2012), porém, ainda há espaço para melhorar a contribuição da fixação biológica de nitrogênio para esta cultura.

Além do gênero *Rhizobium* outros microrganismos foram relatados devido à capacidade em aumentar o crescimento e o rendimento de várias culturas agrícolas, incluindo: *Bacillus*

[1]Laboratório de Biologia Molecular Microbiana - LABMOM, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil. e-mail: fernanda.furmam@hotmail.com.
[2]Pesquisador, Estação Experimental Agrícola Campos Gerais - EEACG, Palmeira, Brasil.

(Lopes et al., 2018), *Burkholderia* sp. (Luvizotto et al., 2010) e *Trichoderma* sp. (Harman et al., 2012). Portanto, este trabalho apresenta como objetivo avaliar a inoculação de *Rhizobium tropici*, *Bacillus subtilis*, *Burkholderia* sp. 10N6 e *Trichoderma asperellum*, de forma individual e em associação, nos componentes de rendimento da cultura do feijão, produzido em casa de vegetação e em condições de campos, como uma nova alternativa de inoculação.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido pelo Laboratório de Biologia Molecular Microbiana (LABMOM) da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG) em parceria com a Estação Experimental Agrícola Campos Gerais (EEACG).

Tabela 1 - Descrição dos tratamentos e as doses utilizadas no tratamento em sulco da cultura do feijão.

		Tratamentos
1	T	Testemunha
2	N	Nitrogênio em cobertura (150 kg/ha)
3	Rt	*R. tropici*
4	Rt+Bs	*R. tropici* + *B. subtilis*
5	Rt+Ta	*R. tropici* + *T. asperellum*
6	Rt+B	*R. tropici* + *Burkholderia* sp. 10N6
7	Bs	*B. subtilis*
8	Ta	*T. asperellum*
9	B	*Burkholderia sp.* 10N6
10	Rt+Bs+Ta	*R. tropici* + *B.subtilis* + *T. asperellum*

Os inoculantes foram aplicados nas seguintes dosagens: *R. tropici* (10^9 UFC/mL), *B. subtilis* (10^9 UFC/mL), *T. asperellum* (10^9 UFC/g ativo) e *Burkholderia* sp. 10N6 (10^9 UFC/mL).

Em casa de vegetação, o feijão foi cultivado em vasos com capacidade de 8 L de volume. O experimento foi conduzido sob delineamento inteiramente casualizado, com dez tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). A inoculação foi realizada no substrato, próximo às sementes.

O experimento a campo foi conduzido na EEACG, situada no município de Palmeira - PR, sob delineamento experimental de blocos ao acaso, com dez tratamentos e quatro repetições (Tabela 1). A semeadura foi realizada de forma mecânica e a aplicação do inoculante líquido foi realizada via sulco de plantio.

Em ambos os experimentos, os parâmetros de massa seca de parte aérea, massa seca de raiz, número de nódulos e componentes de rendimento da cultura foram avaliados. As relações entre as variáveis e os tratamentos estudados foram verificadas através da análise de componentes principais, utilizando o software R (R Core team, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em casa de vegetação (Figura 1a), o tratamento 2 (nitrogênio em cobertura) foi o que mais se destacou quanto a produtividade de grãos em vasos, estando essa variável correlacionada positivamente com MSPA, MSR, PMG e GVAGEM. De modo geral, Pereira et al. (2015) encontraram produtividades maiores utilizando fertilização mineral quando comparada à inoculação com *R. tropici* na cultura do feijão em condições de campo. Segundo Silveira e Ferreira (2016), os resultados para a cultura do feijão indicam que a substituição total da adubação nitrogenada pela FBN ainda é um objetivo distante quando comparado aos resultados obtidos na cultura da soja.

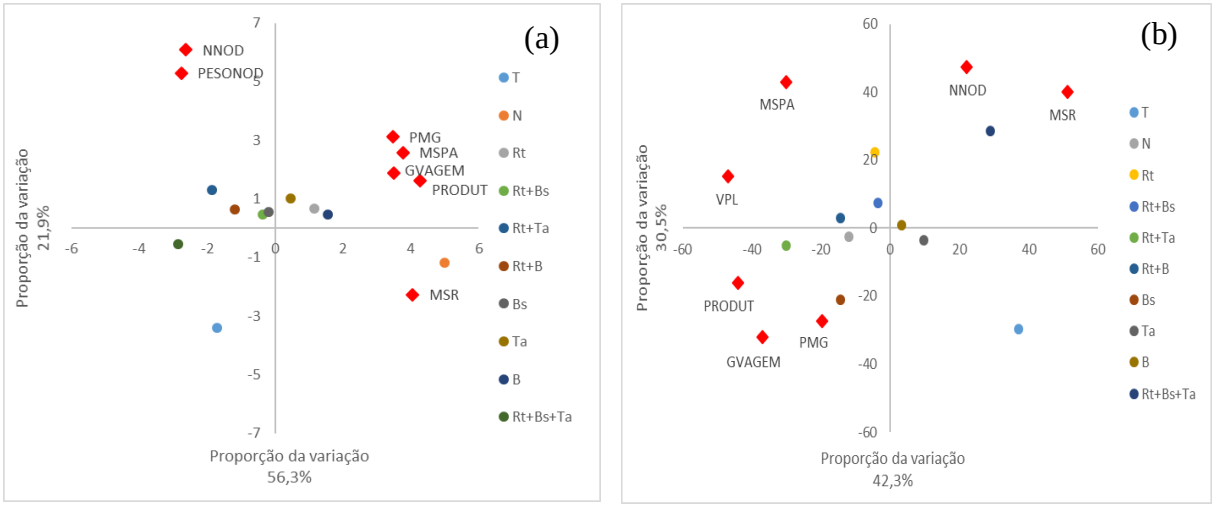


Figura 1 – Análise de componentes principais (PCA) gerada a partir dos dados de massa seca de parte aérea (MSPA), massa seca de raiz (MSR), peso de mil grãos (PMG), produtividade (PRODUT), número de vagens por planta (VPL), número de grãos por vagem (GVAGEM), número de nódulos (NNOD) e peso dos nódulos (PESONOD) sob a condição de casa de vegetação (a) e em condições de campo (b), no estádio R6 da cultura do feijão.

De acordo com a Figura 1b, os tratamentos 3 (*R. tropici*) e 10 (*R. tropici* + *B. subtilis* + *T. asperellum*) apresentaram os maiores valores de MSR, MSPA e NNOD em condição de campo, demonstrando a existência de uma correlação positiva entre essas variáveis. Os tratamentos 2 (nitrogênio em cobertura), 5 (*R. tropici* + *T. asperellum*), 6 (*R. tropici* + *Burkholderia* sp. 10N6) e 7 (*B. subtilis*) foram responsáveis pelos melhores resultados quanto a produtividade do feijão em campo, a qual está correlacionada também de forma positiva ao PMG e GVAGEM. Jesus et al. (2018) demonstraram que a co-inoculação aumentou o acúmulo de biomassa na parte aérea, raízes, nódulos e também no número de nódulos na cultura do feijão, cultivado em casa de vegetação. A presença do *Trichoderma* sp. no tratamento 10 e 5 pode ter promovido um maior crescimento das plantas através da produção de fitohormônios, maior eficiência no uso e na absorção de nutrientes e também devido ao controle de microrganismos prejudiciais à planta (Harman et al., 2012). A presença do gênero bacteriano

[1]Laboratório de Biologia Molecular Microbiana - LABMOM, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil. e-mail: fernanda.furmam@hotmail.com.
[2]Pesquisador, Estação Experimental Agrícola Campos Gerais - EEACG, Palmeira, Brasil.

Burkholderia sp. no tratamento 6 pode ter inibido o crescimento de agentes patogênicos e incrementado a solubilização de fosfato e a produção de ácido indol acético (AIA) (Luvizotto et al., 2010).

Apesar dos MPCP testados terem se comportado de maneira distinta nos experimentos a campo e casa de vegetação, esses demonstraram potencial em promover o crescimento do feijão, reduzir a demanda de nitrogênio da cultura e contribuir com o meio ambiente.

CONCLUSÕES

Em casa de vegetação, a adubação nitrogenada favoreceu todos os componentes de rendimento do feijão. A campo, houve destaque com a inoculação isolada de *R. tropici* e *B. subtilis* e as co-inoculações com *R. tropici* + *T. asperellum*, *R. tropici* + *Burkholderia* sp. 10N6 e *R. tropici* + *B.subtilis* + *T. asperellum*, os quais apresentam um potencial promissor para o desenvolvimento do feijoeiro, colaborando para uma agricultura mais sustentável e com menor impacto ambiental.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, CAPES e Fundação Araucária pelo apoio financeiro. Ao LABMOM e a EEACG pelo apoio científico. A Comercial AG pela disponibilidade dos insumos agrícolas.

REFERÊNCIAS

Barbosa FR, Gonzaga ACO. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; 2012. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/926285/informacoes-tecnicas-para-o-cultivo-do-feijoeiro-comum-na-regiao-central-brasileira-2012-2014.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Inoculação com rizóbio na cultura do feijoeiro; 2012. Disponível em: https://www.embrapa.br/documents/1355054/1527012/4e+-+Inocula%C3%A7%C3%A3o+com+riz%C3%B3bio+na+cultura+do+feijoeiro.pdf/4bd47659-c9d5-4e46b4c9-5b5b8e314eb3.

Harman GE, Herrera-Estrella AH, Horwitz BA, Lorito M. Special issue: *Trichoderma* – from basic biology to biotechnology Microbiology. Microbiology+. 2012; 158:1-2. https://doi.org/10.1099/mic.0.056424-0

Jesus EC, Leite RA, Bastos RA, Aragão OOS, Araújo AP. Co-inoculation of *Bradyrhizobium* stimulates the symbiosis efficiency of *Rhizobium* with common bean. Plant Soil. 2018; 425:201-215. https://doi.org/10.1007/s11104-017-3541-1

Lopes R, Tsui S, Gonçalves PJRO, Queiroz MV. A look into a multifunctional toolbox: endophytic *Bacillus* species provide broad and underexploited benefits for plants. World J Microb Biot. 2018; 34:94. https://doi.org/10.1007/s11274-018-2479-7

Luvizotto DM, Marcon J, Andreote FD, Dini-Andreote F, Neves AAC, Araújo WL, Pizzirani-Kleiner AA. Genetic diversity and plant-growth related features of *Burkholderia* spp. From sugarcane roots. World J Microb Biot. 2010; 26:1829-1836. https://doi.org/10.1007/s11274-010-0364-0

Pereira HS, Melo LC, Faria LC, Ferreira EPB, Mercante FM, Wendland A, Souza TLPO. Common bean elite lines cultivated under nitrogen fertilization and inoculation with *Rhizobium tropici*. Ciência Rural. 2015; 45:2128-2173. http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20141135

R Core Team. R: a Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria; 2019. Disponível em: https://www.r-project.org .

Silveira PM, Ferreira EPB. Índice de suficiência de nitrogênio determinado pelo clorofilômetro em feijão inoculado com rizóbio e sob adubação nitrogenada. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão; 2016. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1049135/indice-de-suficiencia-de-nitrogenio-determinado-pelo-clorofilometro-em-feijao-inoculado-com-rizobio-e-sob-adubacao-nitrogenada.

FORMAS DE FÓSFORO EM UMA TOPOSSEQUÊNCIA DE SOLOS

José Victor Freitas dos Santos[1], José Francirlei de Oliveira[2], Luciano Hideo Ponciano de Oliveira[2], Maria de Fátima Guimaraes[1], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[2]

RESUMO: O conhecimento da variabilidade espacial de formas de fósforo na topossequência pode auxiliar no aumento da eficiência de uso desse nutriente na agricultura. O objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição das formas de fósforo ao longo de uma topossequência em solos oriundos do basalto. O trabalho foi conduzido em uma microbacia no município de Cambé - PR, A região foi caracterizada por apresentar Latossolo Vermelho eutrófico na parte superior e Nitossolo Vermelho eutrófico. Para a determinação dos teores de fósforo total, fósforo remanescente e fósforo disponível foram coletadas amostras em 134 pontos ao longo da topossequência em malha regular. Após as coletas, foi realizada a segmentação do terreno em ombro, meia encosta superior, meia encosta inferior e sopé. Os maiores valores de fósforo disponível foram encontrados no ombro, fósforo remanescente no ombro e nas regiões da meia encosta, enquanto os maiores valores de fósforo total foram encontrados na região do sopé. Dessa forma, observa-se que a região de ombro atuou como uma área de depósito que reduz a adsorção e aumenta o teor de P disponível, enquanto que os maiores valores de fósforo total no sopé, remetem ao acúmulo de argila e matéria orgânica nessa região da topossequência, sobretudo em função dos processos erosivos.

PALAVRAS-CHAVE: fósforo total, fósforo disponível; fósforo remanescente.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) é um elemento essencial ao desenvolvimento das plantas e pode ser encontrado sob formas de baixa disponibilidade em solos altamente intemperizados (FINK et al., 2014),

A variação topográfica interfere no regime hídrico, nos processos erosivos e, consequentemente, na distribuição das formas de P na topossequência, dessa forma, o conhecimento do padrão espacial de distribuição de diferentes formas de P em uma topossequência pode auxiliar no aumento da eficiência de uso desse nutriente em áreas

[1] Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, Campus Universitário, CEP 86055-900, Londrina, PR, Brasil. victorfreitas43@gmail.com, mfatima@uel.br.
[2]Instituto Agronômico do Paraná, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 375, CEP 86047-902, Londrina, PR P, jfoliveira79@gmail.com, hideoluciano@gmail.com, graziela_barbosa@iapar.br.

agrícolas. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a distribuição das formas de P ao longo de uma topossequência em solos oriundos do basalto em área de lavoura comercial de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na bacia hidrográfica do Ribeirão Vermelho (-51º 14' 17,817'', -23º 09' 58,403''), localizada no município de Cambé - Paraná, Brasil. A área encontra-se no Terceiro Planalto do Paraná, apresenta solos classificados como Latossolo Vermelho Eutrófico e Nitossolo Vermelho Eutrófico, altamente intemperizados, oriundos de basalto, com 760 g kg^{-1} de argila, declividade média de 0,09 m m^{-1} e altitude entre 503 m e 536 m. O clima é classificado como subtropical úmido – Cfa (Köeppen), com temperatura anual média de 20,4°C e precipitação de 1466 mm (IAPAR, 2018). O uso atual da área é agricultura de grãos, com manejo de semeadura direta há mais de 10 anos, seguido de escarificação e grade leve a cada três anos.

A amostragem do solo foi realizada em agosto de 2017, após o cultivo da aveia (Avena sativa L.), na camada 0,00-0,05 m, em malha regular de 28 × 28 m, totalizando 134 pontos amostrais. Após a coleta das amostras foi realizada a segmentação do terreno por meio da análise do eixo central da vertente, desde o divisor de águas até o final, com extensão média de 500 m. Contendo 35 amostras no segmento ombro (segmento 1), 32 na meia encosta superior (segmento 2), 41 na meia encosta inferior (segmento 3) e 26 no sopé (segmento 4). Os teores de fósforo disponível (Pdisp) foram determinados com a solução extratora Mehlich-1 (PAVAN et al., 1992). O fósforo total (Ptotal) foi determinado pelo método adaptado de EMBRAPA (2009). A determinação do fósforo remanescente (Prem) foi realizada por meio da metodologia proposta por Alvarez et al. (2000).

Os testes de comparação de média foram realizados no software RStudio (2016). Para os dados paramétricos foi realizado a anova, seguida do teste de Tukey e para os não paramétricos o teste de Kruskal-Wallis, seguido do teste de Bonferroni.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os maiores valores de Pdisp foram encontrados no segmento 1 e o menor valor no segmento 4. Para o Prem, os maiores valores foram encontrados nos segmentos 1 e 3, e o menor valor no segmento 4, enquanto no Ptotal, o maior valor foi encontrado nos segmentos 3 e 4 e, os menores, nos segmentos 1 e 2 (Tabela 1).

Tabela 1. Comparações de médias dos teores de fósforo disponível (Pdisp), fósforo remanescente (Prem), fósforo total (Ptotal) nos segmentos da vertente (SEG) para a camada 0,00 – 0,05 m.

Segmento	Pdisp[1]	Prem[2]	Ptotal[1]
		mg kg^{-1}	
1	22,13a	17,79a	771,18b
2	21,03ab	17,34ab	784,17b
3	17,42bc	18,01a	847,93a
4	13,87c	16,12b	826,23ab

Médias seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey[1] e medianas seguidas de letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Boferroni[2] ($p \leq 0,05$). Seguimento 1: Ombro; 2: Meia encosta superior; 3: Meia encosta inferior; 4: Sopé.

Os maiores valores de Ptotal são encontrados nos segmentos localizados na parte mais baixa do terreno (segmentos 3 e 4), o que pode ser explicado pela deposição de P pelos processos erosivos, uma vez que as perdas ocorrem principalmente pelas formas adsorvidas aos coloides do solo (SCHLESINGER, 1997).

Sousa et al. (2012), observaram maiores valores para taxa de erosão entressulcos na região de meia encosta e sopé quando analisada a ausência de cobertura, indicando o efeito da localização do terreno sobre a taxa de erosão. Os menores valores de Pdisp encontrados na meia encosta inferior e sopé, onde apresenta as maiores declividades e consequentemente os maiores valores de fluxo acumulado de água, indicam que a perda de Pdisp ocorre pelo transporte na água. Nesse contexto, observa-se também que os maiores valores dessa forma de P na região do ombro, sugere que essa região da topossequência atuou como uma área de depósito de P e, possivelmente, de matéria orgânica, reduzindo a capacidade de adsorção e aumentando a disponibilidade de P.

Para os valores de Prem, a ocorrência dos menores valores no segmento 4, pode ser explicada pelo fato do Nitossolo apresentar maior valor de capacidade máxima de adsorção de P (CMAP) que o Latossolo Vermelho, localizado nos segmentos 1 e 2 (RICHART et al., 2006). Esse maior valor de CMAP para o Nitossolo contribui também para a explicação dos maiores valores de Ptotal e menores valores de Pdisp nas partes mais baixas do terreno, onde são encontrados os Nitossolos, visto que o solo, além de apresentar maior capacidade de adsorção, conta com o depósito de sedimentos com fósforo adsorvido no final da vertente.

CONCLUSÕES

[1] Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Rodovia Celso Garcia Cid, PR 445 Km 380, Campus Universitário, CEP 86055-900, Londrina, PR, Brasil. victorfreitas43@gmail.com, mfatima@uel.br.
[2]Instituto Agronômico do Paraná, Rodovia Celso Garcia Cid, Km 375, CEP 86047-902, Londrina, PR P, jfoliveira79@gmail.com, hideoluciano@gmail.com, graziela_barbosa@iapar.br.

Os teores das formas de fósforo variam de acordo com a localização na topossequência, sendo encontrado na parte superior as formas de fósforo disponível e remanescente, enquanto na região do sopé estão localizados os maiores valores de fósforo total

AGRADECIMENTOS

A FAPEAGRO pela concessão da bolsa.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ, V. V. H. et al. Determinação e uso do fósforo remanescente. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.25, p.27-33, 2000.

FINK, J. R. et al. Mineralogy and phosphorus adsorption in soils of south and central-west Brazil under conventional and no-tillage systems. Acta Scientiarum. Agronomy, Maringá, v. 36, n. 3, p. 379-387, 2014.

IAPAR. Médias históricas em estações do IAPAR. Londrina: IAPAR. Disponível em <http://www.iapar.br/>. Acesso em: 15 junho, 2018.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009. 627p.

PAVAN, M.A. et al. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. Londrina: IAPAR, 1992. 40p. (IAPAR. Circular técnica, 76).

RICHART, A. et al. Capacidade máxima de adsorção de fósforo para quatro solos do Estado do Paraná. In: Embrapa Amapá-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 27.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 11.; SIMPÓSIO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 9.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 6., 2006, Bonito, MS. A busca das raízes: anais. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 1 CD-ROM. (Embrapa Agropecuária Oeste. Documentos, 82). FERTBIO 2006.

RSTUDIO Team. RStudio: Integrated Development for R. RStudio. Boston: Inc., 2016.

SCHLESINGER, W. H. Biogeochemistry: an analysis of global change. 2.ed. Durham: Academic Press, 1997.

SOUSA, G. B; MARTINS FILHO, M. V; MATIAS, S. S. R. Soil, organic matter and nutrients losses by water erosion in a slope with sugarcane straw, in Guariba, State of São Paulo. Engenharia Agrícola, Jaboticabal, n. 32, p. 490–500, 2012.

MODELAGEM DE DADOS DE RPA E GNSS PARA DIAGNÓSTICO DE PROCESSOS EROSIVOS EM SOLOS AGRÍCOLAS

Joel Zubek da Rosa[1], Selma Regina Aranha Ribeiro[2]

[1]Universidade Estadual de Ponta Grossa, CPF: 005037969-05, joel14zubek@gmail.com
[2]Universidade Estadual de Ponta Grossa, CPF: 004439499-30, selmar.aranha@gmail.com

RESUMO: Este estudo teve como objetivo diagnosticar processos erosivos em uma área de produção agrícola localizada na Fazenda Escola Capão da Onça – FESCON – UEPG, mediante análise de dados obtidos por Sistema de Navegação Global por Satélite (Global Navigation Satellite System - GNSS) e Aeronaves Remotamente Pilotadas (Remotely Piloted Aircraft – RPA). Foram avaliados os modelos gerados com dados obtidos por meio de equipamento de RPA de asa fixa com e sem pontos de controle. A utilização de Sistema de Informação Geográfica - SIG proporcionou integrar todos os dados em um único ambiente computacional; gerar modelos por meio de interpolação; analisar a precisão dos modelos; implementar as equações para o cálculo dos fatores de erodibilidade e topográfico e também a Equação Universal de Perda de Solo Revisada (Revised Universal Soil Loss Equation – RUSLE); além das representações das informações. O resultado obtido com o modelo gerado mediante o cálculo da RUSLE apresentou a estimativa que mais de 70 % da área de estudo está com baixa suscetibilidade à erosão ou ligeira perda de solo. O restante da área de estudo apresentou perda de solos acima de 10 tonelada/ha.ano, indicando média e alta suscetibilidade à erosão

PALAVRAS-CHAVE: RPA asa fixa, GNSS Geodésico, modelo de estimativa de perda de solo.

INTRODUÇÃO

Nos últimos anos com o advento das plataformas RPA, os modelos de processos erosivos vem sendo amplamente beneficiados, sobretudo pela elevada resolução espacial dos modelos gerados (FARIA, et al., 2017).

Estudos de processos erosivos com dados de alta resolução espacial obtidos por aerofotogrametria utilizando RPA vem sendo realizados em diferentes locais. No estudo

realizado por D'Oleire-Oltmanns et al., (2012) a aplicação de sensoriamento remoto usando RPA foi utilizada para o monitoramento da erosão do solo em Taroudant no Marrocos. Stöcker, Eltner, Karrasch (2015) realizaram a combinação de dados de RPA e lazer terrestres para a geração de modelos para representações de voçorocas em Andaluzia na Espanha. Glendell et al., (2017) Utilizaram modelos gerados com dados de RPA para estimar a extensão da erosão do solo de terras altas, na Inglaterra e País de Gales, definindo os diferentes tipos de erosão e suas características em diferentes tipos de solo.

Segundo a PCI Geomatics (2010), a qualidade dos modelos gerados por meio de dados de RPA depende diretamente da quantidade e distribuição dos pontos de controle. De acordo com Costa e Silva (2012) o emprego de alvos présinalizados envolve custos adicionais significativos em termos de planejamento, implantação e medições, para um projeto de mapeamento por fotogrametria, mas pode ser a garantia da precisão exigida quando forem usados sistemas alternativos com câmeras digitais não métricas.

Os pontos de apoio de solo pré-sinalizados, são recomendados para a melhoria da qualidade dos MNT, no entanto, o georreferenciamento dos modelos pode ser feito apenas com as coordenadas fornecidas diretamente pelo sistema de navegação das RPA. Neste caso, os modelos resultantes possuem baixa exatidão posicional (VITTI, 2017).

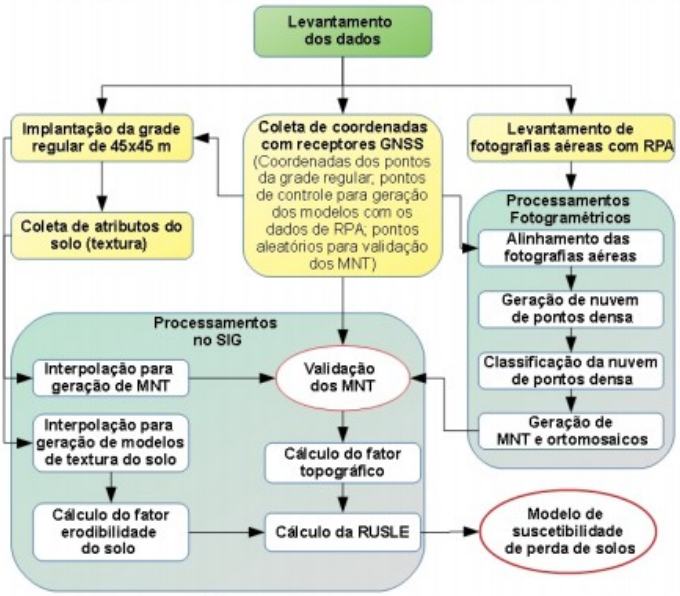
Diante do contexto apresentado o presente estudo tem como objetivo diagnosticar processos erosivos em área agrícola localizada na Fazenda Escola Capão da Onça – FESCON - UEPG, mediante modelos numéricos do terreno gerados com dados obtidos por RPA e GNSS.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo selecionada para o levantamento de dados deste trabalho é uma gleba de aproximadamente 26 hectares, localizada na Fazenda Escola Capão da Onça – FESCON – UEPG no município de Ponta Grossa – PR.

As etapas de levantamentos de dados e processamentos para a execução deste trabalho estão representadas sequencialmente no diagrama apresentado na Figura 1.

Figura 2: Diagrama com sequência das etapas para a realização do trabalho



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram gerados dois modelos com o equipamento RPA de asa fixa, um sem pontos de controle e o outro com 6 pontos de controle. Para avaliar a qualidade em relação à precisão das altitudes geradas pelos cindo modelos deste trabalho foram utilizadas as altitudes coletadas com receptores GNSS dos 140 pontos da grade regular como verdade de campo.

A análise esteatítica apontou desvio padrão de 2,58 metros para o modelo sem pontos de controle, enquanto que o modelo com pontos de controle apresentou 1,76 metro. A variância apresentou 6,70 metros para o modelo sem pontos de controle e 3,13 para o modelo com pontos de controle. O RMSE teve pouca diferença, o modelo sem pontos de controle apresentou 3,15 metros e o modelo com pontos de controle ficou com 3,10 metros.

O resultado da estimativa de perdas de solo anual apontou que apenas 1,31% da área de estudo apresenta perda de solos acima 50 t.ha1.ano-1 e, segundo FAO (1980), estas áreas se enquadram na classe de alto grau de susceptibilidade à erosão. Com grau médio de susceptibilidade à erosão, 27,32% da área de estudo encontra-se no intervalo entre10 e 50 t.ha-1.ano-1 de perdas de solo. As perdas de solo estimadas para 27,24% da área de estudo apresentaram valor menor que 1 t.ha-1.ano-1, e 44,13% apresentaram perdas de solo entre 1 e 10 t.ha-1.ano-1 podendo ser classificada, segundo FAO (1980), como de baixa susceptibilidade à erosão ou ligeira perda de solo.

CONCLUSÕES

A utilização de pontos de controle para a geração dos modelos melhorou consideravelmente a precisão vertical, principalmente para os modelos gerados com os dados obtidos com RPA multirotor, o que demonstra a necessidade da coleta de coordenadas com receptores de sinal GNSS de precisão para geração de modelos com dados de RPA para representações mais próximas a realidade.

Em relação à aplicabilidade de dados obtidos com receptores GNSS e RPA, a utilização das técnicas de fotogrametria e processamentos modelagem em ambiente SIG, concluiu-se que a integração destas tecnologias são importantes para auxiliar no processo de organização e gestão das áreas de produção agrícola mediante as condições dos fatores compõem a paisagem.

REFERÊNCIAS

COSTA, G. C.; SILVA, D. C. Pré-sinalização de pontos de apoio em aerofotogrametria com câmeras de pequeno formato. IV Simpósio Brasileiro de Ciências Geodésicas e Tecnologia da Geoinformação. Recife – PE, 2012

D'OLEIRE-OLTMANNS, S. et al. Unmanned aerial vehicle (UAV) for monitoring soil erosion in Morocco. Remote Sensing, [S.l.], v. 4, n. 11, p. 3390–3416, Nov. 2012.

FARIA, K. M. S.; SOARES NETO, G. B.; COSTA, J. V. S.; FERREIRA, M. E. Dinâmica erosiva de processos tropicais: três décadas da erosão chitolina. XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada. Instituto de Geociências – Unicamp, 2017.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nations. La erosión del suelo por el agua: Algunas medidas para combatirla en las tierras de cultivo. Cuadernos de fomento agropecuário de la Organización de Las Naciones Unidas, Roma, n.81, 1980

GLENDELL, M. et al. Testing the utility of structure-from-motion photogrammetry reconstructions using small unmanned aerial vehicles and ground photography to estimate the extent of upland soil erosion. Earth Surface Processes and Landforms, v. 42, n. 12, p. 1860–1871, 2017.

STÖCKER, C.; ELTNER, A.; KARRASCH, P. Measuring gullies by synergetic application of UAV and close range photogrammetry: a case study from Andalusia, Spain. Catena, v. 132, p. 1–11, 2015.

PCI Geomatics Inc. Geomatica Software Solutions. OrthoEngine: User guide. Canada, 2010.

VITTI, D. M. C. Exatidão Posicional de produtos cartográficos digitais com RPAS (Remotely Piloted Aerial System) para mapeamento da área seca de resercatório. Escola de Engenharia de São Carlos da Universiade de São Paulo, 2017.

CICLAGEM DE NITROGÊNIO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA: EFEITOS DA IRRIGAÇÃO E ERVILHACA

João de Assis Farias Filho[1], Laércio Ricardo Sartor[2], Adalberto Luiz de Paula[2], Roberta Farenzena[3], Matheus Ribeiro[4]

RESUMO: Objetivou-se avaliar a ciclagem de nitrogênio (N) em sistema de integração lavoura-pecuária com irrigação, consórcio entre aveia, azevém e ervilhaca na pastagem hibernal e cultivo de milho no verão. Durante o período de inverno foi utilizada uma área de 3,4 ha subdividida em 12 módulos de 4 piquetes de 0,072 ha, sendo cultivada pastagem de aveia preta (*Avena strigosa*) cv. IAPAR 61 e azevém comum (*Lolium multiflorium*) sobressemeada em estrela africana (*Cynodon* sp.), submetida ou não à irrigação e consorciada ou não com ervilhaca (*Vicia sativa*). Utilizou-se novilhos de corte em fase de recria, mantidos sob sistema de pastejo com lotação rotacionada. Durante o verão foi cultivado milho sob os tratamentos do inverno. Foi mensurado o N total ciclado (kg ha^{-1}) a partir da soma do total que retornou ao solo via fezes, urina, resíduos do pasto e resíduos do milho e do total exportado via animais e grãos. O fatores impostos não influenciaram na quantidade total de nitrogênio ciclado devido a baixa participação da ervilhaca na massa de forragem (2 a 5%) e das frequentes chuvas (147 mm mensais em média). Na média entre os tratamentos, o total de N ciclado foi de 567 kg ha^{-1}, sendo deste total 66% referente ao período de inverno e 44% ao período de verão. A irrigação e o uso de leguminosas não influenciaram na ciclagem de N nas condições avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: balanço de nitrogênio, reciclagem de nutrientes, sistemas integrados

INTRODUÇÃO

Avaliar a ciclagem dos nutrientes tem relevante importância no entendimento da melhor forma de utilização e manejo do solo, de resíduos e de fertilizantes (Anghinoni et al., 2011), permitindo maior compreensão da dinâmica dos nutrientes diante de técnicas aplicadas nesses sistemas. Nas pastagens, o uso da irrigação tem importância no equilíbrio da oferta e qualidade da forragem (Sanches et al., 2015), da mesma forma que a inserção de espécies leguminosas podem gerar três importantes benefícios que dizem respeito à

[1]Coordenador de Pecuária, Agropecuária Roncador, Fazenda Roncador – Querência/MT.
[2]Professor, UTFPR, Dois Vizinhos/PR. laerciosartor@utfpr.edu.br
[3]Zootecnista, Doutora, Bolsista de Ação Extensionista, UFSM/RS.
[4]Acadêmico Curso de Agronomia, UTFPR, Dois Vizinhos/PR

presença destas plantas: a fixação biológica de nitrogênio, a maior diversidade do ecossistema e os aumentos dos teores de proteína, cálcio e fósforo na dieta dos animais (Andrade, 2012).

Dessa forma, considerando que estes fatores podem influenciar na quantidade e qualidade da forragem produzida, assim como no desenvolvimento e produtividade do milho durante o verão e em demais processos que influenciam na ciclagem de nutrientes, este trabalho objetivou avaliar a ciclagem de N em sistema de integração lavoura-pecuária com irrigação e consórcio com leguminosa na pastagem hibernal e no cultivo de milho em sequência.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em área pertencente ao setor de Bovinocultura de Corte da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos, durante o período de junho de 2016 a março de 2017. Durante o período de inverno foi utilizada uma área de 3,4 ha subdividida em 12 módulos de 4 piquetes de 0,072 ha, sendo cultivada pastagem de aveia preta (*Avena strigosa*) cv. IAPAR 61 e azevém comum (*Lolium multiflorium*) sobressemeada em estrela africana (*Cynodon* sp.), submetida ou não à irrigação e consorciada ou não com ervilhaca (*Vicia sativa*), compondo quatro tratamentos em um delineamento experimental de blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em esquema fatorial 2x2, com três repetições. Durante o verão, um piquete de cada módulo foi cultivado com milho (*Zea mays*), mantendo os mesmos tratamentos do inverno.

Foram utilizados 24 novilhos de corte em fase de recria, com aproximadamente 162±11,3 kg PV inicial e idade variando entre 6 a 10 meses, mantidos nos módulos em sistema de pastejo rotacionado e pesados a cada 28 dias para determinação da carga animal. Para avaliação da ciclagem de N foi necessária a mensuração do N total ciclado (kg ha^{-1}) a partir da soma do total que retornou ao solo via fezes, urina, resíduo do pasto e resíduo do milho e do total exportado via animais e grãos.

Para avaliação do retorno de N via fezes e urina foi necessária a determinação da produção fecal por meio do uso de dióxido de titânio como marcador de consumo (Myers et al., 2004) e da determinação de creatinina como indicador da produção urinária (Chizzotti et al., 2008), além da mensuração do nitrogênio presente nas fezes e urina, sendo estes valores de retorno diária de N (g kgPV dia^{-1}) multiplicados pela carga animal (kgPV ha^{-1}) e pelo número de dias de pastejo.

Para avaliação do retorno de N via resíduos da pastagem foram realizadas

amostragens no pasto após a saída dos animais, utilizando quadrado metálico de 0,25 m^2 com posterior secagem das amostras e estimativa do teor de N nesse resíduo. Para avaliação do retorno de N via resíduos da cultura do milho foram cortadas 4 linhas de plantas (sem grãos) de 2 m lineares com posterior secagem das amostras e estimativa do teor de N nesse resíduo.

Para avaliação do N exportado via animais foi determinado o consumo diário de matéria seca utilizando dióxido de titânio como marcador de consumo (Myers et al., 2004) e determinado o teor de N na pastagem, sendo a quantidade exportada obtida a partir da retenção de N pelo animal (diferença entre o total consumido e o total retornado via urina e fezes) e expressa em g kgPV dia^{-1}, multiplicando estes valores retidos diariamente pela carga animal e pelo número de dias de avaliação. Para avaliação de N exportado via grãos foi determinada a produtividade de grãos. As determinações do nitrogênio presente nas fezes, urina, pastagem, resíduos e grãos foram realizadas segundo metodologias descritas por Myazawa et al. (2009).

Os dados foram submetidos à análise de variância e quando apresentaram diferença significativa foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa estatístico SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso da irrigação e a inserção de leguminosa não influenciaram ($P>0,05$) na quantidade total de N ciclado (Figura 1), estando este resultado relacionado à falta de efeitos significaticos destes fatores em variáveis que influenciam diretamente a ciclagem do nitrogênio durante o inverno, tais como carga animal, teor de proteína bruta na pastagem, consumo de matéria seca e teores de N nas fezes e urina, da mesma forma que não influenciaram em variáveis avaliadas durante o verão, como a produção e teores de N nos grãos e resíduos culturais. Esses resultados podem estar relacionada à baixa participação da ervilhaca na massa de forragem e às constante ocorrência de chuvas durante o periodo de avaliação.

Se tratando da participação da leguminosa, que neste estudo permaneceu entre 2 a 5%, Cadish et al. (1994) sugerem entre 13 a 23% da massa de forragem para se ter um sistema sustentável e proporcionar o suprimento de N suficiente para compensação das perdas, logo, a proporção de ervilhaca não foi suficiente para promover tais benefícios. Da

[1]Coordenador de Pecuária, Agropecuária Roncador, Fazenda Roncador – Querência/MT.
[2]Professor, UTFPR, Dois Vizinhos/PR. laerciosartor@utfpr.edu.br
[3]Zootecnista, Doutora, Bolsista de Ação Extensionista, UFSM/RS.
[4]Acaêmico Curso de Agronomia, UTFPR, Dois Vizinhos/PR

mesma forma, a ausência de efeitos da irrigação pode estar atrelada às frequentes chuvas que compuseram uma média de 132 mm mensais durante o inverno e 162 mm mensais durante o verão, resultando em uma baixa utilização do sistema de irrigação nessas condições.

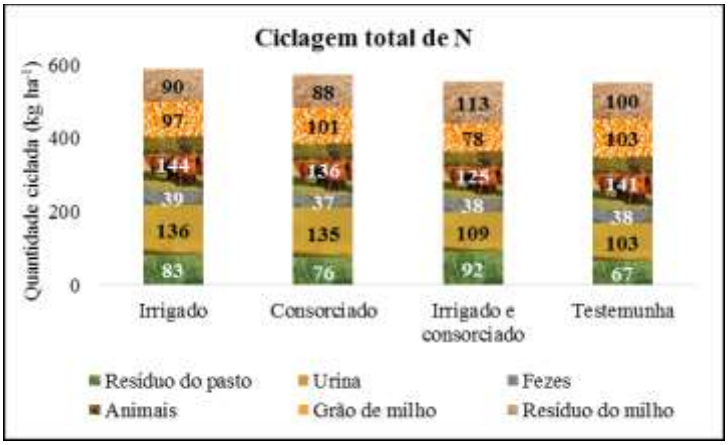


Figura 1 – Ciclagem total de N em sistema de integração lavoura-pecuária com irrigação e consórcio com leguminosa na pastagem.

Do total ciclado, 14% corresponde ao N dos resíduos da pastagem, 21% ao N urinário, 7% ao N fecal e 24% à retenção pelos animais, totalizando (375 kg ha^{-1}) de N ciclado durante o inverno, representando 66% do total ciclado no sistema durante o período experimental (Figura 1). Vale ainda ressaltar que aproximadamente 295 kg ha^{-1} passaram em algum momento pela pastagem e pelos animais, o que não seria observado se não ocorresse a mobilização do N pelo pastejo e submissão deste nitrogênio à reciclagem.

CONCLUSÕES

A irrigação e o uso de leguminosas não influenciaram na quantidade de N ciclado.

REFERÊNCIAS

Anghinoni I et al. Ciclagem de nutrientes em integração lavoura-pecuária. In: III Encontro de Integração Lavoura-pecuária no Sul do Brasil; 2011; Pato Branco, Paraná.

Sanches AC. et al. Produtividade e valor nutritivo do capim Tifton 85 irrigado e sobressemeado com aveia. Rev Bras de Eng Agrícola e Ambiental. 2015; 19:126-133. DOI: 10.1590/1807-1929

Andrade CMS. Importância das leguminosas forrageiras para a sustentabilidade dos sistemas de produção de ruminantes. In: Simpósio Brasileiro de Produção de Ruminantes no Cerrado; 2012; Uberlândia, Minas Gerais.

Myers WD et al. Technical Note: a procedure for the preparation and quantitative analysis of samples for titanium dioxide. J. Animal Sci. 2004; 82:179-183. DOI: 10.2527/2004.821179x

Chizzotti ML et al. Determination of creatinine excretion and evaluation of spot urine sampling in Holstein cattle. Livestock Science. 2008; 113:218-225. DOI: 10.1016/j.livsci.2007.03.013

Myazawa M et al. Análise química de tecido vegetal. In: Da Silva, FC (ed.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2nd ed. Brasília: Embrapa Infor. Tecnológica; 2009.

Cadish G, Schunke RM, Giller KE. Nitrogen cycling in a pure grass pasture and a grass-legume mixture on a red latosol in Brazil. Trop Grass. 1994; 28:43-52.

[1]Coordenador de Pecuária, Agropecuária Roncador, Fazenda Roncador – Querência/MT.
[2]Professor, UTFPR, Dois Vizinhos/PR. laerciosartor@utfpr.edu.br
[3]Zootecnista, Doutora, Bolsista de Ação Extensionista, UFSM/RS.
[4]Acaêmico Curso de Agronomia, UTFPR, Dois Vizinhos/PR

DIA DE CAMPO SOBRE MANEJO DE SOLO PARA CAPACITAÇÃO DE ESTUDANTES DE AGRONOMIA EM EXTENSÃO RURAL

Bruna Schneider Guimarães[1], Carlos Alberto Casali[2], André Francisco Ferreira[3], Raquel da Silva Bartolomeu[4], Matheus Plucinski Nardi[5]

RESUMO: Com a finalidade de melhorar a formação acadêmica universidades buscam desenvolver projetos de extensão, destacando-se a realização de dias de campo, ultimamente tem sido debatida a construção da fertilidade do perfil do solo e não apenas dos primeiros 10 cm, para tanto, torna-se necessária a realização conjunta de diversas práticas agrícolas. Como o uso de gesso agrícola e plantas de cobertura. O objetivo do trabalho foi apresentar o dia de campo sobre manejo de solo como ferramenta para a capacitação de estudantes de agronomia em extensão rural. Foram instaladas três unidades dentro do estande realizado no dia de campo, sendo duas com parcelas de culturas de grãos sob diferentes tratamentos e uma trincheira didática para demonstração dos nutrientes no perfil do solo. Os acadêmicos que tiveram a oportunidade de apresentar o dia de campo, fica a preparação para a vida fora da universidade sendo de suma importância que se aplique os conhecimentos adquiridos em sala de aula em atividades de extensão. Os dias de campos são uma ótima ferramenta de extensão e a inserção da universidade em dias de campo com atividades didáticas agregam conhecimento todo o público em questão.

PALAVRAS-CHAVE: Educação em solo, Nutrição de plantas, Formação acadêmica.

INTRODUÇÃO

Com a finalidade de melhorar a formação acadêmica, as universidades buscam desenvolver projetos de extensão que visam conciliar os conhecimentos adquiridos pelos alunos em sala de aula com a realidade da sociedade. Dentre os eventos extensionistas na área das Ciências Agrárias, destaca-se a realização de dias de campo, nos quais os alunos mostram novas e corretas práticas de manejo e relatam seus conhecimentos em diversas áreas de estudo, permitindo o contato direto com os produtores rurais.

Dentre as diferentes sub-áreas das Ciências Agrárias, a Ciência do Solo tem destaque pois, é contemplada por muitas disciplinas na formação acadêmica de engenheiros

[1]Acadêmica de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) – CEP 85660 000 – Dois Vizinhos – Paraná - E-mail: (bruna_guimaraes_@hotmail.com)
[2]Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Professor de solos da UTFPR-DV, CEP 85660 000 – Dois Vizinhos.

agrônomos, florestais, agrícolas, ambientais, bem como zootecnistas. Nesse sentido, a capacitação dos estudantes em Ciência do Solo também deve se dar em nível extensionista, a partir da realização de ações que busquem integrar os estudantes com a sociedade no debate sobre práticas de manejo do solo, principalmente na difusão de técnicas que melhorem a qualidade das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo, para que o mesmo seja capaz de cumprir suas funções, como a produção de plantas saudáveis e o papel de filtro ambiental.

Nos últimos tempos, tem sido debatido a construção da fertilidade do perfil do solo e não apenas dos primeiros 10 cm. Para tanto, torna-se necessária a realização conjunta de diversas práticas agrícolas.Segundo Kepkler e Anghinoni(1996), a disponibilidade dos nutrientes aos vegetais pode ser afetada pela mobilidade dos mesmos e a acidez do solo também se torna um limitante na produção agrícola.

O gesso agrícola, sulfato de cálcio dihidratado, torna-se urna uma boa alternativa para melhorar o perfil do solo em profundidade, posto que se trata de um sal solúvel com elevada percolação no solo, resultando em aumento da fertilidade ao longo do perfil do solo, redução na saturação por alumínio (m%) e conseqüentemente, benéfico ao sistema radicular das plantas em profundidade, melhorando a absorção de água e nutrientes (TRINDADE, 2013).

Segundo Argenton et al. (2005) o uso de plantas de cobertura amplia a absorção dos nutrientes, controla os processos erosivos, reduz a ocorrência de plantas daninhas, bem como melhora a estrutura do solo.

O trabalho teve como objetivo apresentar o dia de campo sobre manejo de solo como ferramenta para a capacitação de estudantes de agronomia em extensão rural.

MATERIAL E MÉTODOS

A estruturação do estande para o dia de campo iniciou em novembro de 2018 na área experimental da Cerealista Gaio, no município de Dois Vizinhos – PR. Foram instaladas três unidades dentro do estande, sendo duas com parcelas de culturas de grãos sob diferentes tratamentos e uma trincheira didática para demonstração dos nutrientes no perfil do solo.

As parcelas de grãos estavam divididas em tratamentos com diferentes doses de gesso agrícola na cultura da soja (*Glycine max)* e o uso de plantas de cobertura de inverno com posterior plantio de milho (*Zea mays*) como cultura de verão.

A unidade sobre gesso agrícola era composta por cinco parcelas com as doses de 0; 1,5; 3,0; 6,0 e 9,0 toneladas por hectare, cada parcela foi identificada com o seu respectivo tratamento, facilitando assim o entendimento do público. Para a elaboração das parcelas de

milho, foram utilizados como cultura antecessora os seguintes tratamentos, aveia (*Avena sativa*), centeio (*Secale cereale*), nabo (*Raphanus sativus*), pousio, centeio + nabo, aveia + nabo, aveia+ centeio+ nabo.

Outro experimento montado no dia de campo contou com a construção de uma trincheira didática que foi construída com o auxílio de uma retroescavadeira e recebeu acabamentos manuais, nela foi realizado o plantio de milho com tratamento de calcário e milho+braquiaria (B*rachiaria ruziziensis*) com tratamento de gesso agrícola+calcário. O dimensionamento das parcelas de gesso e milho com plantas de cobertura foram de 2,3 x 5 metros, já a trincheira contava com 5,0 x 5,0 x 1,5 metros (LxCxA). Para representar os nutrientes, foram utilizadas bolas de isopor cada uma colorida de uma cor para simular a disposição dos nutrientes no solo, entre eles estavam fósforo, potássio, enxofre, hidrogênio, cálcio, alumínio (Figura 1).

Figura 1- Trincheira didática devidamente identificada com o uso de bolas de isopor simulando a distribuição dos nutrientes no perfil do solo.

Nos dias 22 e 23 de março de 2019 ocorreu o Encontro Tecnológico da Gaio Agronegócios (ENTEG), onde os acadêmicos do Grupo de Pesquisa em Ciência do Solo da UTFPR-DV previamente treinados apresentaram aos produtores, técnicos, e estudantes o manejo realizados nas parcelas, e os benefícios que estes apresentaram.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com a prática extensionista aplicada pelos acadêmicos, foi possível repassar aos técnicos, produtores e alunos que compareceram ao dia de campo as vantagens do gesso agrícola para o solo e demonstrar ludicamente como os nutrientes se comportam no perfil do solo. Em que a trincheira foi uma das principais atrações do dia de campo, levando em consideração que sua didática facilitava a visualização dos produtores sobre o assunto em

[1]Acadêmica de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) – CEP 85660 000 – Dois Vizinhos – Paraná - E-mail: (bruna_guimaraes_@hotmail.com)
[2]Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Professor de solos da UTFPR-DV, CEP 85660 000 – Dois Vizinhos.

questão (Figura 2).

Figura 2 - Acadêmica do grupo de pesquisa em Ciência do solo da UTFPR-DV apresentando o resultado das parcelas para um grupo de produtores.

A extensão rural não é tarefa fácil, mas na vida profissional de um técnico é uma dimensão imprescindível, e que deixa resultados concretos na vida das famílias de agricultores. (BALEM, 2015). Para os acadêmicos que tiveram a oportunidade de apresentar o dia de campo fica a preparação para a vida fora da universidade, já que práticas de dia de campo e contato com produtores, pesquisadores e acadêmicos sempre estarão presentes na vida dos profissionais, portanto, é de suma importância que se aplique os conhecimentos adquiridos em sala de aula em atividades de extensão.

CONCLUSÕES

Conclui-se que a inserção da universidade em dias de campo com atividades didáticas, como o uso da trincheira e parcelas demonstrativas, agregam conhecimento tanto para os acadêmicos quanto para os produtores, técnicos e o público em geral que deles participam. Observando-se ainda, que os dias de campos são uma ótima ferramenta de extensão.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Fundação Araucária pelo pagamento de bolsa e incentivo nesta pesquisa e a empresa Gaio Agronegócios pela parceria no desenvolvimento do trabalho e dia de campo.

REFERÊNCIAS

Argenton, J; Albuquerque, J, A; Bayer, C; Wildner, L, P. **Comportamento de atributos relacionados com a forma da estrutura de latossolo vermelho sob sistemas de preparo e plantas de cobertura.** Revista Brasileira de Ciencia do Solo. 2005; 29:425-435. http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v29n3/25743.pdf.

BALEM. T. P. **Extensão e desenvolvimento rural.** Santa Maria, 2015,123 p.

KLEPKER, D. & ANGHINONI, I. Modos de adubação, absorção de nutrientes e rendimento de milho em diferentes preparos de solo. **Pesq. Agropec. Gaúcha**, 2:79-86, 1996.

MARTINS, S. N.; ECKHARDT, V. M. R.; VALANDRO, N. A.; COSTA, J. A contribuição da extensão na formação de universitários: um estudo de caso.**Revista NUPEM,** v.7, n. 12, jan-jun, Campo Mourão, 2015**.**

TRINDADE, B. S. Atributos químicos do solo e a produtividade de grãos afetados pelo gesso agrícola com e semirrigação. **Dissertação de Mestrado** – Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo. Universidade Federal de Santa Maria.Santa Maria, set de 2013.

ATRIBUTOS MICROBIOLÓGICOS DO SOLO SOB DIFERENTES TECNOLOGIAS DE RESTAURAÇÃO ECOLÓGICA EM FLORESTA SUBTROPICAL

Graciele Ferreira da Rosa[1], Carlos Alberto Casali[2], Fernando Campanha Bechara[3], Jéssica Maiara Viceli[4], Flávia Lima Moreira[5].

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo avaliar atributos microbiológicos, do solo sob diferentes tecnologias de restauração ecológica. O mesmo foi realizado na área de restauração da UTFPR-DV, sendo aplicados os tratamentos de restauração passiva, plantio de árvores em linhas de preenchimento e diversidade, nucleação e testemunha (mata nativa) usada como área de referência. Para as análises foram quantificados os teores de carbono e nitrogênio microbiano e respiração basal através do programa estatístico SASM- Agri. Para carbono e nitrogênio os tratamentos não se mostraram tão eficaz quando comparados a mata nativa, porém se igualaram em relação a respiração basal.

INTRODUÇÃO

A alteração dos sistemas naturais por conta das ações antrópicas podem fazer com que essas áreas modificadas tenham sua capacidade de produção melhorada, mantida ou diminuída (Wadt et al 2003). Segundo Wadt et al (2003), nem sempre a alteração desses sistemas significa degradação, no entanto, o conjunto de alterações faz com que essas áreas percam sua capacidade produtiva gerando um sistema degradado, comprometendo não só a vegetação como também a qualidade do solo. Dessa forma, independente do quanto uma área está degradada, seja em estágio inicial ou avançado é necessário que se adote técnicas de recuperação (Wadt et al, 2003). É possível que o sucesso dessas propostas estejam baseadas na reconstituição dos processos ecológicos responsáveis pela recuperação de florestas que promova diversidade de espécies, e os diferentes grupos da fauna e suas interações com a flora (Attanasio, et al. 2006).

Portanto, o experimento tem como objetivo avaliar atributos microbiológicos do solo sob diferentes tecnologias de restauração ecológica em floresta subtropical no Sudoeste do Paraná.

[1]Acadêmica, UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos, CPF 067.724.189-56, gracie_le_16@hotmail.com
[2]Professor, UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, CPF, 041.174.139-02, carloscasali@utfpr.edu.br
[3]Professor, UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, CPF 259.558.278-03, bechara@utfpr.edu.br
[4]Mestranda, UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos, CPF 082.188.089-65, jessicamviceli@gmail.com
[5]Mestranda, UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos, CPF 390.490.968-16, f_moreira_florestas@hotmail.com

METODOLOGIA

A área de estudo está localizada na Universidade Tecnológica Federal do Paraná campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) nas coordenadas geográficas 25º41’40,47” S e 53º06’12,82” W, com altitude média de 502 m; o clima é subtropical úmido (Cfa) de acordo com a classificação de Köppen et al. (2013). O solo é um Nitossolo Vermelho, e a vegetação é um ecótono entre Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual.

A área de análise foi cultivada com culturas anuais de 1993 a 2005, e por plantio de pastagem entre 2006 e 2008. Em 2009 foi ocupada por cultura de aveia até outubro do mesmo ano quando ocorreu a colheita, ficando desocupada por um ano. Em outubro de 2010 foi roçada com trator e isolada de fatores de perturbação, sendo em dezembro do mesmo ano implantados três tratamentos: regeneração natural; plantio de árvores sob linha de preenchimento e diversidade e nucleação. O experimento foi dividido em 4 blocos, constituídos de três parcelas cada um, com espaçamento de 40 x 54 m (2160 m), subdivididas em outras 24 sub parcelas de 9 x 10 m (910 m).

Em novembro de 2018 amostrou-se o solo na camada de 0-5 cm com seis sub amostras por parcela que foram unidas formando uma amostra composta, além de quatro pontos na área de mata nativa (área controle). As amostras foram peneiradas em malha 2,0 mm, padronizada a umidade e guardadas em geladeira para preservar a atividade microbiana.

As análises de Carbono (Cmic) e Nitrogênio Microbiano (Nmic) foram realizadas conforme Silva et al (2007). Para tanto, pesou-se 50g de solo em duplicata, sendo duas amostras fumigadas com clorofórmio e duas não fumigadas. Depois de 24 horas adicionou-se 50 ml de solução extratora de Sulfato de Potássio (K_2SO_4) e submetidas a agitação por 30 minutos, decantadas e filtradas, obtendo-se o extrato. O Cmic foi obtido pela digestão sulfocromica e titulação com sulfato ferroso amoniacal. O Nmic digeriu-se o extrato em bloco digestor com H_2SO_4 e H_2O_2, destilou-se em destilador Kjeldahl e indicador Ácido Bórico.

A Respiração Basal foi mensurada conforme Anderson (1982). Para tanto, avaliou-se a emissão de C-CO_2 de 50 g de solo em duplicata que foram encubadas com 10 ml de solução de Hidróxido de Sódio (NaOH) 1,0 M durante quatro, oito, doze e dezesseis dias.

As análises estatísticas foram processadas por meio de software SASM-Agri. Os dados foram submetidos à análise de variância e teste de comparação de médias pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O maior teor de Cmic e Nmic foi detectado no solo sob mata nativa, resultados similares foram obtidos no estudo realizado por Carvalho (2005). Estes resultados podem estar associados ao fato de que solos sob mata nativa são favorecidos pela cobertura vegetal, proporcionando acúmulo de matéria orgânica que aumenta a comunidade microbiana (Carvalho, 2005).

Tabela 1- Médias estatísticas das análises microbiológicas do solo.

TRATAMENTOS	Cmic	Nmic	RBS
	mg kg^{-1}	(mg N/kg)	(mg C-CO_2 kg)
RESTAURAÇÃO PASSIVA	80,3 b	367,5 b	275,7 b
PLANTIO DE ÁRVORES	73,8 b	613,2 b	289,9 ab
NUCLEAÇÃO	105,3 b	685,0 b	317,5 ab
MATA NATIVA	172,3 a	1092,2 a	356,7 a

Legenda: Médias com letras iguais na coluna são estatisticamente iguais pela análise de Tukey a 5%; Cmic: carbono microbiano; Nmic: nitrogênio microbiano; RBS: respiração basal do solo.

A RBS não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos plantio de árvores e nucleação quando comparados a área mata nativa. Resultados semelhantes foram apresentados no trabalho de Braga et al (2015), quando avaliou- se plantios de diferentes espécies de eucalipto e pinus onde os valores da RBS praticamente não se alteraram de um plantio para outro. Os valores de RBS da mata nativa relativamente baixo sugere que esses sistemas perdem menos carbono na forma de CO2, acrescentando carbono à biomassa microbiana (Carvalho, 2005).

CONCLUSÕES

Os teores elevados de Cmic e Nmic no Sistema de mata nativa comparado as técnologias de reflorestamento indicam que 8 anos de tratamentos ainda não foram sufientes para recuperarar a atividade microbiológica do solo.

.

[1]Acadêmica, UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos, CPF 067.724.189-56, gracie_le_16@hotmail.com
[2]Professor, UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, CPF, 041.174.139-02, carloscasali@utfpr.edu.br
[3]Professor, UTFPR – Câmpus Dois Vizinhos, CPF 259.558.278-03, bechara@utfpr.edu.br
[4]Mestranda, UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos, CPF 082.188.089-65, jessicamviceli@gmail.com
[5]Mestranda, UTFPR - Câmpus Dois Vizinhos, CPF 390.490.968-16, f_moreira_florestas@hotmail.com

REFERÊNCIAS

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM; Sparovek G. Kooppen's. climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, 2013.

Anderson, JPE. Soil respiration. Methods of soil analysis. Part 2. Chemical and microbiological properties, n. methods of soil an 2, p. 831-871, 1982**.**

Attanasio, CM.; Rodrigues, RR.; Gandolfi, S.; Nave, A.G. Adequação Ambiental De Propriedades Rurais Recuperação de Áreas Degradadas Restauração de Matas Ciliares. Universidade de São Paulo Escola Superior de Agricultura"Luiz de Queiroz" Departamento de Ciências Biológicas Laboratório de Ecologia e Restauração Florestal, Piracicaba, jul. 2006.

Braga, RM.; Venturim, N.; Silva, CA.; Moreira, FM de S.; Braga, F de A. Biomassa e atividade microbiana do solo sob diferentes coberturas florestais. XXXV Conferencia do solo- O solo e suas múltiplas funções; 02-07 de agosto de 2015; Natal, Rio Grande do Norte. Universidade Federal de Lavras; 2015. p. 1-4.

Carvalho, F. Atributos Bioquímicos como indicadores da qualiadde de solo em Florestas de *Araucária angustifolia* (Bert.) O. Ktze. no Estado de São Paulo[dissertaçaõ].Piracicaba: Escola Superior de Agricultura " Luiz de Queiroz ", Universidade de São Paulo; 2005.

Wadt. PGS, Pereira. JES, Gonçalves. RC, Souza. CB da C de, Alves. LS. Práticas de Conservação do Solo e Recuperação de Áreas Degradadas. Rio Branco-AC: Embrapa Acre, 2003. 29 p. (Embrapa Acre. Documentos, 90).

Silva, EE da.; Azevedo, PHS de.; De-Polli, H. Determinação do Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo. Embrapa, Comunicado técnico 96. ISSN 1517-8862; 2007. Seropédica-RJ.

Silva, EE da.; Azevedo, PHS de.; De-Polli, H. Determinação do Carbono da Biomassa Microbiana do Solo. Embrapa, Comunicado técnico 98. ISSN 1517-8862; 2007. Seropédica-RJ.

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS
28 a 31 de maio de 2019
Ponta Grossa - PR

INDICADORES QUÍMICOS E BIOLÓGICOS NA AVALIAÇÃO DA COMUNIDADE MICROBIANA DE UM SOLO

Carlos Henrique Antunes[1], Rafael Mazer Etto[1], Eduardo Fávero Caires[2], Angelo Rafael Bini[2], Carolina Weigert Galvão[1]

RESUMO: Um dos principais componentes da qualidade do meio ambiente é a qualidade do solo, podendo ser avaliada principalmente para os agroecossistemas onde se objetiva atingir uma alta produtividade. O seguinte trabalho objetivou avaliar a influência de indicadores químicos e biológicos de um solo na comunidade microbiana com a adição de nitrogênio e calagem em cobertura na aveia preta, em um sistema de plantio direto em cinco tratamentos distintos. Avaliaram-se os parâmetros químicos, bem como os indicadores biológicos de qualidade do solo: carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração basal (R), quociente metabólico (q0) e o perfil metabólico das comunidades microbianas. Constatou-se que o pH influencia diretamente no crescimento e desenvolvimento da comunidade microbiana em vários parâmetros avaliados. Indicadores biológicos e químicos de qualidade do solo como CBM, R e q0 e pH são índices importantes na predição da qualidade do solo.

Palavras-chave: biomassa microbiana do solo, qualidade do solo, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

O solo é um dos principais componentes da qualidade do meio ambiente (Andrews et al. 2002), podendo ser avaliado principalmente para os agroecossistemas onde se objetiva atingir uma alta produtividade (Bünemann et al. 2018). Entre os indicadores químicos do solo, segundo Bunemann et al. (2018) o teor de carbono, pH, P e K disponíveis, N total, condutividade elétrica, capacidade de troca catiônica e N mineral, bem como também atributos biológicos como a respiração do solo e a biomassa biomassa, estão entre os mais freqüentes indicadores utilizados recentemente na qualidade do solo. Segundo Gama-Rodrigues et al. (2005), a biomassa microbiana é a porção da matéria orgânica do solo totalmente determinada pelos fatores bióticos e

[1]Laboratório de Biologia Molecular Microbiana, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, UEPG.
[2]Laboratório de Fertilidade do Solo, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, UEPG.

abióticos do ambiente, detectando rapidamente mudanças nos sistemas de uso e manejo do solo.

No Estado do Paraná, a aveia preta é uma das culturas mais utilizadas em plantio direto, e um dos principais fatores limitantes no seu crescimento e produção de biomassa é a baixa concentração de N no solo (Caires et al., 2015). Portanto, quando se utiliza a aveia preta como cobertura de inverno, deve-se levar em conta a importância da adubação nitrogenada, pois a mesma terá efeitos na produção de fitomassa e na absorção de outros nutrientes (Caires et al., 2015). A adubação nitrogenada eleva o pH do solo (Caires et al., 2015), e este tem forte influência sobre a decomposição da matéria orgânica, e, consequentemente, sobre a comunidade microbiana do solo.

Nesse sentido, o objetivo desse trabalho foi avaliar o impacto na comunidade microbiana de um solo com a adição de N e calagem sob cobertura na aveia preta em um sistema de plantio direto, estimando a relação dos indicadores químicos e biológicos do solo no desenvolvimento da comunidade microbiana.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em setembro de 2017 no município de Ponta Grossa – PR, na Fazenda Estância dos Pinheiros (25º 10’ S, 50º 05’ W), em uma área com experimento de longa duração sob plantio direto (26 anos). Utilizaram-se tratamentos distintos na cobertura de inverno, distribuídos aleatoriamente em triplicatas na área experimental: Sem aveia (SA), com aveia (A), com aveia + N (AN), com aveia + calcáreo (AC) e com aveia + N + calcário (ANC). No tratamento sem cobertura, as plantas de aveia preta foram dessecadas com glifosato logo após a emergência. O calcário dolomítico foi aplicado sobre a superfície do solo na dose de 12 t ha^{-1}, em maio de 2004. A adubação nitrogenada foi realizada anualmente por meio da aplicação de 180 kg ha^{-1} de N, na forma de nitrato de amônio por ocasião do perfilhamento das culturas de outono – inverno (aveia preta ou trigo). A análise química do solo foi feita como descrito por Pavan et al. (1992). As analises biológicas realizadas foram: carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana (R), e quociente metabólico (q0), seguindo o método de Vance et al. (1987) modificado e perfil metabólico da comunidade microbiana, utilizando-se a metodologia do Biolog EcoPlate ^{TM} (Biolog Inc., Hayward, CA). Para as variáveis que tiveram diferença significativa pelo teste F ($p < 0,05$), as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Os dados também foram submetidos à análise multivariada por meio análise de componentes principais

(PCA) através do programa Rstudio.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de pH no solo foram os seguintes: SA (4,03b), A (4,17b), AN (4,03b), AC (5,77a) e ANC (4,97ab). Os maiores valores de pH nos tratamentos AC e ANC se devem a prática da calagem a qual reduz a acidez do solo de forma eficiente (Caires et al., 2015).

Nas análises da biomassa microbiana do solo, o tratamento que apresentou diferença significativa entre os demais foi o A (124,51 a), sendo maior que SA (91,37 b) AC (84,29 b) AN (76,46 b) e ANC (87,11 b). De acordo com Cattelan & Vidor (1990) a deposição de resíduos orgânicos estimulam o aumento populacional bem como acelera o metabolismo da biomassa microbiana do solo, sendo ela maior em solos não perturbados. Elevadas taxas de respiração basal podem indicar estresse ambiental (Cattelan & Vidor, 1990), justificando o fato do tratamento AN (0,74 a) apresentar uma alta taxa de respiração basal em relação aos outros (SA- 0,47 b; A- 0,54 ab; AC- 0,33 b; ANC- 0,47b), devido a adição de N que reduz o pH do solo. Altas taxas de respiração podem indicar distúrbios na produtividade do ecossistema (Islam & Weil,2000). O maior valor para o quociente metabólico também foi para o tratamento AN (9,77 a), seguido de ANC (5,43 b), SA (5,19b), A (4,36 b) e de AC (3,99b). Como apontado por Islam & Weil, (2000), a população microbiana oxida o carbono de suas próprias células para a sua manutenção e adaptação ao solo, onde a mesma se encontra em situações estressantes quando o q0 apresenta-se elevado.

A analise do perfil metabólico mostra que as fontes de carbono mais consumidas são diferentes nos tratamentos, indicando que os resíduos de aveia preta na área de estudo liberaram tais compostos selecionando um microbioma capaz de degradá-los (Gömöryová et al.,2009). De acordo com a análise dos componentes principais (PCA) utilizando os dados químicos e biológicos, observou-se correlação significativa ($p<0,05$) com a degradação de ácido galacturônico, um dos principais componentes da lamela média das células de vegetais superiores (Lehninger et al., 2014).

Segundo Bunemann et al. (2018), dentre os indicadores químicos de qualidade do solo, o teor de carbono, pH, P e K disponíveis, N total, condutividade elétrica, capacidade de troca catiônica e N mineral, bem como também atributos biológicos como a respiração do solo e a biomassa biomassa, estão entre os mais freqüentes indicadores utilizados recentemente na qualidade do solo.

CONCLUSÕES

Constatou-se que o pH influenciou diretamente a comunidade microbiana. E os níveis de carbono da biomassa microbiana do solo, bem como a respiração basal e o quociente metabólico, demonstraram ser eficientes indicadores de qualidade do solo.

REFERÊNCIAS

ANDREWS, S.S., KARLEN, D.L., MITCHELL, J.P. A comparison of soil quality indexing methods for vegetable production systems in Northern California. **Agriculture, Ecosystems & Environment** 90, p 25–45. 2002. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(01)00174-8

BENIZRI, E.; AMIAUD, B. Relationship between plants and soil microbial communities in fertilized grasslands. **Soil Biology and Biochemistry**, v.37, p.2055-2064, 2005. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.03.008

BÜNEMANN, E.K.; BONGIORNO, G., BAI, Z.,. CREAMER, R.E., DEYN, G., GOEDE, R., FLESKENS, L.,GEISSEN, V., KUYPER, T.W., MÄDER, P. PULLEMAN, W., SUKKEL, W., GROENIGEN, J.W.V., BRUSSAARD, L.. Soil quality – A critical review. **Soil Biology And Biochemistry**..v. 120, p.105-125,. 2018. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2018.01.030

CAIRES, E.F.; HALISKI, A.; BINI, A.R.; SCHARR, D. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy,** v. 66, p.41-53, maio 2015. https://doi.org/10.1016/j.eja.2015.02.008

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em funções de variações ambientais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 14, n. 2, p. 133-142, 1990. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-0683201000010078

GAMA-RODRIGUES, E.F.; BARROS, N.F.; GAMA-RODRIGUES, A.C. & SANTOS, G.A. Nitrogênio, carbono e atividade da biomassa microbiana do solo em plantações de eucalipto. R. Bras. Ci. Solo, p 893-901, 2005. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000600007

GÖMÖRYOVÁ, E.; HRIVNÁK, R.; JANIŠOVÁ, M.; UJHÁZY, K.; GÖMÖRY, D. Changes of the functional diversity of soil microbial community during the colonization of abandoned grassland by a forest. **Applied Soil Ecology**, v.43, p.191-199, 2009. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.07.007

ISLAM, K. R.; WEIL, R. R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. **Agriculture Ecosystems and Environment**, v. 79, n. 1, p. 9-16, 2000. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(99)00145-0

LEHNINGER, A.L.; NELSON, D.L.; COX, M.M. **Princípios de Bioquímica**. 6. ed. São Paulo: Sarvier, 2014.

PAVAN, M.A. "**Manual de Análise Química do Solo e Controle de Qualidade**", IAPAR, Londrina, PR. IAPAR, 1992.

VANCE, E.D.; BROOKES, P.C. & JENKINSON, D.S. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemestry**. 1987. https://doi.org/10.1016/0038-0717(87)90052-6

DIAGNÓSTICO DE TEORES DE FÓSFORO NO SOLO DE PROPRIEDADES SUINÍCOLAS NO OESTE DO PARANÁ

Fernando Yochio Lemes Abe[1], Luiz Antônio Zanão Júnior[2], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[3], Thiago Henrique de Aguiar Gonzalez[4].

RESUMO: O fósforo (P) em solos ácidos realiza complexas ligações com óxidos de ferro e alumínio, e também está adsorvido nos minerais de argila. Já na planta, o P participa de compostos, em processos metabólicos, e também para formação de frutos e sementes. A aplicação de digestato, como fonte desse nutriente, é realizada pelos produtores suinícolas em Entre Rios do Oeste - Paraná. Com base no potencial de utilização do digestato como fonte de adubo orgânico, e de melhorar a fertilidade do solo, este estudo de caso tem como objetivo avaliar e diagnosticar os teores de P em 17 propriedades suinícolas que já aplicam o digestato por um longo período nas lavouras. As amostras de solo foram coletadas entre agosto a setembro de 2018, com a utilização do trado holandês nas profundidades de 0-20cm e de 20-40cm. Para classificar os teores de P foi utilizado o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná. Na profundidade de 0-20 cm, 1, 1, 12 e 3 propriedades apresentaram teores médio, alto, muito alto e condição a evitar de P, respectivamente. Já na profundidade de 20-40 cm, 3, 1, 1, 11 e 1 propriedades apresentaram teores baixo, médio, alto, muito alto e condição a evitar de P, respectivamente. Portanto, as constantes aplicações do digestato aumentam os teores de P no solo.

PALAVRAS-CHAVE: suinocultura, P_2O_5, adubação orgânica.

INTRODUÇÃO

O fósforo (P) em solos ácidos, comum nos solos do Brasil, com predomínio de caulinita e óxidos de ferro e alumínio, apresenta ligações complexas entre fósforo e óxidos de ferro e alumínio. O P pode encontrar-se também em diferentes posições na estrutura dos minerais, assim, o elemento pode estar adsorvido nos minerais de argila, o que, afeta sua disponibilidade, e resulta em menor mobilidade, tanto no perfil do solo, quanto para que a planta possa absorver este elemento (Raij, 2011).

Na planta, o P apresenta alta mobilidade, e participa de grande número de compostos

[1]Mestrando, Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR, Londrina-PR, fernandoabe12@hotmail.com
[2]Pesquisador; Instituto agronômico do Paraná–IAPAR, Santa Tereza do Oeste-PR. lzanao@iapar.br
[3]Pesquisadora; Instituto agronômico do Paraná–IAPAR, Londrina - PR. graziela_barbosa@iapar.br
[4]Engenheiro agrônomo, Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBiogás - ER, Foz do Iguaçu - PR. thiago.gonzalez.agronomia@gmail.com

nas plantas, essenciais em diversos processos metabólicos. O elemento também está presente nos processos de transferências de energia, é importante para a formação dos primórdios das partes reprodutivas, estimula o desenvolvimento radicular, sendo também essencial para a boa formação de frutos e sementes (Raij, 2011).

O tratamento de dejeto líquido de suínos em biodigestores, que é um ambiente anaeróbico (sem a presença de oxigênio) é uma realidade em produtores de suínos no município de Entre Rios do Oeste - Paraná. Esta prática se resume em coletar todo o dejeto proveniente da lavagem das granjas, que estão incluso, segundo Miyazawa e Barbosa (2015), as fezes, urina, restos de ração e água de lavagem das instalações, além de gases poluentes (H_2S, CH_4, CO_2), e torná-lo o mais adequado possível para que possa mitigar os efeitos tóxicos ao meio ambiente, e que gere também adubo orgânico proveniente da matéria seca do digestato, além de utilizar o biogás, que é gerado no interior do biodigestor, como matéria prima para a minicentral termoelétrica, assim, resulta na geração de energia elétrica.

Segundo Miyazawa e Barbosa (2015), na matéria seca do digestato, que é proveniente do dejeto após o processo de biodigestão, o fosfato (P_2O_5) está presente em média 4 %. Porém, esta quantidade é variável, e depende principalmente do manejo que é realizado na granja, e também da idade e dieta dos animais (Kiehl, 1985).

Com base no potencial de utilização do digestato como fonte de adubo orgânico, e de melhorar a fertilidade do solo, este estudo de caso tem como objetivo avaliar e diagnosticar os teores de P em 17 propriedades suinícolas que já aplicam o digestato por um longo período nas lavouras.

MATERIAL E MÉTODOS

Localização

A pesquisa foi conduzida em dezessete propriedades rurais produtoras de suínos distintas no município de Entre Rios do Oeste – PR.

Amostragem dos solos

As amostras de solo foram coletadas entre agosto a setembro de 2018, com a utilização do trado holandês nas profundidades de 0-20 cm e de 20-40 cm. Posteriormente, os teores de P, das análises de solo, foram avaliados e diagnosticados entre as propriedades. Para classificar os teores de P foi utilizado o Manual de Adubação e Calagem para o Estado do Paraná (SBCS/NEPAR, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Tanto na profundidade de 0-20cm quanto na de 20-40cm, o P está presente em maior número de propriedades na condição de muito alto nos solos diagnosticados, sendo 11 propriedades para esta profundidade, e de 12 propriedades para aquela profundidade.

A condição de baixo teor de P no solo, apresenta-se apenas na profundidade de 20-40 cm em 3 propriedades, o que pode ser explicado pela baixa mobilidade do P no perfil do solo e também na possibilidade destas propriedades terem menor tempo de aplicações do digestato. Já para a profundidade de 0-20 cm não se tem propriedades nesta condição.

Não foi diagnosticado nenhuma propriedade na condição de muito baixo teor de P no perfil do solo. Já as condições de médio e alto teor de P foi diagnosticado em 1 propriedade cada no perfil do solo.

Segundo SBCS/NEPAR (2017), o teor alto de P no solo proporciona de 90 a 100% da produção máxima; o teor muito alto pode proporcionar limitação de produção; e, a condição a evitar pode proporcionar desequilíbrio nutricional.

Em 3 propriedades na profundidade de 0-20 cm, e 1 propriedade na profundidade de 20-40 cm, apresentaram condição a evitar do teor de P. Segundo Raij (2011), o excesso de P no solo, pode não ser um problema sério para as plantas, pois, o “consumo de luxo” é transferido para polifosfatos e outros fosfatos, sem que ocorra danos as plantas.

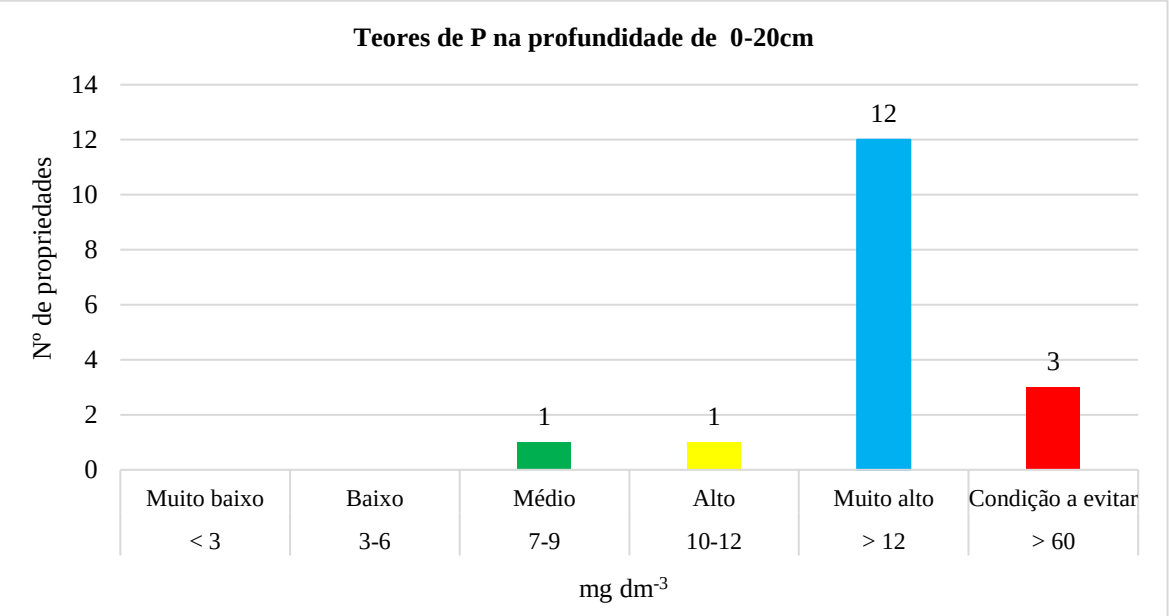


Figura 1: Teores de P na profundidade 0-20cm.
Fonte: Adaptado de SBCS/NEPAR, 2017.

[1]Mestrando, Instituto Agronômico do Paraná-IAPAR, Londrina-PR, fernandoabe12@hotmail.com
[2]Pesquisador; Instituto agronômico do Paraná–IAPAR, Santa Tereza do Oeste-PR. lzanao@iapar.br
[3]Pesquisadora; Instituto agronômico do Paraná–IAPAR, Londrina - PR. graziela_barbosa@iapar.br
[4]Engenheiro agrônomo, Centro Internacional de Energias Renováveis – CIBiogás - ER, Foz do Iguaçu - PR. thiago.gonzalez.agronomia@gmail.com

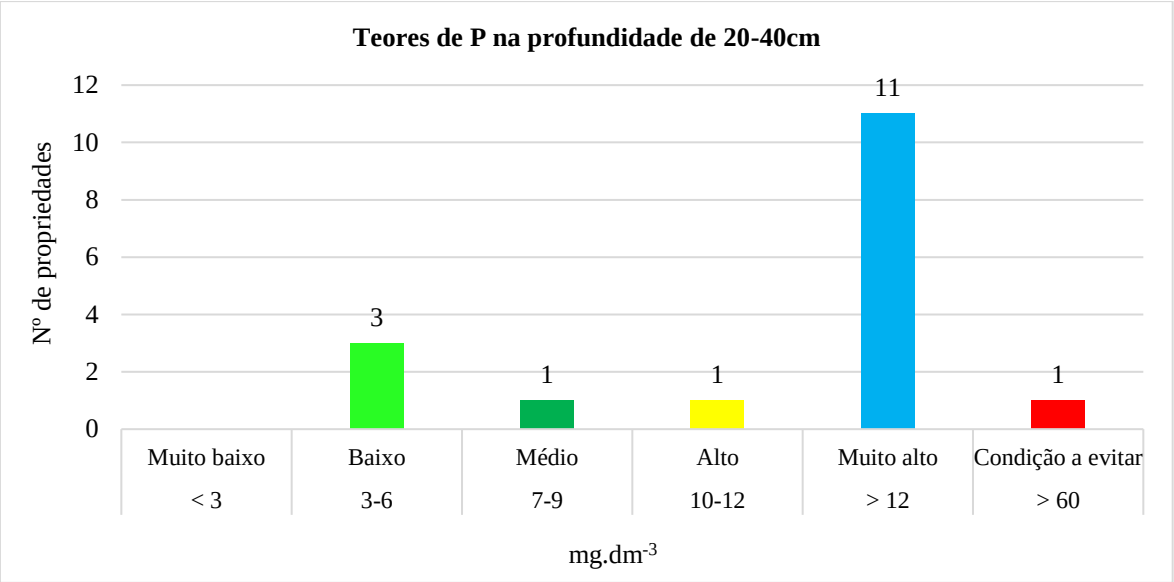


Figura 2: Teores de P na profundidade 20-40cm.
Fonte: Adaptado de SBCS/NEPAR, 2017.

CONCLUSÕES

As constantes aplicações de digestato, ao longo do tempo, elevam o teor de P no solo, nas camadas de 0-20 e 20-40 cm, além de mitigar os efeitos tóxicos dos gases poluentes ao meio ambiente, e reduz custos com aplicações de fertilizantes químicos.

AGRADECIMENTOS

Ao Centro Internacional de Energias Renováveis (CIBiogás), IAPAR e Fundação Parque Tecnológico de Itaipu (FPTI), pelo auxílio na pesquisa e à COPEL GeT, via projeto de P&D ANEEL - PD 6491-0287/2012, pelo financiamento do projeto.

A Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES).

REFERÊNCIAS

Kiehl, EJ. Fertilizantes orgânicos. Piracicaba; Editora Agronômica “Ceres” Ltda., 1985.

Miyazawa, M. Barbosa, GMC. Dejeto líquido de suíno como fertilizante orgânico : método simplificado. Londrina : IAPAR, 2015.

Raij, Bv. Fertilidade do solo e manejo de nutrientes. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 2011.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. - Curitiba : SBCS/NEPAR, 2017.

QUALIDADE ESTRUTURAL E CARBONO NO SOLO EM DIFERENTES ROTAÇÕES DE CULTURA SOB SISTEMA PLANTIO DIRETO

Lutécia Beatriz dos Santos Canalli[1], Josiane Burkner dos Santos[1], Dácio Benassi[2], André Luiz de Oliveira Francisco[2], Elielson Cordeiro[3], Caetano Benassi[4]

RESUMO: O sistema de plantio direto (SPD) associado à rotação de culturas afeta a dinâmica da matéria orgânica do solo, influenciando a formação, reorganização e estabilização dos agregados, bem como o conteúdo de carbono (C) do solo. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito de rotações de culturas sob SPD no conteúdo de C e na agregação do solo. O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná, em Ponta Grossa, PR. Os tratamentos consistiram de seis rotações de culturas, com ciclo de 3 anos, dispostas em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. As amostras de agregados foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm. A classificação dos agregados foi determinada através da metodologia de tamisamento a úmido. O conteúdo de C nos agregados foi determinado por oxidação via úmida. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Não houve diferença significativa entre as rotações de culturas para as classes de agregados. O conteúdo de carbono nos agregados não diferiu significativamente entre as rotações de culturas. Conclui-se que o curto tempo de implantação do experimento, ciclo de três anos de rotação, não foi suficiente para expressar possíveis alterações no conteúdo de C e na estabilidade dos agregados entre as rotações de culturas.

PALAVRAS-CHAVE: estabilidade de agregados; carbono orgânico; manejo do solo.

INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto (SPD) associado à rotação de culturas afeta a dinâmica da matéria orgânica do solo, influenciando a formação, reorganização e estabilização dos agregados, bem como o conteúdo de carbono (C) do solo (CANALLI, 2009). A rotação de culturas proporciona melhorias na qualidade do solo através da manutenção e/ou incremento de matéria orgânica, criação de bioporos, maior estruturação do solo (ANDRADE; STONE;

[1]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, e-mail: luteciabsc@hotmail.com; [2]Analista em Ciência e Tecnologia, IAPAR, Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR; [3]Graduando em Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE) e Bolsista de Iniciação Cientifica no IAPAR, Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR; [4]Pós-Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Av. Carlos Cavalcante, 24.., Ponta Grossa, PR.

SILVEIRA, 2009).

A estabilidade de agregados e a matéria orgânica do solo (MOS) estão estreitamente correlacionadas e, o estado de agregação e o conteúdo de carbono orgânico são atributos que podem ser utilizados para indicar a qualidade do solo (BORGES et al. 2015).

Torres et al. (2015) avaliando alterações físicas no solo utilizando diferentes plantas de cobertura, constataram que a utilização destas associadas ao SPD, promoveram mudanças positivas na camada superficial do solo, com o aumento da estabilidade de agregados, sendo que as áreas cultivadas com poáceas se sobressaíram, especialmente a cobertura de sorgo, apresentado os melhores índices de agregação do solo, destacando-se a microporosidade, que apresentou aumento superior aos demais atributos físicos. Vezzani e Mielniczuk (2011) avaliando diferentes práticas de manejo concluíram que o não revolvimento do solo aliado à rotação de culturas com poáceas de denso sistema radicular por longo período, é capaz de recuperar a agregação e o estoque de carbono de solos degradados.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de diferentes rotações de culturas sob sistema plantio direto sobre o conteúdo de carbono e a qualidade estrutural do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido na Estação Experimental da Fazenda Modelo no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), localizada no município de Ponta Grossa, estado do Paraná, situada geograficamente a 25º07’30”S de latitude e 50º03’33’’W de longitude, com altitude aproximada de 922 m. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, de textura franco argilosa arenosa, horizonte A moderado e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, apresentando temperatura média anual de 18ºC e precipitação média anual de aproximadamente 1550 mm (IAPAR, 2018).

O experimento foi implantado em abril de 2014 e o delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis tratamentos (uma sucessão e cinco rotações de culturas num ciclo de três anos), com quatro repetições. Os tratamentos foram: Sucessão - Trigo (T)/Soja (S)/T/S/T/S; Rotação Produtor – T/S/Aveia preta (Ap)/Milho (M)/T/S; Rotação Pastagem (Ap+Azevém (Az)/S/Ap+Az/ M/Ap+Az/S); Rotação Grãos - T/S/Canola (Cnl)/M/Cevada (Cv)/S; Rotação Diversificada - Tremoço azul (Ta) + Ap/M/ Aveia branca (Ab)/ Feijão (F)/ Trigo mourisco Tm/ triticale (Tcl)/S; Rotação Fitomassa - Ap + Centeio (Ct) + Ervilhaca (Ev)/F/Tm/Ap + Ev + Nabo forrageiro (Nb)/M/Tcl + Ap + Ct/S.

Para a determinação das classes de agregados do solo, em maio de 2017, foram

coletadas amostras de solo nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm. A distribuição das classes de agregados foi realizada por meio de tamisamento a úmido pelo método descrito por Yoder (1936), adaptado por Castro Filho, Muzilli e Podanoschi (1998), utilizando-se as peneiras de malha 8; 4; 2; 1 e 0,5 mm de diâmetro. Nas classes de agregados, foi determinado o conteúdo de carbono (C), por oxidação via úmida, conforme o método descrito por Walkley e Black (1934), modificado por Nelson e Sommers (1996).

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando-se o teste F para identificar as diferenças entre os tratamentos, através do software AgroEstat (BARBOSA; MALDONADO JÚNIOR, 2012). Para os efeitos significativos foi realizada a comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As rotações de culturas não influenciaram na distribuição das classes de agregados. O conteúdo de carbono não diferiu significativamente entre as rotações de culturas, nas classes de agregados e profundidades consideradas (Tabela 1).

Possivelmente o curto tempo de implantação do experimento, ciclo de três anos de rotação, não foi suficiente para expressar alterações no conteúdo de C e na estabilidade dos agregados entre as rotações de culturas. Os resultados indicam que são necessários estudos de mais longo prazo comparando rotações de culturas para se observar possíveis diferenças entre as mesmas em relação a estabilidade estrutural do solo e carbono nos agregados.

Tabela 1 - Comparação entre as rotações de culturas para o conteúdo de carbono nas classes de agregados e profundidades do solo.

Tratamentos	Conteúdo de Carbono nas Classes de Agregados (g/dm^3)				
	19-8 mm	8-4 mm	4-2 mm	2-1 mm	1-0,5 mm
			0-5 cm		
Sucessão	21,04 a	23,77 a	25,71 a	22,40 a	21,33 a
Produtor	21,33 a	27,53 a	24,45 a	25,23 a	23,47 a
Pastagem	21,82 a	28,93 a	21,33 a	21,92 a	21,92 a
Grãos Intensivos	22,21 a	25,81 a	23,28 a	22,50 a	22,89 a
Diversificado	22,60 a	31,13 a	22,30 a	23,57 a	22,79 a
Fitomassa e MO	21,72 a	26,20 a	24,35 a	26,10 a	24,06 a
C.V. %	13,78	19,59	17,83	16,10	12,36

[1]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, e-mail: luteciabsc@hotmail.com; [2]Analista em Ciência e Tecnologia, IAPAR, Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR; [3]Graduando em Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE) e Bolsista de Iniciação Cientifica no IAPAR, Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR; [4]Pós-Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Av. Carlos Cavalcante, 24.., Ponta Grossa, PR.

				5 - 10 cm						
Sucessão	18,70	a	23,31	a	18,31	a	15,68	a	17,14	a
Produtor	21,14	a	27,32	a	19,38	a	16,75	a	17,82	a
Pastagem	19,77	a	19,97	a	17,53	a	18,51	a	16,27	a
Grãos Intensivos	18,21	a	19,62	a	22,40	a	16,56	a	18,31	a
Diversificado	18,70	a	22,32	a	18,51	a	17,92	a	18,51	a
Fitomassa e MO	16,46	a	18,80	a	16,95	a	18,31	a	15,68	a
C.V. %	12,14		23,13		17,35		9,53		9,63	
				10-20 cm						
Sucessão	14,71	a	19,38	a	16,56	a	16,17	a	15,49	a
Produtor	15,97	a	21,25	a	18,21	a	15,39	a	17,05	a
Pastagem	17,34	a	19,09	a	19,38	a	17,92	a	15,78	a
Grãos Intensivos	15,19	a	17,34	a	18,21	a	16,17	a	15,97	a
Diversificado	15,49	a	18,65	a	21,53	a	15,29	a	15,88	a
Fitomassa e MO	14,12	a	17,73	a	19,48	a	16,17	a	15,78	a
C.V. %	14,27		14,29		26,14		11,92		11,15	

Médias seguidas da mesma letra na coluna, para cada profundidade, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Corroborando, resultados obtidos por Rosa et al. (2017), mostram que no primeiro ano de avaliação, plantas de cobertura rotacionadas com milho não influenciaram no teor de C do solo. Porém, na continuidade deste estudo, com plantas de cobertura e soja no segundo ano, observaram incrementos significativos no conteúdo de C e aumento de 25% de matéria orgânica, em função do aporte de material vegetal e do efeito cumulativo da rotação de culturas. Coutinho et al. (2010) em estudo de longo duração com diferentes plantas de cobertura, verificaram maior percentual de macroagregados, em todas as profundidades de amostragem, e maiores teores de carbono nas classes de agregados do solo sob maior eficiência de espécies de poáceas, muito em função de seu sistema radicular, quando comparado a espécies de fabáceas. A elevada densidade de raízes atua de maneira física na formação e estabilização de macroagregados, além de adicionar C ao solo (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

CONCLUSÕES

As rotações de culturas não influenciaram na distribuição das classes de agregados. O conteúdo de carbono não diferiu significativamente entre as rotações de culturas, nas classes de agregados e profundidades consideradas.

O curto tempo de implantação do experimento, ciclo de três anos de rotação, não foi suficiente para expressar alterações no conteúdo de C e na estabilidade dos agregados entre as rotações de culturas. Os resultados indicam que são necessários estudos de mais longo prazo comparando rotações de culturas para se observar possíveis diferenças entre as

mesmas em relação a estabilidade estrutural do solo e carbono nos agregados.

REFERÊNCIAS

ANDRADE, R. S.; STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M. Culturas de cobertura e qualidade física de um Latossolo em plantio direto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 4, p.411-418, 2009.

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de ensaios agronômicos**. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, 2012.

BORGES, C. S. et al. Agregação do solo, carbono orgânico e emissão de CO^2 em áreas sob diferentes usos no Cerrado, região do Triângulo Mineiro. **Revista Ambiente & Água**, Taubaté, v. 10, n. 3, p.660-675, 2015.

BRONICK, C. J.; LAL, R. Soil structure and management: a review. **Geoderma**, [S.l.], v. 124, n. 1-2, p.3-22, 2005.

CANALLI, L. B. S. **Decomposição de resíduos culturais e sua contribuição nos macroagregados e na fração lábil da matéria orgânica do solo no sistema plantio direto**. 2009. 101 f. [Tese] - Curso de Agronomia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2009.

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 22, n. 3, p.527-538, 1998.

COUTINHO, F. S. et al. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, M.G. **Comunicata Scientiae**, [S.l.], v. 1, n. 2, p.100-105, 2010.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

IAPAR. **Médias históricas em estações do IAPAR**. Disponívelem: <http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070>. Acessoem: 15 fev. 2018.

NELSON, D. W.; SOMMERS, L. E. Total Carbon, Organic Carbon and Organic Matter. Methods of Soil Analysis. **Madison, Soil Sciense Society of America and American Society of Agronomy**, v. 11, p. 963-1010, 1996.

TORRES, J. L. R. et al. Atributos físicos de um latossolo vermelho cultivado com plantas de cobertura, em semeadura direta. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 39, n. 2, p.428-437, 2015.

VEZZANI, F. M.; MIELNICZUK, J. Agregação e estoque de carbono em argissolo submetido a diferentes práticas de manejo agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 35, n. 1, p.213-223, 2011.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An Examination of the Degt Jareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic acid Titration Method. **Soil Science**, Philadelphia, v. 37, n. 1, p.29-38, 1934.

YODER, Robert E. A direct method of aggregate analysis of soils and a study of the physical nature of erosion losses. **Journal Of The American Society Of Agronomy**, [S.l.], v. 28, n. 5, p.337-351, 1936.

[1]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, e-mail: luteciabsc@hotmail.com; [2]Analista em Ciência e Tecnologia, IAPAR, Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR; [3]Graduando em Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE) e Bolsista de Iniciação Cientifica no IAPAR, Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR; [4]Pós-Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), Av. Carlos Cavalcante, 24.., Ponta Grossa, PR.

VIABILIDADE DE ARMAZENAMENTO DO EXTRATO DO CARBONO DA BIOMASSA MICROBIANA EM FUNÇÃO DO TEMPO

Stallone da Costa Soares[1], Fabiane Machado Vezzani[2], Carolina Scaburi Ballestrin[3], Nerilde Favaretto[4], Gabriel Barth[5]

RESUMO: O presente trabalho teve como objetivo analisar as concentrações do carbono do extrato do carbono da biomassa microbiana ao longo do tempo, a fim de avaliar a viabilidade de armazenamento. O solo utilizado foi proveniente de área experimental manejada com dejeto líquido bovino (DLB) para produção de grãos distribuído superficialmente desde 2005 nas seguintes doses: 0, 60, 120 e 180 m^{-3} ha^{-1} ano^{-1}, localizada em Campo Demonstrativo Experimental (CDE) da Fundação ABC, Ponta Grossa-Paraná. O procedimento metodológico se deu pela leitura do carbono da biomassa microbiana (CMB) em zero, 28, 77 e 129 dias após a obtenção do extrato pelo método de extração-fumigação. Na análise de zero dia após a obtenção do extrato, os valores do CBM variaram de 69 a 124 mg C kg^{-1}, 28 dias após os valores variaram de 28 a 44 mg C kg^{-1}, em 77 e 129 dias os valores foram negativos. O conteúdo do CBM teve uma diminuição de 42 a 65 % entre zero e 30 dias após a obtenção do extrato. Logo, o armazenamento de extrato para a determinação do CBM pelo método fumigação-extração não é viável, uma vez que o carbono no extrato é perdido.

PALAVRAS-CHAVE: fumigação-extração, variação temporal do extrato, dejeto líquido bovino.

INTRODUÇÃO

O carbono da biomassa microbiana (CBM) é um dos indicadores sensíveis que pode ser utilizado no monitoramento de alterações na funcionalidade do solo (Epelde et al., 2014). A sua estimativa é útil para avaliar alterações em ecossistemas com interferência antrópica. Para sua quantificação, diversas metodologias são utilizadas, e a mais frequentes

[1]Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: stallonesoares@hotmail.com.
[2] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: vezzani@ufpr.br.
[3] [1]Mestranda em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: carolinascaburi@gmail.com.
[4] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: nfavaretto@ufpr.br.
[5] Coordenador de pesquisa do Setor de Solos e Nutrição de Plantas da Fundação ABC. E-mail: gabrielbarth@fundacaoabc.org.

são fumigação-incubação (Jenkinson & Powlson, 1976), fumigação-extração (Vance et al., 1987) e irradiação-extração (Islam & Weil, 1998).

A fumigação-extração envolve a eliminação dos microrganismos pelo clorofórmio. O carbono liberado pela morte dos microrganismos é determinado pela extração química ou digestão. As etapas do procedimento metodológico consistem em realizar a agitação, a centrifugação e a filtragem em papel filtro para obter o extrato a ser analisado. Entretanto, por ser um procedimento demorado, em situações com número elevado de amostras, é necessário mais de um dia para realizar a leitura do carbono no extrato. Nestes casos, o armazenamento do extrato é imprescindível.

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo analisar as concentrações do carbono do extrato do carbono da biomassa microbiana ao longo do tempo, a fim de avaliar a viabilidade de armazenamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido a partir de solo proveniente de proveniente de área experimental manejada com dejeto líquido bovino (DLB) para produção de grãos distribuído superficialmente desde 2005 nas seguintes doses: 0, 60, 120 e 180 m^{-3} ha^{-1} ano^{-1}, localizada em Campo Demonstrativo Experimental (CDE) da Fundação ABC, Ponta Grossa-Paraná, pelo método de fumigação-extração de Vance et al. (1987). Após a obtenção do extrato, o procedimento metodológico se deu pela leitura do CMB em zero, 28, 77 e 129 dias após a extração, em duplicata.

Após a extração, a alíquota ficou armazenada em – 4 ºC. A cada leitura, a alíquota foi colocada em temperatura ambiente até seu descongelamento e assim realizada a leitura do carbono pelo método fumigação-extração. O efeito do armazenamento do CBM foi analisado pelo teste de Tukey em nível de 5 % de significância utilizando o programa estatístico ASSISTAT BETA 7.7.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A tabela 1 apresenta os valores da análise de variância do CBM em função do tempo. Não foi possível obter análise estatística dos 77 e 129 dias porque os valores foram negativos.

Tabela 1. Carbono da biomassa microbiana em função do tempo de avaliação do extrato.

		Dias após extração			
		0	28	77	129
Fator		CMB (mg C kg^{-1})			
Doses	0	69	28	VN	VN
	60	72,	42	VN	VN
	120	90	48	VN	VN
	180	124	44	VN	VN
Profundidade	0-5 cm	75	34	VN	VN
	5-10 cm	124	47	VN	VN

VN =valores negativos.

Verificou-se a diminuição do conteúdo do CBM ao longo do tempo. Na dose de 0 m^{-3} DLB ha^{-1} ano^{-1} da leitura com 30 dias após a obtenção do extrato houve uma diminuição de CBM em cerca de 60 % em relação a zero dia após a extração. Houve diminuição também nas demais doses. O decréscimo foi de 42 %, 47 % e 65 % nas doses de 60, 120 e 180 m^{-3} DLB ha^{-1} ano^{-1}, respectivamente, entre zero e 28 dias de avaliação. Em relação à profundidade, a mesma tendência se apresentou. De 0-5 cm, o CBM diminuiu em 55 % de zero a 28 dias após a extração, e na profundidade de 5-10 cm, essa diminuição foi de 63 %.

Para as análises dos 77 e 129 dias após a extração, os valores do CBM foram negativos, o que releva a perda do conteúdo de carbono presente no extrato.

Alguns trabalhos relatam a variabilidade dos atributos microbiológicos com o armazenamento de solo. Winter et al. (1994) concluíram que o armazenamento de solo congelado a -15 °C por até 170 dias não afetou o CBM determinada pelo método da fumigação-extração. Porém, não recomendaram o uso de amostras previamente congeladas na determinação da biomassa microbiana em função do método testado, uma vez que a mortalidade microbiana pode ter sido mascarada pelo aumento da eficiência do método provocado pela desagregação do solo congelado.

Trabalho similar foi feito com solo por Cernohlávková et al. (2009). Esses autores avaliaram o efeito das condições de armazenamento até 32 semanas sobre o CBM e identificaram que não houve efeito significativo pelo armazenamento até 4 semanas. A

[1]Mestrando em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: stallonesoares@hotmail.com.
[2] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: vezzani@ufpr.br.
[3] [1]Mestranda em Ciência do Solo, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: carolinascaburi@gmail.com.
[4] Docente, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola/UFPR. E-mail: nfavaretto@ufpr.br.
[5] Coordenador de pesquisa do Setor de Solos e Nutrição de Plantas da Fundação ABC. E-mail: gabrielbarth@fundacaoabc.org.

diminuição do CBM foi observada entre 8-16 semanas.

MacLeod e Calcott (1976) afirmaram que fatores como temperatura de armazenamento, taxa de congelamento e descongelamento, tempo de armazenamento podem interferir na mortalidade microbiana em amostra armazenadas sob refrigeração ou congelamento. Acredita-se que esses fatores podem ter causado a perda de viabilidade do extrato no presente estudo.

CONCLUSÕES

A partir deste estudo, concluiu-se, a partir de análises laboratoriais, que o armazenamento do extrato para determinação do carbono da biomassa microbiana pelo método fumigação-extração não é viável. Recomenda-se, assim, que as análises sejam realizadas logo após a extração.

REFERÊNCIAS

Cernohlávková J1, Jarkovský J, Nesporová M, Hofman J. Variability of soil microbial properties: effects of sampling, handling and storage. **Ecotoxicol Environ Saf**. 2009. v;72(8):2102-8. doi: 10.1016/j.ecoenv.2009.04.023.

Epelde L, Burges A, Mijangos I, Garbisu C. Microbial properties and attributes of ecological relevance for soil quality monitoring during a chemical stabilization field study. **Applied Soil Ecology**. 2014.v. 75, p.1-12. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.10.003.

Islam KR & Weil RR. Microwave irradiation of soil for routine measurement of microbial biomass carbon. **Biol. Fertil. Soils**, 27:408-416, 1998. https://doi.org/10.1007/s003740050451.

Jenkinson DS & Powlson DS. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomassa. **Soil Biology & Biochemistry**, Elmsford, v.8, p.209-213, 1976. https://doi.org/10.1016/0038-0717(76)90005-5.

MacLeod RA & Calcott PH. Cold shock and freezing damage to microbes. In: GRAY, T.R.G.; POSTGATE, J. R. **The survival of vegetative microbes.** Cambridge: Cambridge University Press, 1976. p. 81-109. https://doi.org/10.1002/jobm.19770170517.

Vance ED, Brookes PC, Jenkinson DS. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. **Soil Biology & Biochemestry**. 1987;19:703–707. https://doi.org/10.1016/0038-0717(87)90052-6**.**

Winter JP, Zhang Z, Tenuta M, Voroney RP. Measurement of microbial biomass by fumigation-extraction in soil stored frozen. **Soil Sci. Soc. Am. J**. 1994. v. 58, p. 1645- 1651. DOI: 10.2136/sssaj1994.03615995005800060010x.

DENSIDADE E POROSIDADE COMO POSSÍVEIS CAUSADORES DO MAU DESENVOLVIMENTO DA SOJA EM ÁREA COMERCIAL

Vagner Pavezzi Framesqui[1], Antônio Carlos Berto Júnior[2], Marcelo Alessandro Araújo[2], Simone Lemes de Souza[1]

RESUMO: O presente trabalho consistiu na avaliação da densidade e porosidade do solo, em uma área agrícola comercial, na qual vinha sendo observada redução de produtividade. Para efeito de avaliação foram separadas dentro da mesma propriedade e posição no relevo duas áreas, sendo uma que visivelmente as plantas de soja estavam pouco desenvolvidas (Área Ruim) e outra que o desenvolvimento aparentava estar normal (Área Boa). Foram coletadas em cada área, no centro da camada de 0,05 a 0,15 m de profundidade, vinte amostras com estrutura indeformada, que foram utilizadas para determinação da porosidade (macro, micro e total do solo) e densidade do solo. Os dados foram submetidos ao teste de média e os resultados encontrados mostraram maiores valores de densidade na "Área boa". Já para a porosidade os resultados mostraram que não ocorreu diferença significativa em nenhum dos três parâmetros avaliados (macro, micro e porosidade total). Em síntese os resultados mostraram que, se na Área Ruim existem problemas relativos à compactação do solo, tanto a densidade quanto a porosidade não foram sensíveis em evidenciá-los, sendo necessárias outras investigações, utilizando outros parâmetros (abióticos e bióticos) para tentar elucidar as possíveis causas do problema existente na área.

PALAVRAS-CHAVE: compactação, plantio direto, *Glycine max*.

INTRODUÇÃO

Em áreas agrícolas comerciais muitas vezes o produtor se depara com manchas e/ou zonas que visivelmente apresentam mau desenvolvimento, evidenciado pelo crescimento reduzido das plantas em comparação as zonas não afetadas, dentro da mesma propriedade. Por vezes é comum ocorrer redução significativa na produtividade em função da existência dessas manchas. Várias podem ser as causas responsáveis por esse problema, desde a ocorrência de fitopatógenos (fungos, nematoides, etc.), até problemas relacionados a compactação do solo. Portanto, dependendo do tamanho da área onde ocorram essas manchas, a investigação e descoberta das reais causas torna-se de extrema importância,

[1]Engenheiro Agrônomo, Maringá – PR, e-mail: framesqui@hotmail.com
[2]UEM, Campus do Arenito - CAR, Cidade Gaúcha – PR, e-mail: maaraujo2@uem.br

servindo de ferramenta na tomada de decisão de qual a melhor prática de manejo deve ser adotada para resolver e/ou mitigar o problema.

Neste sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a densidade e porosidade do solo, em uma área agrícola comercial que apresenta solo de textura muito argilosa, na qual notadamente vinha sendo observado ao longo das últimas três safras, redução da produtividade da soja. Para efeito de avaliação foram separadas, dentro da mesma propriedade e posição no relevo, duas áreas, sendo uma que visivelmente as plantas de soja estavam pouco desenvolvidas (Área Ruim) e outra que o desenvolvimento aparentava estar normal (Área Boa).

MATERIAL E MÉTODOS

Com o objetivo de diagnosticar se as manchas da "Área Ruim" possuem relação com parâmetros ligados a qualidade física do solo, foi realizado em janeiro de 2019 coleta de solo com estrutura indeformada através de amostrador e cilindros específicos, visando determinar a densidade e a porosidade do solo (macro, micro e porosidade total) seguindo a metodologia descrita em Embrapa (1997). Em cada uma das duas áreas foram coletados, no centro da camada de 0,05 a 0,15m, vinte cilindros (densidade e poros), totalizando quarenta cilindros. O solo das áreas amostradas possui textura classificada como muito argilosa (87% de argila). As duas áreas onde foi realizada a coleta dos dados pertencem à mesma propriedade agrícola, situam-se na mesma posição no relevo, e estão localizadas na região de Maringá - PR

Após a análise das amostras em laboratório e tabulação dos dados, foram confeccionados gráficos com os resultados nos quais foi aplicado o intervalo de confiança da média a 95% ($p < 0,05$), para comparação estatística dos dados. De acordo com Payton et al. (2000), as médias são consideradas estatisticamente diferentes quando não há sobreposição dos limites superior e inferior das barras dos intervalos de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 estão apresentados os resultados dos valores médios de densidade do solo (Ds), obtidos nas duas áreas avaliadas. As barras indicam o intervalo de confiança da média. A análise dos resultados mostra valores significativamente maiores de Ds na "Área Boa". Isso indica que, para este parâmetro, esta área apresentou comportamento abaixo do esperado.

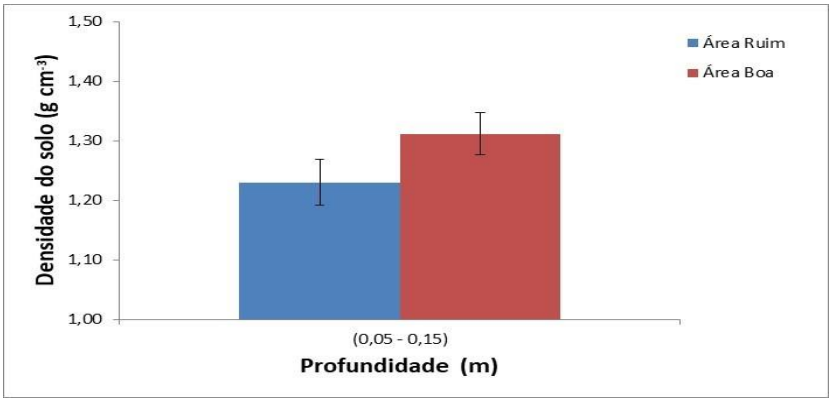


Figura 1. Valores médios de densidade do solo para as duas áreas avaliadas.

Os valores médios de macro (Ma), micro (Mi) e porosidade total do solo (Pt) são apresentados na figura 2 para as duas áreas avaliadas. As barras indicam o intervalo de confiança da média.

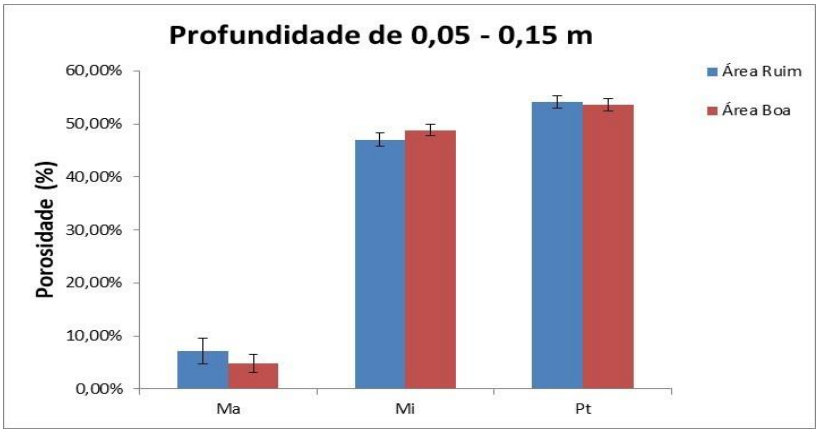


Figura 2. Macro (Ma), Micro (Mi) e Porosidade Total (Pt) nas duas áreas avaliadas.

A análise estatística mostrou que não ocorreu diferença significativa em nenhum dos três parâmetros de porosidade avaliados (macro, micro e porosidade total). Porém, houve tendência de maiores valores de macroporosidade e porosidade total na "Área Ruim". Por outro lado, a microporosidade foi maior na "Área Boa". Os resultados de macroporosidade indicam correlação com o comportamento da Ds. Entretanto, em ambas as áreas os valores ficaram abaixo de 10%, valor este adotado na literatura como sendo mínimo para que ocorram trocas gasosas de forma eficiente no solo (Xu et al., 1992).

A microporosidade diz respeito aos poros responsáveis pela retenção de água no solo. Neste caso, a "Área Boa" apresentou valores ligeiramente superiores aos encontrados na "Área Ruim". A diferença é menor que dois pontos percentuais (mais precisamente 1,8%),

[1]Engenheiro Agrônomo, Maringá – PR, e-mail: framesqui@hotmail.com
[2]UEM, Campus do Arenito - CAR, Cidade Gaúcha – PR, e-mail: maaraujo2@uem.br

mas pode influenciar positivamente no suprimento de água para as plantas sobretudo em anos mais secos.

Com relação a porosidade total, como se trata do somatório dos dados de macro e microporos, já era esperado maior valor na "Área Ruim", uma vez que esta área apresentou maiores valores de macroporos.

CONCLUSÕES

A densidade do solo apresentou valor significativamente maior na "Área Boa".

Os dados de porosidade não diferiram significativamente. E, em nenhuma das áreas a macroporosidade foi superior a 10%.

Aparentemente, as limitações verificadas na "Área Ruim" não tiveram relação direta com a densidade e porosidade do solo, sendo necessárias outras investigações, utilizando outros parâmetros (abióticos e bióticos) para tentar elucidar as possíveis causas do problema existente na área.

REFERÊNCIAS

Embrapa. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Manual de métodos de análises de solos. 2. ed. Rio de Janeiro, 1997, 212 p.

Payton, M. E.; Miller, A. E. & Raun, W. R. Testing statistical hypotesis using standard error bars and confidence intervals. Commun. Soil Sci. Plant. Anal., 31:547-551. 2000.

Xu, X.; Nieber, J. L. & Gupta, S. C. Compaction effect on the gas diffusion coefficient in soils. Soil Sci. Soc. Am. J., 56:1743-1750, 1992.

INOCULAÇÃO E COINOCULAÇÃO DE SOJA EM ÁREAS DE ALTO RENDIMENTO

Marciane Gonçalves dos Santos[1], David Carvalho de Oliveira[1], Jefferson da Silva[1], Thiago Ranzan[2]

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar as melhores opções no aproveitamento do nitrogênio pela cultura da soja através de diferentes inoculações e coinoculações. A relevância do estudo se dá pela representatividade da soja dentro do cenário econômico brasileiro, sendo o Brasil o segundo maior produtor mundial do grão, e a soja uma das maiores comodities do mercado agrícola mundial. O experimento foi desenvolvido a campo no ano agrícola de 2017/2018, na fazenda Morro Alegre, Lapa/PR. Foi utilizado delineamento de blocos ao acaso e foram avaliados sete tratamentos: 1- Sem inoculação; 2- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*; 3- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação de *Azospirillum brasilense;* 4- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 5- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* no estágio V3-V4; 6- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 7- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum,* coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4; com cinco repetições cada. Os tratamentos não mostram diferenças significativas dentro dos parâmetros avaliados, entretanto diferenças quantitativas relevantes foram observadas.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio, fixação biológica, produtividade.

INTRODUÇÃO

Segundo a CONAB(2018) na safra de 2000/2001 o Brasil contava com uma área de soja de 13,969 milhões de ha^{-1}, já para a safra de 2017/2018 a área subiu para 35,100 milhões de ha^{-1}, a área destinada a oleaginosa teve um crescimento de 19,131 milhões de ha^{-1} nesse período, e sua média produtiva é de 3.333 kg/ha^{-1}.

O nitrogênio é um dos nutrientes mais requisitados pelas culturas vegetais, a soja em

[1]Estudante de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1.155, Prado Velho CEP 80.215-901 Curitiba, Paraná. E-mail: marcianegoncalves0@gmail.com, navisco@gmail.com, jeffersonsilva844@yahoo.com.br
[2]Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: Thiago.ranzan@pucpr.br

especial tem uma alta demanda que se deve ao seu alto teor de proteína contida no grão. Para se produzir 1000kg do grão sabe-se que são necessários 80kg de N (HUNGRIA et.al.2007).

Para suprir essa demanda uma estratégia viável é o uso de bactérias fixadoras de nitrogênio, uma saída economicamente viável que também traz inúmeros benefícios financeiros e ambientais, além de um incremento significativo de produção (HUNGRIA,2001; ZUFFO,2016).

O uso adequado da inoculação biológica de nitrogênio, feito a partir de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* beneficiam todas as áreas cultivadas com soja dentro do país e resultam em uma economia anual de US$ 8 bilhões para o Brasil, causado pela baixa utilização de fertilizantes nitrogenados (HUNGRIA, 2011).

Dentre as bactérias fixadoras de nitrogênio atmosférico as mais comuns são *Rhizobium* e *Bradyrhizobium*, estas infectam raízes de diversas leguminosas. Após sua infecção ocorre um processo de simbiose, onde as bactérias fornecem o N para a planta enquanto a planta fornece moléculas de carbono para a bactéria (RAVEN, 2014).

Já as bactérias do gênero *Azospirillum* apresentam considerável potencial agrícola, principalmente em gramíneas, onde apresentam mecanismos que estimulam o desenvolvimento radicular da planta e a fixação biológica. A associação dos múltiplos organismos é denominada de coinoculação.

A coinoculação de bactérias já é utilizada em países como África do Sul e Argentina. Onde observa-se um maior crescimento radicular, maior potencial de nodulação e resposta positiva na interação de bactérias diazotróficas, especialmente as do gênero *Azospirillum brasilense* e *Bradyrhizobium japonicum*, no Brasil os estudos ainda se mostram incipientes (BÁRBARO et.al.2011; ZUFFO, 2016).

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação e coinoculação no rendimento da soja em uma área de alto rendimento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em novembro de 2017, em área pertencente a fazenda Morro Alegre, situada na cidade da Lapa/PR.

A área onde foi conduzido o experimento contou nos últimos anos com as seguintes culturas: Soja, aveia preta, milho, cevada, soja e aveia branca.

A cultivar escolhida para o experimento foi a soja NS6209 da Nidera Sementes. A adubação de base seguiu a recomendação prescrita no Manual de Adubação e Calagem do Estado do Paraná (SBSC/NEPAR, 2017). Utilizou-se o formulado 00.20.20 na dosagem de

6,2 sacos por ha, ou 0 Kh/há de N, 124 kg/ha de P e K, e 12,9 sementes por metro linear plantado.

Para o tratamento fitossanitário foram utilizados: inseticida CropStar (Imidacloprido/Tiodicarbe), fungicida Protreat (Carbendazim/Tiram), enraizador Fertictyl Leg (Quelato de Molibdênio/Quelato de Cobalto), todos seguindo a recomendação do fabricante sobre quantidades e períodos de uso. O delineamento experimental adotado foi o de blocos ao acaso, com sete tratamentos e cinco repetições. Cada parcela foi composta de oito linhas com espaçamento de 0,5m entre linhas e 5m de comprimento. Para determinação das variáveis foi utilizada uma parcela útil, que foram as quatro linhas centrais da parcela, retirando-se 0,5m em cada uma das extremidades (1 linha), perfazendo um total de 8m² de parcela útil.

Foram avaliados sete tratamentos: 1- Sem inoculação; 2- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* (SEMIA 5079 e SEMIA 5080); 3- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação de *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6; 4- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e inoculação foliar no estágio V30V4; 5- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 6- Sem inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* e com coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4; 7- Inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, coinoculação de *Azospirillum brasilense* e inoculação foliar no estágio V3-V4.

Com relação a produtividade: a soja atingiu o estágio R8 estando apta a colheita, s partir desta fase foram colhidas todas as plantas dentro da parcela útil, as quais foram trilhadas e determinada a massa de grãos, a partir deste valor foi estimada a produtividade de cada parcela.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e comparadas pelo teste de Turky (≤ 0,05). A plotagem gráfica foi realizada com o auxílio do software Excel.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os parâmetros avaliados nesse experimento estão relacionados diretamente a fixação biológica de nitrogênio, e a produtividade da soja.

Com relação as avaliações de nodulação não foram encontradas diferenças estatísticas

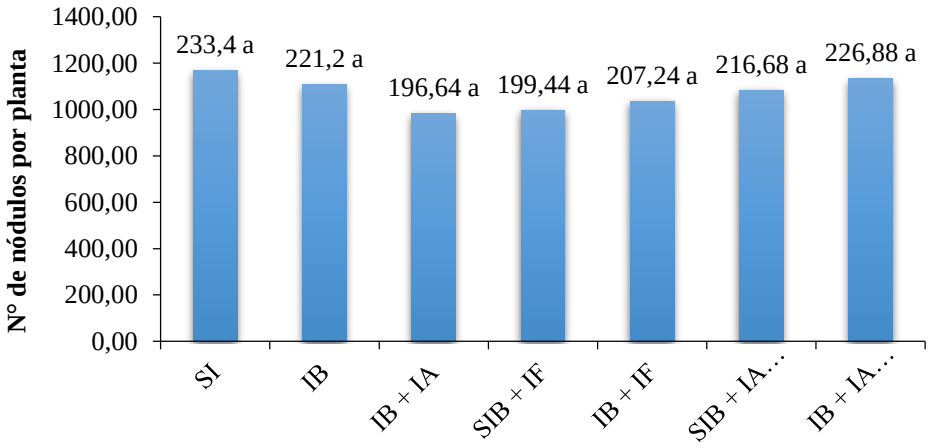
[1]Estudante de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1.155, Prado Velho CEP 80.215-901 Curitiba, Paraná. E-mail: marcianegoncalves0@gmail.com, navisco@gmail.com, jeffersonsilva844@yahoo.com.br
[2]Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: Thiago.ranzan@pucpr.br

entre os resultados obtidos.

Os dados obtidos na avaliação do estágio R1 mostram uma concentração de até 233 nódulos por planta (Figura 1), resultados que discordam com Câmara (2014), onde em dois anos agrícolas consecutivos (2000/2001 e 2001/2002) foi desenvolvido um experimento de avaliação de nodulação, onde o autor encontrou uma média de 17 nódulos por planta no estágio R1/R2. Estágio de maior nodulação segundo Câmara (2014), em função do seu crescimento e demanda nutricional.

De acordo com Hungria (2007), uma planta de soja em período de florescimento deve apresentar entre 15 e 30 nódulos para ser considerada bem nodulada. Considerando tal afirmativa, podemos observar nesse experimento que todos os tratamentos apresentam resultados muito superiores em relação a quantidade de nódulos considerados necessários para Hungria (2007), o que facilita o processo de fixação biológica de nitrogênio bem como o fluxo do mesmo para a planta.

Figura 1. Número de nódulos por planta no estágio R1.



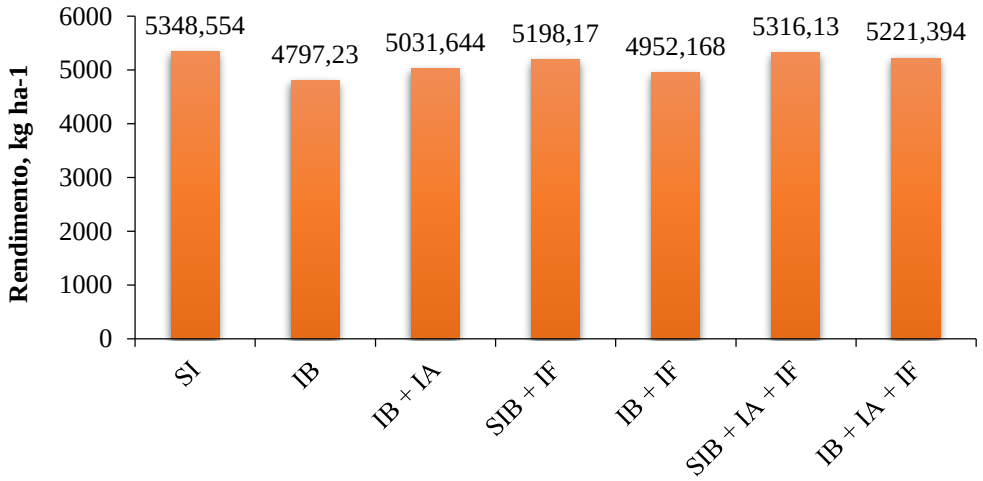
Fonte: O autor, 2018
CV = 15,49% DMS = 337,43390

A determinação do rendimento foi realizada apenas na parcela útil (8m²), sendo estimada a produção após os grãos serem limpos e pesados com umidade de 13%.

Analisando a Figura 2 os resultados indicam que não houve diferenças estatísticas entre os tratamentos.

Nota-se que a produtividade obtida no experimento é bem acima da média nacional dos sojicultores, que de acordo com a CONAB (2018) é de 3.333 kg/ha^{-1}, essas produtividades alcançadas podem estar relacionadas com as condições climáticas favoráveis que ocorreram no período.

Figura 2. Rendimento de grãos de soja em função da inoculação e coinoculação de grãos a 13% de umidade.



Fonte: O autor, 2018
CV = 8,15% DMS = 847,45520

CONCLUSÕES

O rendimento de grãos da soja não foi alterado pela inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* e coinoculação com *Azosperillum brasilense*.

O uso ou mesmo associação de *Azosperillum brasilense* ainda demanda de mais estudos para serem totalmente elucidados, entretanto alguns dados mostram benefícios da sua associação na inoculação, principalmente na produção e disponibilidade de N para a planta.

Não ter diferenças de produção entre os tratamentos e a testemunha provavelmente se deve ao fato da área ser destinada ao cultivo da soja sucessivamente inoculada, favorecendo a biota do solo e a fixação biológica de nitrogênio, mesmo das plantas não inoculadas. Entretanto esse fato não exclui a necessidade da inoculação da semente em áreas que visem altas produtividades.

A inoculação da semente realizada juntamente com a adição de fungicidas e inseticidas pode prejudicar o processo de nodulação, há a necessidade de reavaliar essa prática, ensaios que tragam a inoculação no sulco e na semente são necessários para avaliar a influência dos químicos na formação de nódulos.

REFERÊNCIAS

[1]Estudante de Agronomia da Pontifícia Universidade Católica do Paraná. Rua Imaculada Conceição, 1.155, Prado Velho CEP 80.215-901 Curitiba, Paraná. E-mail: marcianegoncalves0@gmail.com, navisco@gmail.com, jeffersonsilva844@yahoo.com.br
[2]Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Pontifícia Universidade Católica do Paraná. E-mail: Thiago.ranzan@pucpr.br

BÁRBARO, I. M. et. al. **Resultados preliminares da co-inoculação de *Azospirillum* juntamente com *Bradyrhirobium* em soja.** Pesquisa & Tecnologia, vol 8, n. 2, Jul-Dez 2011. Disponível em: < http://www.aptaregional.sp.gov.br/acesse-os-artigos-pesquisa-e-tecnologia/edicao-2011/2011-julho-dezembro/853-resultados-preliminares-da-co-inoculacao-de-azospirillum-juntamente-com-bradyrhizobium-em-soja/file.html> Acesso em: 18 mar. 2019.

CÂMARA, G. M. de S. **Fixação biológica de nitrogênio em soja.** Piracicaba: IPNI, Informações Agronômicas Nº 147. Set. 2014. Disponível em: < http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/B7FB85D4FAD745CF83257D660046A90D/$FILE/Page1-9-147.pdf.> Acesso em: 19 mar. 2019.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Séries históricas.** 2017. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1252&t=2&Pagina_objcmsconteudos=3#A_objcmsconteudos> Acesso em: 22 mar. 2019.

HUNGRIA, M. et. al. **Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja**. Embrapa Soja. Londrina, ago. 2001. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/459673/1/circTec35.pdf> Acesso em: 29 mar. 2019.

HUNGRIA, M. et al. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja:** componente essencial para a competitividade do produto brasileiro. Embrapa Soja. Londrina, jun. 2007. Disponível em: < https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/468512/a-importancia-do-processo-de-fixacao-biologica-do-nitrogenio-para-a-cultura-da-soja-componente-essencial-para-a-competitividade-do-produto-brasileiro> Acesso em: 29 mar. 2019.

Hungria, Mariângela **Inoculação com Azospirillum brasiliense**: inovação em rendimento a baixo custo / Mariangela Hungria. – Londrina: Embrapa Soja, 2011. 36p. – (Documentos / Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.325). Disponível em < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/29560/1/DOC325.2011.pdf > Acesso em: 29 mar. 2019.

RAVEN, P. H. **Biologia Vegetal.** 8ª ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2014. 837 p.

ZUFFO, A. M. **Aplicações de *Azospirillum brasilense* na cultura da soja.** 2016. 101 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Lavras, Lavras: UFLA, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/11125/1/TESE_Aplica%C3%A7%C3%B5es%20de%20Azospirillum%20brasilense%20na%20cultura%20da%20soja.pdf> Acesso em: 23 mar. 2019.

AUTOMAÇÃO DA VARIÁVEL TEMPO NA DETERMINAÇÃO DA CONDUTIVIDADE HIDRÁULICA DO SOLO SATURADO

Camila Pereira Cagna[1], Osvaldo Guedes Filho[2], Alexandre Rodrigues Chagas[2]

RESUMO: O objetivo do trabalho é desenvolver um sistema automatizado de aquisição da variável tempo para cálculo da condutividade hidráulica do solo saturado com a plataforma Arduino. Para determinar a condutividade hidráulica foi utilizado o permeâmetro de carga decrescente. Para a automação da variável tempo, foi utilizado a placa Arduino Uno e instalados dois sensores de nível de água analógico nas respectivas alturas (h0 e h1). Para testar o equipamento, foram coletadas amostras de solo indeformado na camada de 0,0-0,10 m, saturadas e divididas em dois grupos: a) método da carga decrescente com arduino; b) método da carga decrescente com o cronômetro. Os resultados obtidos mostraram que a obtenção da variável tempo automatizada promove uma precisão nos resultados quando comparados com as obtidas pelo cronômetro, mesmo não apresentando diferença significativas. Isso ocorre devido ao atraso que o ser humano tem em disparar ou parar ou cronômetro. Desta forma, a automação da variável tempo é viável por apresentar baixo custo de implantação e utilizar uma plataforma de acesso livre.
.

PALAVRAS-CHAVE: arduino, sensores de água, automação.

INTRODUÇÃO

A condutividade hidráulica do solo saturado (K_{sat}) é um parâmetro físico que expressa a facilidade com que a água se movimenta no perfil do solo, sendo de extrema importância o seu conhecimento para preservação do solo (Gubiani et al., 2010). Esta medida quando realizada pelo método da carga decrescente (Reynolds; Elrick, 2002), utiliza amostras indeformadas de solo saturadas e submetidas a uma carga variável. Entretanto, neste método é medido com o cronômetro, o tempo que a água demora para passar de uma altura h_0 para h_1. Podendo ocorrer erros de leitura devido a sensibilidade humana, diminuindo a precisão da análise. Desta forma, há necessidade da automatização dessa medida utilizando sensores para a contagem do tempo.

Para o uso de sensores, é necessário um sistema de aquisição de dados. Porém, na

[1]Graduanda, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul - PR, camila.peehcagna@gmail.com.
[2]Professor, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul - PR

maioria das vezes a sua implementação tem alto custo e exige conhecimento avançado de programação. Com isso é necessário a utilização de ferramentas de baixo custo e fácil utilização. Sendo assim, o Arduino surgiu como uma plataforma de aquisição de dados que atende esses quesitos.

Desta maneira, o objetivo do trabalho é desenvolver um sistema automatizado de aquisição de dados da variável tempo através de sensores de presença de água, para ser utilizado no cálculo da condutividade hidráulica do solo saturado com a plataforma Arduino.

MATERIAL E MÉTODOS

O permeâmetro de carga decrescente foi feito conforme a metodologia de Reynolds; Elrick (2002), desenvolvido no laboratório de Física do Solo da UFPR – Campus Jandaia do Sul (Universidade Federal do Paraná). Para a automação da variável tempo, foi utilizado a placa Arduino Uno e instalados dois sensores de nível de água analógico nas respectivas alturas (h_0 e h_1). Foi feito o algoritmo conforme a necessidade da metodologia. Quando o orifício na parte inferior do recipiente é aberto para o escoamento de água, os dois sensores estarão detectando que há água em ambas alturas a partir do momento em que a água for baixando o nível e chegar na parte inferior do sensor na altura h_0 demonstrará que não há água. A partir disso, o arduino começa a contar o tempo até que o sensor na altura h_1 detecte que não há presença de água, demostrando quanto tempo demorou para a água chegar da altura h_0 para h_1. O deslocamento de água sobre a amostra de solo, de altura L, no tempo t, corresponde a um deslocamento de água entre duas alturas (h_0 e h_1), e a K_{sat} pode então ser calculada por meio da equação:

$$Ksat = \left(\frac{L}{t}\right) \times \ln\left(\frac{h_0}{h_1}\right) \quad (1)$$

Em que:

L - é a altura do anel com solo, m; h_0 - altura do primeiro ponto, m; h_1 - altura do segundo ponto, m; t - é o tempo, s; K_{sat} - é a condutividade hidráulica do solo saturado, m s^{-1} .

Para testar o equipamento, foram coletadas amostras de solo indeformado em área de produção orgânica de morango em sistema plantio direto e preparo convencional. As amostras foram coletadas com anéis volumétricos (5 cm de diâmetro e 5 cm de altura) na camada de 0,0-0,10 m, saturadas e divididas em dois grupos para a medida de K_{sat}, com diferentes estratégias: a) método da carga decrescente com arduino; b) método da carga decrescente com o cronômetro.

O intervalo de confiança da média foi adotado como critério estatístico para

discriminação e comparação dos efeitos das estratégias de medida na condutividade hidráulica do solo saturado. Considerar-se que houve diferenças significativas entre os sistemas de manejo quando não houver sobreposição dos limites superior e inferior (PAYTON et al., 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados dos testes realizados com os sensores e com o cronômetro nos distintos tratamentos são mostrados na Figura 1. No tratamento PD-C/S, obteve valor médio da variável tempo de 30,33 segundos e no PD-S/S 32,73 segundos, não apresentando diferenças estatísticas entre os tratamentos. O mesmo ocorreu com os tratamentos PC-C/S e PC-S/S, o qual obtiveram respectivamente médias de 45,5 e 48,36 segundos. Apesar desses valores não terem apresentado diferenças estatísticas entre si, percebe-se que o tempo sempre foi menor quando utilizado o sensor, demonstrando a falha humana na percepção e ação.

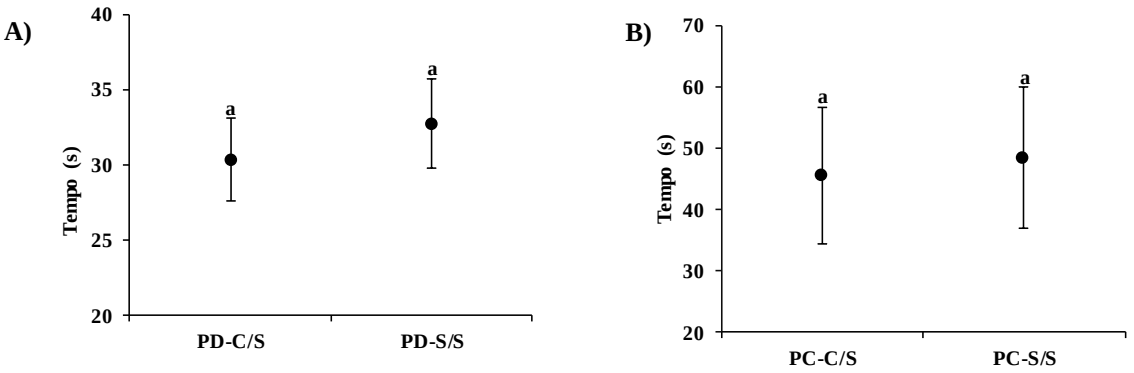


Figura 1. Valores médios da variável tempo dos tratamentos de plantio direto de morango orgânico com aquisição de dados pelos sensores (PD-C/S), de plantio direto de morango orgânico com aquisição de dados pelo cronômetro (PD-S/S), plantio convencional de morango orgânico com aquisição de dados pelos sensores (PC-C/S), plantio convencional de morango orgânico com aquisição de dados pelo cronômetro (PC-S/S). Médias seguidas de letras iguais não se diferem estatisticamente entre si.

Os resultados da condutividade hidráulica do solo não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos e são apresentados abaixo (Figura 1). O tratamento PD-C/S apresentou o menor valor de condutividade hidráulica (0,00037 m s^{-1}), e o PD-S/S o maior valor (0,00039 m s^{-1}). No plantio convencional, o tratamento PC-C/S apresentou o maior valor de condutividade hidráulica (0,00031 m s^{-1}), e o tratamento PC-S/S o menor (0,00028 m s^{-1}).

Apesar desses valores serem bem próximos entre si, fica vidente a precisão que o uso dos sensores promove em relação ao cronômetro. Visto que as medidas foram feitas ao mesmo tempo para os dois métodos, não tendo influência de um método ser feito primeiro

[1]Graduanda, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul - PR, camila.peehcagna@gmail.com.
[2]Professor, UFPR – Universidade Federal do Paraná, Jandaia do Sul - PR

que o outro e causar danos à amostra, modificando sua estrutura e consequentemente os resultados. Por ser uma análise muito utilizadas para fins científicos, a automação da variável tempo é um avanço para melhorar a precisão dos dados obtidos. Além disso, a construção do aparato é considerada de baixo custo e a plataforma Arduino é um software livre.

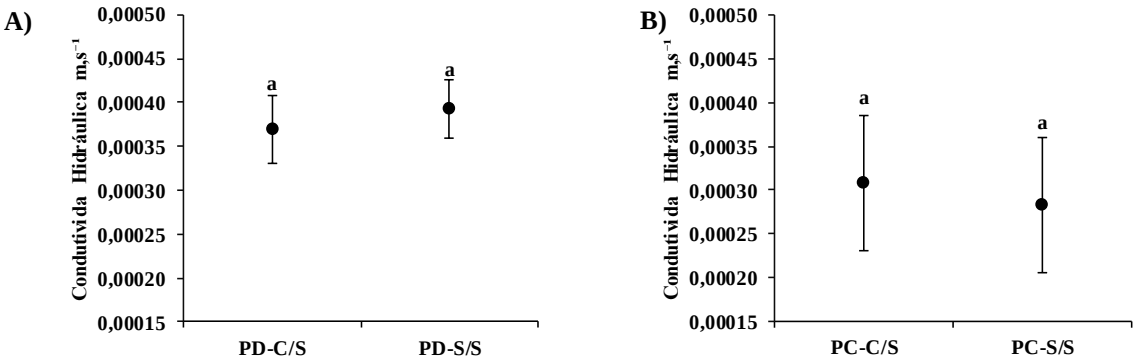


Figura 1. Valores médios da condutividade hidráulica do solo saturado pelo método da carga decrescente, dos tratamentos de plantio direto de morango orgânico com aquisição de dados pelos sensores (PD-C/S), de plantio direto de morango orgânico com aquisição de dados pelo cronômetro (PD-S/S), plantio convencional de morango orgânico com aquisição de dados pelos sensores (PC-C/S), plantio convencional de morango orgânico com aquisição de dados pelo cronômetro (PC-S/S). Médias seguidas de letras iguais não se diferem estatisticamente entre si.

CONCLUSÕES

A automação da variável tempo é viável por apresentar baixo custo de implantação e utilizar uma plataforma de acesso livre.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ pela bolsa de iniciação científica e tecnológica concedida.

REFERÊNCIAS

GUBIANI, P. I. et al. Permeâmetro de carga decrescente associado a programa computacional para a determinação da condutividade hidráulica do solo saturado. Revista Brasileira de Ciência do solo, v.34, n.3, 2010. Acessado em 02/02/2019. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-06832010000300041.

PAYTON, M.E.; MILLER, A. E. & RAUN, /W.R. Testing statistical hypotesis using estandard error bars and confidence intervals. Commum. Soil Scin. Plant. Anal., 31:547-551. 2000.

REYNOLDS, W.D.; ELRICK, D.E. Hydraulic Conductivity of Saturated Soils, Constant Head Method. In: Methods of Soil Analyses, Part 4, Physical Methods, Book Series 5, Soil Science Society of America, Madison, WI, 694-700, 2002.

ANTECIPAÇÃO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA E ÍNDICE NUTRICIONAL NITROGENADO DO MILHO EM SISTEMA DE INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA

Luryan Tairini Kagimura[1], Rosangela Corrêa de Lima[1], Tagriani Simioni Assmann[2], Matheus Ruan Panis[3], Gustavo Ferronatto[3]

RESUMO: A adubação de sistemas objetiva a utilização de fertilizantes de forma consciente e sustentável. Dessa forma, estratégias que visam o melhor aproveitamento dos nutrientes no sistema se apresentam como boas alternativas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes estratégias de antecipação da adubação nitrogenada sobre o índice nutricional nitrogenado (INN) de plantas de milho cultivadas em sistema de integração lavoura-pecuária. O delineamento experimental foi blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema fatorial 2x2**.** O primeiro fator representou doses de nitrogênio aplicadas antes do plantio do milho, nas doses de 100 e 240 kg N ha^{-1}. Já o segundo fator foi representado pela época de coleta das plantas aos 55 e 87 dias após a semeadura. Foi realizada análise do INN das plantas de milho a fim de diagnosticar o estado nutricional das mesmas. Em todos os valores obtidos de INN nas coletas apresentaram valores classificados como satisfatórios (acima de 80%) independente da antecipação realizada. Dessa forma, as estratégias de antecipação da adubação nitrogenada resultaram em resultados satisfatórios podendo ser utilizadas nos sistemas produtivos. Ainda, a utilização do INN é uma boa alternativa para constatação da condição nutricional de plantas.

PALAVRAS-CHAVE: Nitrogênio, Adubação de Sistemas, Ciclagem de Nutrientes.

INTRODUÇÃO

Grande parte dos gastos relacionados à produção agropecuária está vinculada ao custo dos fertilizantes. Por conta disso, faz-se necessária a utilização consciente, de forma planejada e eficiente. O uso de novas estratégias de fertilização, como antecipação da adubação nitrogenada, é exemplo disso. A aplicação de nitrogênio em pré-plantio tem como princípio diminuir os efeitos da imobilização pelos microrganismos ao degradarem os resíduos depositados no solo. Desse modo, possibilita-se o fornecimento de nitrogênio tanto para os

[1]Doutoranda do programa da Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR, luryan_tairini@hotmail.com
[2]Professora Dra. do curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR.
[3]Acadêmico do curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR

organismos do solo, mas também para o cultivo em questão. Além disso, a utilização de novos métodos que estabeleçam critérios mínimos e máximos para nitrogênio são extremamente necessários, como por exemplo, através da utilização do Índice Nutricional Nitrogenado - INN, que visa a identificação precoce da condição nitrogenada mínima necessária para se obter o máximo rendimento. Por conta disso, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes estratégias de antecipação da adubação nitrogenada sobre o índice nutricional nitrogenado de plantas de milho em sistema de Integração Lavoura-Pecuária.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido na fazenda Arataca, localizada no município de Catanduvas – PR, durante o período entre 09/18 a 02/19. O local apresenta clima Cfa – subtropical úmido, com solo classificado como Latossolo, apresentando as seguintes características químicas: M.O.=60,98 g dm^{-3}; P=7,94 mg dm^{-3}; K=0,325 $cmol_c$ dm^{-3}; pH $CaCl_2$=5,1; Al^{+3}=0,0 $cmol_c$ dm^{-3}; H+Al^{+3}=5,47 $cmol_c$ dm^{-3}; Ca=4,2 $cmol_c$ dm^{-3}; Mg=2,15 $cmol_c$ dm^{-3}; SB=6,68 $cmol_c$ dm^{-3}; V%=54,8. A área vem sendo conduzida sob ILP há três anos.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com quatro repetições, em esquema fatorial 2x2. O primeiro fator foi composto por doses de adubação nitrogenada antecipada, sobre a pastagem de azevém que antecedeu o cultivo do milho: a) aplicação no momento do perfilhamento da pastagem (N-Ant. 100 kg ha^{-1} N) ha^{-1}; b) além da aplicação de 100 kg ha^{-1} N no perfilhamento, aplicou-se mais 140 kg N ha^{-1} após a retirada dos animais, sobre a palhada de azevém (N-Ant. 100 + 140 kg N ha^{-1}). O segundo fator foram as datas de coleta de plantas de milho, realizadas aos 55 dias após a semeadura (DAS), no estádio V6 da cultura e, posteriormente, aos 87 DAS.

A área foi cultivada com azevém de ressemeadura natural durante o período de inverno e destinada ao pastejo. Foram utilizados 275 kg ha^{-1} de fosfato monoamônio (30,25 kg de N kg ha^{-1}; 143 kg de P_2O_5) na implantação da pastagem. A adubação de cobertura da pastagem foi realizada com aplicação de 100 kg N ha^{-1} na forma de sulfato de amônio. Posteriormente, conforme a unidade experimental, foi aplicada a dose de 140 kg N ha^{-1} na forma de ureia sobre os resíduos da pastagem. Após a retirada dos animais da pastagem de azevém, foi implantada cultura do milho - Híbrido 30R50 da Pioneer®. Foi utilizada somente a adubação de base na quantidade de 250 kg ha^{-1} de fosfato monoamônio (27,5 kg de N ha^{-1}, 130 kg de P_2O_5 ha^{-1}).

O índice nutricional nitrogenado das plantas de milho foi determinado aos 55 e 87 dias após a semeadura da cultura do milho, utilizando-se dados de matéria seca acumulada e a concentração de nitrogênio nos tecidos da parte aérea por meio da equação proposta por

Lemaire, Gastal e Salete (1989): INN = (100 N%) / 3,4(MS)$^{-0,37}$, em que INN representa o Índice Nutricional Nitrogenado; N% porcentagem de nitrogênio no tecido das plantas de milho; MS quantidade de matéria seca acumulada por hectare. A interpretação do INN ocorreu de acordo com a classificação: > 100% = excedente; 80 - 100% = satisfatório; 60 - 80% = inadequado; < 60% muito pobre.

Os dados foram submetidos à análise da variância pelo teste F a 5%. Após a constatação de significância, os dados foram submetidos ao teste LSD a 5% de probabilidade de erro para a comparação das médias através do *software* Statgraphics.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não se constatou influência das diferentes estratégias de antecipação de adubação nitrogenada sobre o INN na coleta realizada 55 DAS (Tabela 1). Nesse caso, observa-se que ambos valores são considerados excedentes (acima de 100%). Já para coleta realizada aos 87 DAS, constatou-se maior valor de INN para o tratamento N Ant. 100. Apesar destas diferenças, os valores observados de INN igualmente encontram-se acima de 100%.

Tabela 1 - Índice nutricional nitrogenada da cultura do milho submetido a diferentes estratégias de antecipação da adubação nitrogenada em duas épocas de coleta de plantas.

	Índice Nutricional Nitrogenado %	
	N Ant. 100	N Ant. 100 + 140
55 DAS	100,97	100,72
87 DAS	146,06 a	100,86 b

Médias seguidas da mesma letra minúscula na linha não diferem entre si pelo teste LSD a 5% de probabilidade de erro. N Ant.= Nitrogênio antecipado na pastagem nas doses de 100 e 100 + 140 kg N ha^{-1}. DAS= Dias após a semeadura da cultura do milho.

Observa-se que as antecipações nitrogenadas se apresentam como uma boa alternativa a ser empregada, eliminando a necessidade de adubação de N em cobertura na cultura por um INN satisfatório. Tal hipótese foi confirmada por meio da avaliação da produtividade de milho realizada posteriormente, não sendo constatado efeito de diferentes estratégias de antecipação sobre a produtividade de milho (N Ant. 100=8864; N Ant. 100 + 140=10515 kg grãos ha^{-1}; P=0,51; EPM=1633 e 1265). Ressalta-se que essas produtividades foram obtidas somente com aplicações de nitrogênio sobre a pastagem, ou seja, sem aplicação em cobertura. A exemplo disso, Maccari (2016) ao trabalhar com a cultura do milho em sistema ILP, observou que a antecipação de N realizada sobre a pastagem (200 kg N ha^{-1}) proporcionou INN adequados.

Ziadi et al. (2008) em trabalho realizado com a cultura do milho e o INN, observaram que existe uma alta relação entre os valores obtidos no índice e a produtividade da cultura. Para

esses autores, valores de INN de 88% são suficientes para se alcançar o máximo de rendimento da cultura. Para Bobato (2006) o INN é extremamente importante sobre a definição dos componentes de rendimento da cultura do milho, sendo que valores entre 100 e 150% são ideais durante o florescimento das plantas, podendo-se alcançar o valor máximo de produção. No presente trabalho, ambos tratamentos se apresentaram acima dos valores encontradas na literatura, sugerindo que as plantas se apresentavam bem nutridas.

É importante enfatizar a relevância de técnicas que consigam diagnosticar o estado nutricional de plantas de forma precoce, como o INN. Plénet (1995) afirma que com a utilização do INN há a possibilidade de correção da condição nutricional das plantas de milho com poucos prejuízos (< 4%) sobre a produção de grãos caso essa seja realizada imediatamente em plantas em boas condições nutricionais (INN= 85%). A partir disso, observa-se que o INN se apresenta como uma boa ferramenta para diagnose prévia do estado nutricional de plantas, sendo possível descartar a adubação de cobertura das plantas de milho por apresentarem um INN adequado.

CONCLUSÕES

As estratégias de antecipação da adubação nitrogenada resultam em índices nutricionais nitrogenados satisfatórios, tornando-se uma alternativa a ser utilizada nos sistemas produtivos. Além disso, a utilização do Índice Nutricional Nitrogenado é uma importante ferramenta para avaliação do estado nutricional de plantas.

AGRADECIMENTOS

À família Laginski e colaboradores da Fazenda Arataca.

REFERÊNCIAS

Bobato A. Índice nutricional do nitrogênio: uma ferramenta para o diagnóstico do estado nutricional da cultura do milho. [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2006.

Lemaire G, Gastal F, Salette J. Analysis of the effect of N nutrition on dry matter yield of a sward by reference to potential yield and optimum N content. In: 1989, 16th International Grassland Congress; 1989; Nice: Ed. Association Francaise pour la Production Fourragere. p. 179-180.

Maccari M. A altura de dossel e a adubação nitrogenada da pastagem podem afetar a nutrição nitrogenada do milho, num sistema de integração lavoura pecuária? [Tese]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2016.

Plénet D. Fonctionnement des cultures de mays sous contrainte azotee. Determination et application d'un indice de nutrition [thesis]. Nancy: Institut National Polytechnique de Lorraine; 1995.

Ziadi N, Brassard M, Bélanger G, Cambouris AN, Tremblay N, Nolin MC, Claessens N, Parent L. Critical Nitrogen Curve and Nitrogen Nutrition Index for Corn in Eastern Canada. Agronomy Journal. 2008; 100:271-276. http://dx.doi.org/10.2134/agronj2007.0059

ESCOAMENTO SUPERFICIAL EM ENCOSTAS MANEJADAS COM PLANTIO DIRETO COM E SEM TERRAÇOS

Graziela Moraes de Cesare Barbosa[1], José Francirlei de Oliveira[2], Jean Carlo Santos de Oliveira[3], Luciano Hideo Ponciano de Oliveira[3], Rafael Jioconda Rodrigues[4]

RESUMO: Há pouca informação disponível sobre a erosão do solo em áreas de plantio direto (PD) na escala de encosta. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito do terraço sobre o escoamento superficial na escala de encosta em área de PD com terraços e sem terraços. Duas parcelas de 2,96 ha (com e sem terraço) foram instaladas em uma encosta com mais de 18 anos de PD. Foram monitorados 4 eventos de chuva, dos quais foram determinados o pico do escoamento superficial (Q_{pico}), o volume do escoamento superficial (V_{total}) e o coeficiente do escoamento superficial ("c"). O terraço reduziu até 49% do "c" no evento de maior magnitude e intensidade, além de ser a variável hidrológica mais sensível para análise dos efeitos iniciais dos terraços na contenção do escoamento superficial.

PALAVRAS-CHAVE: erosão, degradação do solo, manejo conservacionista

SURFACE RUNOFF ON HILLSIDES MANAGED BY NO-TILLAGE WITH AND WITHOUT TERRACES

ABSTRACT: There is little information available about soil erosion in no-tillage (NT) areas on hillside scale. The aim of study was evaluating the surface runoff in NT on hillside scale with and without terraces. Two plots of 2.96 ha (with and without terraces) were installed in a hillside managed by NT for more than 18 years. Four rain events were monitored and the surface runoff (Q_{peak}), total volume (V_{total}) of the surface runoff and the coeficient of the surface runoff ("c") were determined. Terraces decreased in 49% the "c" of the event with higher magnitude and intensity, besides being the most sensible hydrological variable for analysis to initial effects of the terraces in surface runoff containment.

KEYWORDS: erosion, soil degradation, conservationist management

[1]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR, graziela_barbosa@iapar.br
[2]Analista de Ciência e Tecnologia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR
[3]Pós graduando, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR
[4]Bolsista técnico em agronomia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina-PR

INTRODUÇÃO

O Brasil é um dos pioneiros no desenvolvimento do sistema plantio direto conservacionista (PD). Porém, há um equívoco entre os produtores de que somente esse sistema é suficiente para controlar os processos erosivos (Merten et al., 2015). Com isso os terraços têm sido subdimensionados, a distância (vertical ou horizontal) aumentada e/ou até retirados das encostas, com a justificativa de reduzir manobras e facilitar a mecanização das áreas (Merten et al., 2015).

Áreas de PD com esses equívocos conceituais, em chuvas intensas e/ou por longos períodos, podem gerar volumes significativos de escoamento superficial e potencializar o extravasamento e/ou rompimento dos terraços. Dessa forma, atributos importantes como a infiltração de água no solo, quando determinada de forma pontual, subestima e não representa adequadamente esse atributo em escala de encosta (Barros et al., 2014).

A hipótese do presente estudo é de que, os terraços reduzem o escoamento superficial na encosta. O objetivo do estudo foi avaliar o efeito do terraço sobre o escoamento superficial na escala de encosta em área de PD com terraços e sem terraços.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido em uma encosta de 220 m de comprimento localizado no segundo planalto paranaense, na região norte do estado do Paraná. O clima da região é classificado como Cfa subtropical úmido, segundo Koopen. A precipitação média anual é de 1466 mm, com máxima no mês de janeiro (média de 203 mm) e mínima no mês de agosto (50 mm). Foram encontrados os seguintes solos: LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico no topo, LATOSSOLO VERMELHO Distroférrico nitossólico na meia encosta e NITOSSOLO VERMELHO Distroférrico típico (Santos, 2018) no sopé.

Foram instaladas duas parcelas de 2,96 ha, com topografia plano-convexo e 12% de declividade média, delimitadas por meio de camalhão e nomeadas como encosta com terraço (ECT) e encosta sem terraço (EST). No final das parcelas foi instalada uma calha do tipo H de 0,6144 m, dimensionadas pelo Método Curva Número. Um canal de 2 m foi acondicionado para regular o fluxo de água na entrada da calha.

Os terraços foram dimensionados utilizando-se o Método Curva Número, considerando-se 10 anos de período de retorno, precipitação máxima em 24 horas de 209,4 mm e a classe “C” de infiltração. As dimensões foram determinadas pelo método de Lombardi Neto et al. (1994). Os terraços foram construídos com arado de discos (3 discos) em junho de 2017, com base média no Nitossolo e Latossolo nitossólico e base larga no

Latossolo típico. A profundidade do canal foi de 0,40 m e a altura do camalhão de 0,60 m.

O manejo adotado nas duas encostas é o PD, com mais de 18 anos, com semeadura de soja no verão e milho no inverno, eventualmente, o trigo é plantado no lugar do milho.

Foram monitorados 4 eventos no período de outubro de 2018 a fevereiro de 2019. As variáveis analisadas foram: pico do escoamento superficial (Q_{pico}, L s^{-1}), volume do fluxo superficial (V_{total}, m^3) e o coeficiente do escoamento superficial ("c", adimensional). A infiltração na escala de encosta foi estimada por meio do modelo da infiltração aparente total.

Todas as variáveis foram comparadas entre si pelo Teste "t" de comparação entre médias para amostras pareadas (dependentes).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os eventos monitorados tiveram escoamento superficial de diferentes magnitudes, com precipitação de 9,00 mm no dia 26/10/2018 até 100,7 mm no dia 26/02/2019.

A ECT reduziu significativamente o "c" em relação à EST (Tabela 1). Os terraços reduziram esse coeficiente em 49% na chuva de 26/02/2019, de maior magnitude (100,7 mm) e intensidade (117 mm h^{-1}). Considerando todos os eventos, o V_{total} escoado na ECT foi de 403,85 m^3 e na EST foi de 905,55 m^3, indicando o efeito da contenção do escoamento superficial pelo terraço.

Tabela 1. Vazão de pico (Q_{pico}), volume total do escoamento superficial (V_{total}), coeficiente do escoamento superficial ("c", adimensional, obtido pela razão entre o escoamento e a precipitação total) e infiltração aparente (Ia) de cada evento nas encostas com (ECT) e sem (EST) terraços

		Q_{pico} (L s^{-1})		V_{total}.(m^3)		"c"		Ia (mm)	
Dia do evento	Precipitação (mm)	EST	ECT	EST	ECT	EST	ECT	EST	ECT
		Caracterização dos eventos							
04/10/2018	36.1	99.86	48.77	157.58	40.58	16.54	4.27	9.14	9.11
26/10/2018	9.2	2.56	4.41	1.94	2.65	0.70	0.96	30.13	34.56
23/11/2018	58.2	13.28	6.79	149.01	63.32	9.69	4.12	52.56	55.80
26/02/2019	100.7	126.51	61.88	594.93	297.38	22.38	11.18	78.16	89.44
Nível de significância		p=0,08		p=0,07		p=0,045 *		p=0.06	

Ainda sobre o evento do dia 26/02/2019, o volume de água perdido na EST e na ECT corresponderam a 45% e 23%, respectivamente, dos 1.307,40 m^3 de água perdido em todos os eventos. Na análise da estatística descritiva, as menores amplitudes de dispersão (desvio padrão= 31 mm e CV<70%) da infiltração aparente, ratifica a semelhança dessa variável

entre as encostas e o efeito do terraço no controle do escoamento superficial.

A Q_{pico} e o V_{total} foram semelhantes entre a ECT e EST (Tabela 1). Observa-se que a amplitude dessas variáveis hidrológicas entre os eventos, dificultou observar o efeito do terraço na contenção do escoamento superficial na escala de encosta. A alta dispersão dos dados (CV>100% para as duas encostas e para as duas variáveis hidrológicas), reiteraram a alta variabilidade do comportamento hidrológico da Q_{pico} e do V_{total} nas ECT e EST em função de cada evento. Dessa forma, observa-se que o "c" foi mais sensível para analisar os efeitos iniciais da implantação de terraços.

O presente estudo comprova a eficiência do terraço no controle do escoamento superficial, reduzindo significativamente a razão do escoamento superficial com a precipitação total. Os resultados ratificam a necessidade de associar o terraço ao PD e que de fato, áreas sem terraços não podem ser consideradas como agricultura conservacionista.

CONCLUSÕES

Os terraços reduziram significativamente a razão do escoamento superficial com a precipitação total, mesmo após curto período da reforma do mesmo.

A razão do escoamento superficial com a precipitação total foi a variável hidrológica mais sensível para análise dos efeitos iniciais dos terraços na contenção do escoamento superficial.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao projeto IBITIBA (Convênio IAPAR/Itaipu/Fapeagro) e ao projeto Rede Agropesquisa (SENAR/ITAIPU/IAPAR) pelo apoio técnico-financeiro.

REFERÊNCIAS

Barros CAP, Minella JPG, Tassi R, Dalbianco L, Ottonelli AS. Estimativa da infiltração de água no solo na escala de bacia hidrográfica. **Rev Bras Cienc Solo**, [s. l.], 2014. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832014000200020

Lombardi Neto F. Belinazzi Junior R, Lepsch IF, Oliveira JB, Bertolini D, Galeti PA, Drugowich MI. Terraceamento agrícola. Campinas: Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Estado de São Paulo, CATI, 1994. 39 p. (Boletim Técnico, 206).

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VA, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Araujo Filho JC, Oliveira JB, Cunha TJF. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa; 2018.

Merten GH, Araújo, AG, Biscaia RCM, Barbosa GMC, Conte O. No-till surface runoff and soil losses in southern Brazil. **Soil Till Res**, 2015; 152:85–93. https://doi.org/10.1016/j.still.2015.03.014

COMPOSTAGEM DE CARCAÇA DE GRANDES ANIMAIS E EFEITO SOBRE O TEOR DE NUTRIENTES DO SOLO SOB AS LEIRAS

André Francisco Ferreira[1], Carlos Alberto Casali[1], Bruna Schneider Guimarães [1], Raquel da Silva Bartolomeu[1], Amanda Acosta[2]

RESUMO: Procurando solucionar o problema de descarte de carcaças e resíduos de parição, sugere-se a compostagem como alternativa de descarte sustentável. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar o uso do composto final em níveis químicos de fertilização. O experimento foi desenvolvido na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos e constituiu na montagem de três leiras de compostagem e um buraco no solo. Foram coletadas amostras de solos pré-montagem das leiras e após a retirada das mesmas, também foram realizadas três coletas de amostras de composto em diferentes fases. No laboratório de solos da UTFPR-DV as amostras foram submetidas a analises químicas e concluiu-se que a presença da carcaça na leira aumenta o teor de nutrientes do composto final, sem aumentar a contaminação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Fertilizante químico. Composto. Nutrientes.

INTRODUÇÃO

Muitos animais de grande porte perecem devido a causas naturais e por zoonoses, demandando um descarte ou eliminação adequada das carcaças resultantes, sendo práticas comuns de destinação o aterramento, a deposição em fossas ou valas, a queima ou até mesmo abandono ao ar livre. Isso gera custos com maquinários e mão de obra além de possibilitar contaminação do solo, lençol freático e transmissão de doenças.

A compostagem surge como alternativa à essas práticas errôneas, pois remete-se a um processo controlado de decomposição microbiana, de oxidação e oxigenação de uma massa heterogênea de matéria orgânica (Kiehl, 1985). Segundo Costa et al. (2005), em um processo de compostagem de resíduos, basicamente a temperatura, aeração, umidade e relação carbono/nitrogênio, são os fatores que mais interferem no desenvolvimento e atividade de microrganismos.

Contudo, a compostagem de grandes animais é menos difundida, em virtude da dificuldade em manipular o animal e de adequações que devem ser feitas ao processo de compostagem para não expor a carcaça. Em conjunto, em virtude do tamanho dos animais, muitos nutrientes podem ser perdidos do processo, podendo contaminar o solo onde é construída as leiras de compostagem.Assim, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a

[1]Acadêmico de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) – CEP 85660 000 – Dois Vizinhos – Paraná - E-mail: (andrefranciscoferreira@hotmail.com)
[2]Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Professor de solos da UTFPR-DV, CEP 85660 000 – Dois Vizinhos.

compostagem de carcaça de grandes animais e o seu efeito sobre o teor de nutrientes do solo sob as leiras.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na Unidade de Ensino Pesquisa e Extensão (UNEPE) de Resíduos da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus de Dois Vizinhos-PR (UTFPR-DV), no período de março a novembro de 2018. O experimento constituiu na montagem de três leiras de compostagem, conforme descrito por Otênio et al. (2010), sendo construído duas leiras com base de 1,5m de raio e 0,4m de altura constituídas de material inerte (resíduo de grama e folhas de árvores) e cama de aves na proporção 1:1 onde. Em uma delas se acomodou uma novilha com 180 kg, enquanto a outro serviu como leira controle. Uma terceira leira foi montada com o dobro da dimensão, mantendo a proporção de misturas para acomodar uma carcaça suína de 360kg.

Também montou-se um tratamento que simulou o procedimento realizado em nível de propriedade rural, sendo aberto um buraco no solo, com dimensões de 1,4 x 1,0 x 0,4 m (largura x comprimento x profundidade), no qual foi acondicionado outra carcaça de novilha com 180 kg. Para evitar o acúmulo de gases no intestino ou rúmen dos animais os mesmos foram perfurados no abdômen. Nas leiras, os animais foram cobertos com resíduos de folhas e cama de aves seguindo as proporções da base, enquanto o animal enterrado foi coberto com solo, imitando o descarte convencional.

O experimento foi mantido por 5 meses em repouso, período denominado pré-compostagem, fase onde se evita o revolvimento da leira para não expor as carcaças dos animais. Nesse período foi realizado o manejo para impedir infestação de plantas daninhas, insetos ou outros animais. Após, iniciou-se o processo de compostagem e para isso as leiras foram desmontadas, homogeneizadas e realocadas, iniciando o revolvimento quinzenal para aeração, homogeneização e aumento da atividade microbiana.

Nesse período, foram realizadas três amostragens do composto, uma no início, outra com 30 e a última com 60 dias. Além disso, antes da implantação do experimento foram coletadas amostras de solo dos diferentes tratamentos nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20cm por meio de pá de corte. As amostras de solo foram secas em estufas a 65ºC, moídas e peneiradas em malha 2,0 mm para posterior caracterização química. As amostras de solo e compostos foram encaminhadas ao laboratório de Solos da UTFPR-DV para realização das análises químicas de Fósforo, Potássio, Carbono e pH do solo conforme metodologia de Tedesco et al. (1995), e Nitrogênio, Fósforo, Potássio e do composto, seguindo a mesma metodologia.

A avaliação dos dados foi realizada por meio do programa SASM-Agri, onde foi submetido a análise de variância e quando significativo foi aplicado o teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A presença de carcaça não alterou os teores de N do composto durante a compostagem e ao final do processo. Já o teor de P do composto foi maior na leira com carcaça bovina, provavelmente oriundo da decomposição dos ossos das carcaças. Para o K, verifica-se um significativo aumento no composto que recebeu tanto carcaça bovina quanto suína (Tabela 1). Esses resultados indicam que a inserção de carcaças de animais em leiras de compostagem aumenta o teor de nutrientes do composto final, tornando o produto com maior potencial de uso agronômico.

Tabela 1 – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) do composto coletado após a pré-compostagem de 5 meses das carcaças e aos 30 dias e ao final do processo de compostagem (60 dias). Dois Vizinhos, 2018.

Leira de compostagem	N			P			K		
	1° Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta	1ª Coleta	2ª Coleta	3ª Coleta
	---------- % ----------								
Bovina	1,5^{ns}	1,5^{ns}	1,5^{ns}	0,5 a	0,4 a	0,4 a	1,9 a	1,6 b	1,9 b
Suína	1,5	1,6	1,6	0,4 b	0,4 b	0,3 b	2,0 a	1,8 a	2,9 a
Controle	1,3	1,6	1,6	0,4 b	0,4 b	0,4 a	1,4 b	1,6 b	1,7 c
CV (%)	7,0	5,2	5,9	7,4	5,5	4,8	6,8	2,4	3,7

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si para o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Em relação aos teores de nutrientes presentes no solo, observa-se que a presença da carcaça aumentou os teores de K, entretanto P e MOS não apresentam aumentos significativos (Tabela 2). Isso indica que a presença de carcaça em leiras de compostagem gera um aumento de teores de potássio e o seu posterior acúmulo no solo.

Tabela 2 – Quantidade aumentada nos teores de K, P e MOS do solo sob leiras de compostagem e carcaça de animal enterrada durante 5 meses. Dois Vizinhos, 2018.

Leira de compostagem	Camada de solo (cm)			Camada de solo (cm)			Camada de solo (cm)		
	0-5	5-10	10-20	0-5	5-10	10-20	0-5	5-10	10-20
	-------- K (mg.kg^{-1}) --------			-------- P mg.kg^{-1}--------			--------MOS %--------		
Bovina	969,0a	954,3a	1012,0a	28,3^{ns}	1,0 b	1,0 b	1,1^{ns}	0,3^{ns}	0,6^{ns}
Controle	266,0c	615,0a	666,5 b	73,3	1,0 b	1,0 b	2,9	0,1	0,1
Suína	789,5a	709,0a	798,0 b	59,0	1,0 b	1,0 b	0,9	0,2	0,3
Carcaça Enterrada	521,6 b	296,6 b	497,0 c	142,0	6,6a	3,3a	1,4	0,4	0,6
CV (%)	10,3	12,0	5,2	26,2	78,3	36,46	18,08	35,98	24,45

[1]Acadêmico de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) – CEP 85660 000 – Dois Vizinhos – Paraná - E-mail: (andrefranciscoferreira@hotmail.com)
[2]Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Professor de solos da UTFPR-DV, CEP 85660 000 – Dois Vizinhos.

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si para o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

Ao mesmo tempo, A carcaça enterrada aumentou drasticamente o teor de K, P e MOS do solo (Tabela 2), indicando que o ato de enterrar carcaças de grandes animais pode produzir um problema grave de liberação de nutrientes no perfil do solo, podendo atingir o lençol freático conforme a condição ambiental.

Assim, comprovou-se que a compostagem é um método eficiente para o tratamento de carcaças de grandes animais, pois a carcaça aumenta a quantidade de nutrientes e qualidade do composto final, evitando contaminação do solo e da água e a proliferação de zoonoses. O produto final (composto) ainda possui potencial de uso como fertilizante agrícola. Recomenda-se, portanto, que o descarte de animais de grande porte que eventualmente morram em propriedades rurais seja realizado em leiras de compostagem.

CONCLUSÕES

Concluiu-se que presença de carcaças em leiras de compostagem aumenta o teor de nutrientes do composto final, mas sem aumentar a contaminação do solo, comprovando que a compostagem é uma técnica viável para o processamento de carcaça de grandes animais.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Araucária pelo pagamento de bolsa, a UTFPR-DV e ao GPCS - Grupo de Pesquisa em Ciência do Solo pelo incentivo a pesquisa.

REFERÊNCIAS

GONÇALVES, L. C. et al. Extensão rural e conexões. Belo Horizonte. FEPMVZ, 2016.p.164.

OTENIO, H. M.; CUNHA, C.M. & ROCHA, B.B. Compostagem de carcaças de grandes animais. Embrapa, Comunicado técnico 61. 2010. p.4.

PAIVA, P.D; Compostagem: destino correto para animais mortos e restos de parição. Embrapa Suínos e Aves – Concórdia,SC.

TEDESCO et al. Análises de Solo, Plantas e outros Materiais. Boletim técnico n°5, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 1995.

APLICAÇÃO FOLIAR DE ZINCO SOBRE A PRODUTIVIDADE E TEOR DE ZINCO NOS GRÃOS EM FEIJOEIRO-COMUM

José Leonardo Vieira[1], Fabrício William Ávila[2], Wagner Deckij Kachinski[3], Marcelo Marques Lopes Muller[4], Luís Henrique Kapp Titski[5], Arthur Zawadzki Pfann[5]

RESUMO: O zinco (Zn) é um elemento essencial para a nutrição humana, porém, os alimentos básicos, em grande maioria, são pobres neste nutriente. O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da aplicação foliar de Zn sobre a produtividade de grãos e teores de Zn nos grãos em feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar BRS Esteio, pertencente ao grupo de feijão preto. O experimento de campo foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com quatro repetições, composto por seis tratamentos de doses de Zn aplicados via foliar (0, 300, 600, 900, 1200 e 1500 g ha^{-1}). Mesmo o solo da área experimental apresentando alto teor de Zn disponível, a aplicação foliar de Zn no feijoeiro cultivar BRS Esteio, em estádio fenológico R8, mostrou-se eficiente em aumentar o teor de Zn nos grãos sem afetar negativamente a produtividade. A partir da dose de 600 g ha^{-1} de Zn, o acréscimo das doses aplicadas não resultou em significativo aumento de teor de Zn nos grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., micronutriente, segurança alimentar

INTRODUÇÃO

O zinco (Zn) é um nutriente essencial para a nutrição humana, por fazer parte de uma série de reações químicas essenciais para o metabolismo normal dos mamíferos. Os casos de deficiência de Zn são relatados em todo mundo, tendo destaque nos países em desenvolvimento (Cakmak, 2008), afetando muitas crianças com menos de cinco anos, estimando-se uma mortalidade de quase 450.000 crianças em 2004 por essa deficiência (Black et al., 2008). Sintomas da deficiência de Zn se expressam em crianças como retardo no crescimento, anorexia e hipogeusia (Brown et al., 2002); e em adultos, na forma de doenças crônicas e complicações na gravidez (Prasad, 2001; Mori et al., 2012). Sabendo-se que a deficiência de Zn em humanos está diretamente ligada a problemas de saúde, essa deficiência resulta em menor crescimento físico de pessoas, ineficiência do sistema

[1]Discente do curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* Cedeteg. Rua Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, CEP 85040-167, Guarapuava-PR. E-mail: leonard.v98@gmail.com
[2]Professor do Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO. E-mail: fwavila@unicentro.br
[3]Mestre em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: wdkachinski@hotmail.com
[4]Professor do Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mail: mmuller@unicentro.br
[5]Discentes do curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mails: luishkt@hotmail.com; arthurzpfann@icloud.com

imunológico e menor eficácia no aprendizado, elevando assim, riscos de infecções, alterações no DNA e evolução de câncer (Levenson; Morris, 2011).

A técnica da biofortificação de culturas agrícolas com Zn consiste no aumento da concentração desse elemento nos alimentos básicos, especialmente nas culturas de grãos, através da sua introdução nos programas de adubação e por melhoramento genético de cultivares, visando atender à necessidade humana (Velu et al., 2014).

O objetivo desse estudo foi avaliar os efeitos da aplicação foliar de doses de Zn durante o estádio fenológico de enchimento de grãos sobre a produtividade e teores de Zn nos grãos, em feijoeiro-comum cultivar BRS Esteio.

MATERIAL E MÉTODOS

Na safra de verão 2016/2017 foi conduzido o experimento de campo na área experimental do *Campus* CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), em Guarapuava-PR, utilizando-se o feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar BRS Esteio, pertencente ao grupo de feijão preto.

O delineamento foi de blocos ao acaso, com quatro repetições, composto de seis tratamentos de doses de zinco (Zn): 0, 300, 600, 900, 1200 e 1500 g ha^{-1}, tendo como fonte o sulfato de zinco heptahidratado p.a. ($ZnSO_4.7H_2O$ p.a.) da marca Merck®. Cada parcela experimental foi constituída por 8 linhas de plantas com 5 m de comprimento. As doses de Zn foram aplicadas via foliar por meio de pulverizador costal pressurizado com CO_2 com vazão de 160 L ha^{-1} de calda, durante o estádio inicial de enchimento de grãos (estádio fenológico R8). A produtividade de grãos do feijoeiro foi avaliada após a maturação fisiológica e determinou-se o teor de Zn nos grãos, conforme Malavolta (1997), no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição Mineral de Plantas do *Campus* Cedeteg da UNICENTRO.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos não foi afetada significativamente pelos tratamentos, obtendo-se um valor de produtividade média de 2956,2 kg ha^{-1} (corrigido para 13% de umidade).

A Figura 1 apresenta os resultados obtidos para o teor de Zn nos grãos.

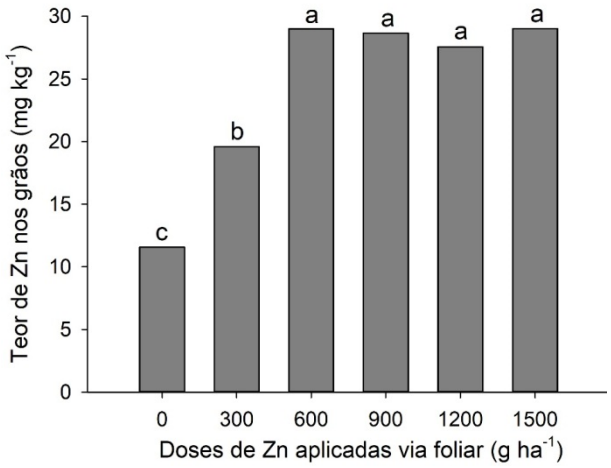


Figura 1. Teor de Zn nos grãos em feijoeiro-comum cultivar BRS Esteio, em função de doses de Zn (0, 300, 600, 900, 1200 e 1500 g ha^{-1}) aplicadas via foliar no estádio inicial de enchimento de grãos, na safra de verão 2016/2017 (Guarapuava-PR). Médias seguidas da mesma não diferem entre si (Scott-Knott, $p < 0,05$).

Verificou-se que a aplicação foliar de Zn foi eficiente em elevar o teor deste nutriente nos grãos de feijão, sem prejudicar a produtividade de grãos da cultura. Houve acréscimo em teor de Zn com o aumento das doses variando de 0 a 600 g ha^{-1}. A partir desta dose até a dose de 1500 g ha^{-1}, os valores de teor de Zn nos grãos foram próximos cujas variações não foram significativas. Quando comparado com o controle (tratamento 0 g ha^{-1}), o teor médio de Zn nos grãos foi aproximadamente 2,5 vezes maior com a aplicação foliar de 600 g ha^{-1} de Zn.

Mesmo a área experimental apresentado alto teor de Zn no solo em condições naturais, verificado com a realização da análise química do solo, a aplicação foliar de doses de Zn no feijoeiro-comum cultivar BRS Esteio, durante o estádio inicial de enchimento de grãos, mostrou-se eficiente em aumentar o teor de Zn nos grãos sem afetar negativamente a produtividade.

CONCLUSÕES

A aplicação foliar de doses de Zn em feijoeiro-comum cultivar BRS Esteio, durante o estádio inicial enchimento de grãos, elevou os teores de Zn nos grãos sem afetar a produtividade de grãos.

REFERÊNCIAS

Black, R. E. et al. Maternal and child undernutrition: global and regional exposures and health consequences. Lancet. 2008; 371:243–260. DOI 10.1016/S0140-6736(07)61690-0

Brown, K.H. et al. Effect of supplemental zinc on the growth and serum zinc concentrations of prepubertal children: A meta-analysis of randomized controlled trials. J of Clin Nutr. 2002; 75:1062–1071. DOI 10.1093/ajcn/75.6.1062

Cakmak, I. Enrichment of cereal grains with zinc: Agronomic or genetic biofortification? Plant Soil. 2008; 302:1–17. DOI doi.org/10.1007/s11104-007-9466-3

Levenson, C. W.; Morris, D. Zinc and neurogenesis: making new neurons from development to adulthood. Adv Nutr. 2011; 2:96-100. DOI 10.3945/an.110.000174

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997.

Mori, R. et al. Zinc supplementation for improving pregnancy and infant outcome. Cochrane Database of Syst Rev. 2012; 11 (7). DOI 10.1002/14651858.CD000230.pub4.

Prasad, A. S. Discovery of human zinc deficiency: Impact on human health. Nutrition. 2001; 17:685–687. DOI 10.1016/S0899-9007(01)00598-6

Velu, G. et al. Biofortification strategies to increase grain zinc and iron concentrations in wheat. J. cereal sci. 2014; 59:365-372. DOI 10.1016/j.jcs.2013.09.001

ATRIBUTOS QUIMICOS DO SOLO EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA SOB APLICAÇÃO DE FOSFATOS

Keli Cristina Silva Guera[1], Adriel Ferreira da Fonseca[2], Fernanda Ribeiro[3]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos no solo em sistema integrado de produção agropecuária (SIPA), ao longo cinco anos, decorrente da aplicação anual de fosfatos de diferentes solubilidades. O delineamento empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto, com quatro repetições. Foram aplicadas doses (0 e 180 kg ha^{-1}) de P_2O_5 total, na superfície do solo, por ocasião da semeadura da forrageira de inverno, na forma de superfosfato triplo (SFT), fosfato natural reativo – Arad (FNR) e termofosfato magnesiano (TFM). Amostras de solo foram coletadas aos 24, 36, 48 e 60 meses após o início do experimento, visando determinar, pH ($CaCl_2$), saturação por bases (V%) e as porcentagens (%) de Ca, Mg e K na V% na camada de 0-20 cm. A %Mg e V% aumentaram com a aplicação de TFM e, pode ter contribuído para amenizar a acidez do solo. Houve uma redução na %Ca e % K aos 60 meses. Altas concentrações de Ca^{2+} e K^+ no solo e concentrações muito altas de Mg^{2+}, foram observadas na camada de 0-20 cm. Em decorrência dessas relações, houve um deslocamento de K^+ para as camadas mais profundas do solo.

PALAVRAS-CHAVE: intensificação sustentável, bases trocáveis, fosfatos solúveis e insolúveis em água

INTRODUÇÃO

O sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) é uma alternativa para a intensificação sustentável, pois este reúne várias benesses no tocante à sustentabilidade da produção de alimentos. Neste sistema, a rotação de pastagens anuais, destinadas à alimentação animal, e culturas destinadas à produção de grãos, é uma estratégia de elevada importância no país, pois permite maior produção de fibras, energia e alimentos por unidade de área (Lemaire et al., 2019).

Em sua maioria, os solos das regiões tropicais e subtropicais são naturalmente ácidos, apresentando baixa saturação por bases (V%) e elevada saturação por alumínio (m%), sendo estes fatores os mais limitantes à produtividade. Porém, mudanças significativas nos atributos

[1]Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Bolsista CAPES, CPF 080664139-80, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, CEP 84030-900 Ponta Grossa, PR, e-mail: keliguera@outlook.com.
[2]Professor Adjunto, Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola, Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq, CPF 919339949-91, Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: adrielff@gmail.com.
[3]Graduanda do Curso de Agronomia, Bolsista do PIBIC/CNPq, CPF 080124889-22, Universidade Estadual de Ponta Grossa. E-mail: ferdaribeiro@hotmail.com.

químicos do solo, quando estes são manejados em SIPA, têm sido observadas (Martins et al., 2014). A alta ciclagem biogeoquímica em SIPA contribui para reposição de nutrientes do solo, através da decomposição de resíduos vegetais e animais. Além disso, o pastejo animal pode resultar em maior biomassa produzida, e dessa forma, promover a liberação de bases trocáveis, além de poder atenuar, ao longo do tempo, a acidez do solo (Martins et al., 2014).

Após o controle da acidez do solo, outro fator limitante à produtividade das culturas tem sido as baixas concentrações de fósforo disponível. O uso de fontes com elevada solubilidade, tal como o superfosfato triplo (SFT) pode ser facilmente transformada em formas não disponíveis à planta, além de apresentar reação de ácida no solo (Chien et al., 2011). Em contrapartida, a eficiência de fosfatos insolúveis em água, tais como fosfato natural reativo (FNR) e termofosfato magnesiano (TFM), tende a aumentar ao longo do tempo. Além disso, a reação no solo dos fosfatos insolúveis em água, pode promover a diminuição de H^+ na solução no solo, seja por dissociação da superfície dos coloides (Korndörfer et al., 1999) ou, pelo consumo de prótons para a dissolução da partícula de fosfatos de cálcio, podendo aumentar o pH do solo em longo prazo.

O objetivo deste trabalho foi avaliar os atributos químicos no solo em SIPA, ao longo de 60 meses, decorrente da aplicação anual, na superfície do solo, de fosfatos de diferentes solubilidades

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante 60 meses (abril/2009 a 2014), no município de Castro - PR (24°51'49" S, 49°56'61" W), com clima predominante do tipo Cfb, em SIPA sob Cambissolo Háplico. A camada de 0-20 cm do solo, no início do experimento, apresentava os seguintes atributos químicos e granulométricos: pH ($CaCl_2$) 4,8; acidez total (H+Al) 9,2 $cmol_c$ dm^{-3}; saturação por bases 38%; Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^+ de 0,04; 3,1; 2,3 e 0,35 $cmol_c$ dm^{-3}, respectivamente; P disponível [resina trocadora de íons (RTI)] 18 mg dm^{-3} e carbono orgânico total (Walkley-Black) de 29,6 g dm^{-3}, e 605, 225 e 170 g kg^{-1} de argila, silte e areia, respectivamente.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto (3x3+1), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em três (03) fontes de P [superfosfato triplo (SFT), fosfato natural reativo-Arad (FNR) e termofosfato magnesiano (TFM)] e duas (02) doses (0 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) de P. Os fosfatos foram aplicados anualmente em superfície, por ocasião da semeadura da forrageira de inverno.

No mês de abril, aos 24, 36, 48 e 60 meses após o início do experimento, foram coletadas

amostras compostas de terra das camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm e, preparadas para posterior análise. As amostras foram analisadas visando determinar: (i) acidez ativa (pH) ($CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1}); (ii) Ca e Mg trocáveis (KCl 1,0 mol L^{-1}) e; (iv) K trocável (Mehlich-1). Ainda foi determinada a saturação por bases (V%) e as porcentagens (%) de Ca, Mg e K na V%. Os atributos químicos foram estimados para 0-20 cm com base na média ponderada das camadas de solo analisadas.

Os resultados foram submetidos à análise estatística univariada de acordo com o modelo de experimento em blocos casualizados em esquema fatorial incompleto. Nos casos de F significativo ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas mediante uso do programa SAS Versão 9.2 (SAS Institute Inc. 9.1.2.)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso de TFM (180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) promoveu aumento da %Mg (9,35%) e, consequentemente, da V% (57,4%) na camada de 0-20 cm do solo aos 60 meses de avaliação (Figuras 1). Além de P, o TFM possui Mg em sua composição química. Assim, a contribuição do Mg (42,2 kg ha^{-1} ano^{-1} de Mg^{2+}) devido a aplicação de TFM, influenciou o valor da V%, resultando em aumento destes atributos químicos do solo.

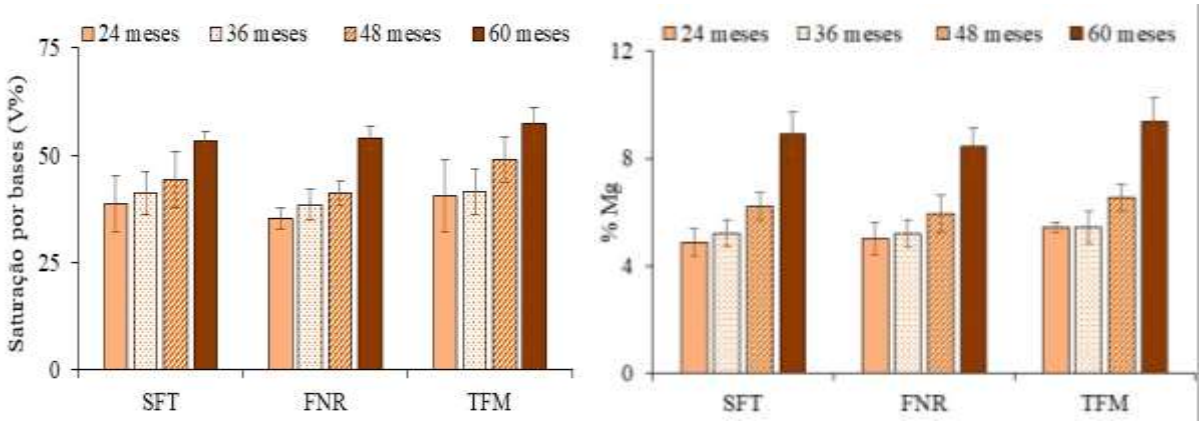


Figura 1. Saturação por bases (V%) (à esquerda) e porcentagem de magnésio na saturação por bases (%Mg) (à direita) na camada de 0-20 cm do solo tratado com fosfatos solúveis e insolúveis em água aplicados anualmente (180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) na superfície em sistema integrado de produção agropecuária.

Maior valor de pH (5.4) foi observado aos 60 meses de avaliação com a aplicação de fosfatos em superfície ($P<0,001$) (Figura 2) porém, não houve influência do uso das diferentes fontes fosfatadas. O silicato de magnésio ($MgSiO_3$), constituinte de fosfatos como o TFM, pode levar a um aumento no pH do solo, gerado a partir da reação em solos ácidos (Korndörfer et al., 1999). Além disso, os ganhos em matéria orgânica no solo, a presença dos animais, a alta ciclagem de nutrientes (Martins et al., 2014) e o correto manejo da pastagem (Lemaire et al.,

2019), são fatores observados ao longo do tempo em SIPA, que podem ter contribuído com a melhoria dos atributos químicos do solo.

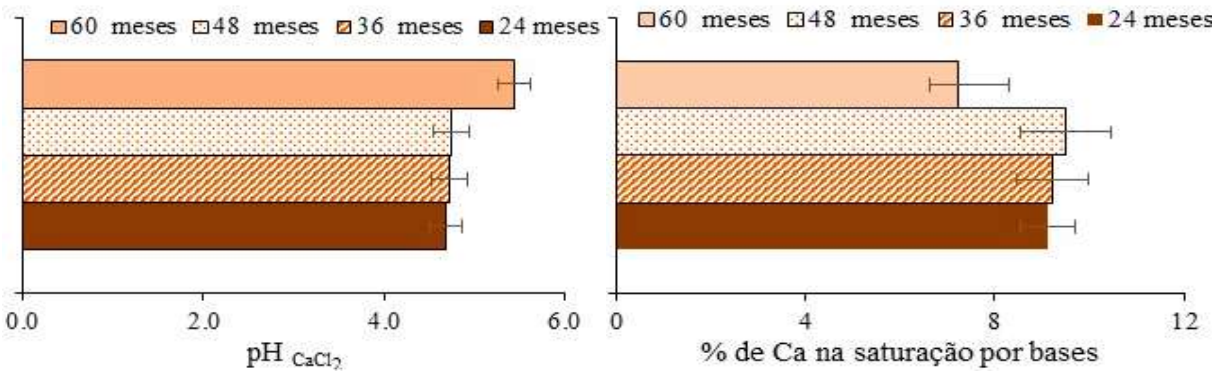


Figura 2. Valores de pH ($CaCl_2$) (à esquerda) e porcentagem de cálcio na saturação por bases (%Ca) (à direita) na camada de 0-20 cm do solo tratado com fosfatos solúveis e insolúveis em água aplicados anualmente (180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) na superfície em sistema integrado de produção agropecuária

Houve uma redução na %Ca e % K aos 60 meses ($P < 0,01$) (Figura 2). Salienta-se que, durante o período experimental, altas concentrações de Ca^{2+} e K^+ no solo e concentrações muito altas de Mg^{2+}, foram observadas na camada de 0-20 cm segundo SBCS/NEPAR (2017). Em decorrência dessas relações, houve um deslocamento de K^+ para as camadas mais profundas do solo.

CONCLUSÕES

A aplicação anual de termofosfato magnesiano na superfície do solo, além de fornecer P, pode ser eficiente em suprir Mg às culturas, aumentar a saturação por bases e, pode auxiliar na atenuação da acidez do solo em sistemas integrados de produção agropecuária.

REFERÊNCIAS

Chien, SH et al. Agronomic and environmental aspects of phosphate fertilizers varying in source and solubility: an update review. Nutr Cycl Agroecosyst. 2011; 89:229-255.

Korndörfer, GH et al. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 1999; 23:625-641.

Lemaire, G et al. Agroecosystem diversity: Reconciling contemporary agriculture and environmental quality. Academic Press, London, 2019.

Martins, AP et al. Soil acidification and basic cation use efficiency in an integrated no-till crop–livestock system under different grazing intensities. Agric. Ecosyst. Environ. 2014; 195:18-28.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

COMUNIDADE DE COLEOPTEROS EM SISTEMAS AGROFLORESTAIS

Dinéia Tessaro[1], Jéssica Camile da Silva[2], Luis Felipe Wille Zarzycki[3], Ketrin Lorhayne Kubiak[3], Maritânia dos Santos[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a diversidade da ordem Coleoptera em sistemas agroflorestais (SAFs). Foram dispostas dez armadilhas *pitfall-trap* em cada área, sendo o SAF1 já consolidado, SAF2 e SAF3 em processo de estabelecimento. Após sete dias a campo, as amostras foram lavadas e identificadas ao menor nível taxonômico possível, para determinação dos índices ecológicos e análise de componentes principais. Foram obtidas sete famílias, sendo Scarabaeidae e Staphylinidae as mais expressivas. O SAF1 apresentou grupos exclusivos, enquanto SAF3 demonstrou melhores resultados para os índices ecológicos. A separação das áreas de acordo com a distribuição dos organismos indica preferência de grupos por diferentes estágios dos sistemas, de acordo com o estágio da vegetação.

PLAVRAS-CHAVE: Coleoptera, besouros, invertebrados, biologia do solo.

INTRODUÇÃO

O uso inadequado do solo, principalmente através de sistemas convencionais, tem causado degradação de seus atributos físicos, químicos e biológicos (Moraes Sá et al., 2009), tornando os sistemas agroflorestais (SAFs) uma alternativa viável para atenuar os prejuízos causados pela agricultura tradicional, pois são considerados conservacionistas em razão da similaridade com os sistemas naturais (Barros et al., 2008). Os SAFs podem reproduzir um habitat favorável para organismos do solo, pela disponibilidade deabrigo e matéria orgânica disponível, sem grandes variações decorrentes do manejo intenso (Luizão e Schubart, 1987).

A ordem Coleoptera destaca-se entre os organismos da fauna do solo, pela eficiência na decomposição e ciclagem dos nutrientes (Höferet al., 2001), e por estar associada à regulação da população de outros organismos além de interferir nas propriedades físicas do solo (Korasakiet al, 2017). Tendo em vista a importância de estudos sobre esta ordem e sua relação com o ambiente, oobjetivo do trabalho foi avaliar a diversidade da ordem Coleoptera em sistemas agroflorestais (SAFs) no município de Dois Vizinhos-PR

[1]Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4, dtessaro@gmail.com
[2]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.
[3]Graduando,Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em abril de 2018, na área experimental agroflorestal da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos. Composta por trinta e três espécies florestais associadas a espécies agrícolas, dividindo-se em SAF1 já consolidado com oito anos (1950m^2), SAF2 (495m^2) e SAF3 (558m^2) em processo de estabelecimento com três anos. Foram implantadas em cada área dez armadilhas para captura da fauna epiedáfica, do tipo *pitfall-trap*, contendo 2/3 de seu volume de solução fixadora de formol 4% (Moldenke, 1994), espaçadas 10 m entre si.

Após sete dias a campo, as amostras foram levadas ao laboratório, lavadas em peneira de malha fina e conservadas em etanol 70%.A classificação dos indivíduos foi realizada ao menor nível taxonômico possível, utilizando chaves dicotômicas de classificação (Fujihara et al., 2011). Os resultados foram analisados pelo *software* PAST para obtenção dos índices ecológicos e pelo *software* PCORD 6.0 para análise de componentes principais (PCA), tendo por finalidade a visualização da distribuição dos organismos nas diferentes áreas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram amostrados cento e vinte e cinco indivíduos da ordem Coleoptera, representados por sete famílias (Figura 1A). A presença de estafilinídeos e escarabeídeos em maior número nos três SAF's indica o potencial do sistema na manutenção da qualidade do ambiente, visto que estes servem como indicadores ecológicos (Azevedo et al., 2011; Comar et al., 2016). Os grupos Curculionidae, Lagriidae e Scolytidae foram menos expressivos em todos os SAFs, enquanto o SAF1 apresentou exclusividade na ocorrência de Bruchidae e Platypodidae, indicando efetivo desenvolvimento da comunidade de besouros após sua consolidação, fato comprovado pelos índices ecológicos nesse ambiente (Tabela 1).

Tabela 1- Índices ecológicos referentes à ordem Coleoptera em sistema agroflorestal consolidado (SAF1) e em processo de estabelecimento (SAF2 e SAF3).

Índices Ecológicos	SAF1	SAF2	SAF3
Riqueza	5	4	5
Abundância Total	40	66	19
Simpson (D)	0.43	0.63	0.38
Shannon (H)	1.09	0.68	1.17
Pielou (J)	0.68	0.49	0.73
Margalef	1.08	0.71	1.35

O SAF2 apresenta maior abundância, com destaque para Staplylinidae e Scarabaeidae, pertencentes às famílias mais abundantes no solo (Marinoni e Ganho, 2003), somando 95,46%

do total de indivíduos neste ambiente, resultando em menordiversidade e uniformidade. Resultados opostos são observados no SAF3, o qual possui a menor abundância e melhor distribuição dos indivíduos nas famílias amostradas, promovendo maior diversidade. De acordo com a riqueza de Margalef, todos os SAF são considerados como baixa riqueza por apresentar valores menores que 2,0 (Richter et al., 2012).

A análise de componentes principais (Figura 1B) apresenta separação dos SAF's em relação à distribuição dos grupos, indicando preferência por diferentes estágios de estabelecimento, podendo estar relacionado aos diferentes estágios da vegetação e disponibilidade trófica (Marinori e Ganho, 2003). A família Lagriidae demonstra preferência por ambientes agrícolas (Azevedo et al., 2015), estando relacionada ao SAF2, que demonstra vegetação menos desenvolvida. O SAF3, por apresentar maior banco de plântulas, favorece o desenvolvimento dos curculionídeos, que apresentam hábito herbívoro (ROCHA, 2017).

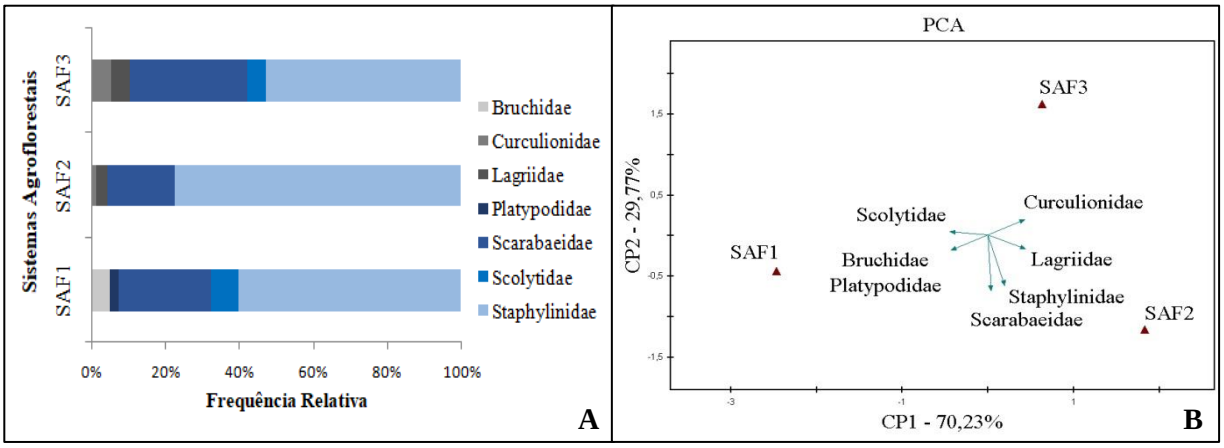


Figura 1- Frequência relativa (B) e análise de componentes principais (A) referentes à distribuição da ordem Coleoptera em sistema agroflorestal consolidado (SAF1) e em processo de estabelecimento (SAF2 e SAF3).

O SAF1 apresenta árvores de médio e grande porte, além de grande quantidade de bananeiras, proporcionando maior sombreamento e umidade neste ambiente. Tais condições favorecem o desenvolvimento da família Scolytidae, utilizando toras com casca para oviposição e crescimento de suas larvas (Moura et al., 2008) e também Platypodidae, indivíduos perfuradores de madeira mortas ou enfraquecidas, e se alimentam de fungos presentes no ambiente (Inácio et al., 2010). A presença e relação dos Bruchidae nessa área podem estar relacionadas à existência de leguminosas no interior do sistema, uma vez que são considerados pragas de grãos (Lorini et al., 2015).

[1]Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4, dtessaro@gmail.com
[2]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.
[3]Graduando,Universidade Tecnológica Federal do Paraná, estrada para Boa Esperança km 4.

CONCLUSÕES

Os sistemas agroflorestais se mostram favoráveis ao desenvolvimento da comunidade de coleópteros, os quais apresentam diferente distribuição segundo o estágio de desenvolvimento do sistema e sua vegetação.

REFERÊNCIAS

Azevedo FR, Moura MAR, Arrais MSB, Nere DR. Composição da entomofauna da Floresta Nacional do Araripe em diferentes vegetações e estações do ano. Rev Ceres. 2011;58:740-748. http://www.ceres.ufv.br/ojs/index.php/ceres/article/view/3736/1559

Azevedo FR, Moura ES, Azevedo R, Santos CM, Nere DR. Inventário da entomofauna de ecossistemas da Área de Proteção Ambiental do Araripe com bandejas d'água amarelas. Holos, 2015;31:121-134. https://doi.org/10.15628/holos.2015.2249

Barros E, Mahieu J, Tapia-coral S, Nascimento ARL, Lavelle P. Comunidade da macrofauna do solo na Amazônia brasileira. In: Moreira FMS, Siqueira JO, Brussaard L, editores. Biodiversidade do solo em ecossistemas brasileiros. Lavras: UFLA; 2008, p.171-191.

Comar KC, Vicente TS, Coppo TL, Lopes J, Zequi JAC. Abundância e Diversidade de Staphylinidae (Coleoptera) em Fragmento e Reflorestamento no Norte do Paraná. EntomoBrasilis. 2016;9:114-119. https://periodico.ebras.bio.br/ojs/index.php/ebras/article/view/ebrasilis.v9i2.568/385

Fujihara TS, Forti LC, Almeida MC, Baldin ELL, editores. Insetos deimportância econômica: guia ilustrado para identificação de famílias. Piracicaba:FEPAF; 2011.

Höfer H, Hanagarth W, Garcia M, Martius C, Franklin E, Römbke J, Beck L. Structure and function of soil fauna communities in Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. Eur J Soil Biol, 2001;37:229-235.https://doi.org/10.1016/S1164-5563(01)01089-5

Inácio ML, Henriques J, Sousa E. Mycobiota associated with *Platypus cylindrus* Fab. (Coleoptera: Platypodidae) on cork oak in Portugal. IOBC/wprs Bulletin**,** 2010;57:87-95. https://www.researchgate.net/publication/266393103_Mycobiota_associated_with_Platypus_cylindrus_Fab_Coleoptera_Platypodidae_on_cork_oak_in_Portugal

Korasaki V, Ferreira RS, Canedo-Júnior EO, Franla F, Audino LD. Macrofauna. In: Toma MA, Boas RCV, Moreira FMS, editores. Conhecendo a vida do solo, v2. Lavras:UFLA; 2017, p. 1-32.

Lorini I, Krzyzanowski FC, França-Neto JB, Henning AA, Henning FA. Manejo Integrado de Pragas de Grãos e Sementes Armazenadas.Brasília: Embrapa, 2015.

Luizão FJ, Schubart HOR. Litter production and decomposition in a terra-firme Forest of central Amazonia. Experientia, 1987;43:259-265.https://doi.org/10.1007/BF01945549

Marinoni RC, Ganho NG. Fauna de Coleoptera no Parque Estadual de Vila Velha, Ponta Grossa, Brasil. Abundância e Riqueza das famílias capturadas através de armadilhas de malaise. Rev Bras Zoo. 2003;20:727-736. http://dx.doi.org/10.1590/S0101-81752003000400029

Moldenke AR. Arthropods. In: Weaver RW, Angle S, Bottomley P, Bezdicek D, Smith S, Tabatabai A, Wollum A, editors.Methods of soil analysis: microbiological and biochemical properties. Madison: SSSA; 1994, p. 517-54.

Moraes Sá JC, Cerri CC, Lal R, Dick WA, Piccolo MC, Feigl BE. Soil organic carbon and fertility interactions affected by a tillage chronosequence in a Brazilian Oxisol. Soil Till Res, 2009;104:56-64. https://doi.org/10.1016/j.still.2008.11.007

Moura RG, Berti Filho E, Peres Filho O, Dorval A. Coleobrocas (Insecta: Coleoptera) associadas à madeira de *Tectonagrandis* Linn. F (Lamiaceae). Revista de Agricultura, 2008;83:35-46. http://revistadeagricultura.org.br/index.php/revistadeagricultura/article/viewFile/256/70

Richter C, Peiter M, Robaina A, Souza A, Ferraz R, David A. Levantamento da arborização urbana de Mata/RS. Rev Soc Bras Arb Urb, 2012;7:84-92. http://silvaurba.esalq.usp.br/revsbau/artigos_cientificos/artigo208-publicacao.pdf

Rocha LP. Sistemática e biogeografia de besouros curculionídeos (Curculionoidea: Coleoptera) associados a figueiras (*Ficus*: Moraceae) [Tese]. Ribeirão Preto: Universidade de São Paulo: 2017.

INTERVALO HÍDRICO ÓTIMO EM PERFIL DE LATOSSOLO BRUNO DISTRÓFICO SOB DIFERENTES USOS E MANEJOS

Luiz Fernando Machado Kramer[1], Cássio Antonio Tormena[2], Marcelo Marques Lopes Müller[3].

RESUMO: O Intervalo Hídrico Ótimo (IHO) é um importante índice para a avaliação da qualidade do solo, pois é sensível às alterações estruturais provocadas pelas práticas de manejo do solo. O objetivo neste trabalho foi avaliar o Intervalo Hídrico Ótimo, como indicador de qualidade física de um Latossolo Bruno distrófico, sob diferentes condições de uso e manejo no município de Guarapuava-PR. O solo foi avaliado em dois locais de um mesmo talhão: um sob cultivo e outro adjacente sob mata nativa. Sob cultivo, foram selecionadas duas sub-áreas, uma na bordadura e outra no centro do talhão, denominando-se as diferentes áreas estudadas como: mata, lavoura e bordadura, sendo que em cada uma foram abertas quatro trincheiras com dimensões de 1 m x 1 m x 1 m, no sentido perpendicular à linha de plantio e/ou do tráfego de máquinas. As trincheiras foram divididas verticalmente em quatro camadas de 0,25 m a partir da superfície para coleta de amostras indeformadas, utilizadas para a determinação das curvas de retenção de água no solo (CRA) e de resistência do solo à penetração (CRS). Os resultados obtidos permitiram identificar alterações da estrutura do solo causadas pelo uso/manejo do solo, na superfície e em subsuperfície, principalmente pelo efeito do tráfego de máquinas agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade física, conteúdo de água, estrutura do solo, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

Via de regra, as avaliações de indicadores de qualidade do solo se concentram nos horizontes mais superficiais, até 0,25 m de profundidade, muito em função da dinâmica biológica, física e química que ocorre nessa camada, além de ser de fácil acesso. São escassos os trabalhos que relacionam o efeito do manejo na qualidade do solo em profundidades superiores a 0,40 m. Daí a importância de não limitar as avaliações de qualidade do solo apenas na porção mais superficial, já que muitas das suas propriedades só podem ser identificadas nas camadas mais profundas (Brady e Weil, 2013).

O Intervalo Hídrico Ótimo (IHO) é um importante índice para a avaliação da qualidade do solo, pois é sensível às alterações estruturais provocadas pelas práticas de manejo do solo, como o preparo do solo, o tráfego de máquinas agrícolas, rotação de culturas, etc. (Gubiani et

[1]Professor Dr., Depto. Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR, luizfernandokramer@gmail.com.
[2]Professor Dr., Depto. Agronomia, UEM, Maringá, PR, catormena@uem.br.
[3]Professor Dr., Depto. Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR, mmuller@unicentro.br.

al., 2013; Guedes Filho et al., 2013).

O IHO é um parâmetro que pode ser utilizado com segurança na quantificação das alterações que ocorrem na disponibilidade de água dos solos submetidos a diferentes usos e manejos (Lima et al., 2009). O uso de parâmetros integradores, como o Intervalo Hídrico Ótimo é mais apropriado para estudos de degradação e qualidade física do solo visto permitir uma definição mais clara dos processos físicos que ocorrem sob diferentes sistemas de uso e manejo.

O objetivo neste trabalho foi avaliar o Intervalo Hídrico Ótimo, como indicador de qualidade física de um Latossolo Bruno distrófico sob diferentes condições de uso e manejo no município de Guarapuava-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

A área do estudo está localizada no município de Guarapuava-PR, nas coordenadas 51º 33' 36" de longitude Oeste e 25º 29' 04" de latitude Sul e altitude média de 1.100 m. O relevo é suave ondulado e o solo foi identificado como Latossolo Bruno distrófico, com teores médios de argila que o enquadram na classe textural muito argilosa.

As amostragens de solo foram realizadas em dois locais do mesmo talhão: um sob cultivo e outro adjacente sob mata nativa. Na área sob cultivo foram selecionadas duas sub-áreas, sendo uma na bordadura e outra no centro do talhão. Essas áreas no talhão foram denominadas de sistema: mata, lavoura e bordadura. Em cada um dos sistemas foram abertas quatro trincheiras com dimensões de 1 m x 1 m x 1 m, no sentido perpendicular à linha de plantio e/ou do tráfego de máquinas. As trincheiras foram divididas verticalmente em quatro camadas de 0,25 m a partir da superfície. Foram 6 pontos amostrais por camada, totalizando 24 amostras por camada em cada sistema avaliado. As amostras foram enviadas ao laboratório de Física do Solo da Universidade Estadual de Maringá – UEM.

As amostras indeformadas foram utilizadas para a determinação das curvas de retenção de água no solo (CRA) e de resistência do solo à penetração (CRS). Para determinar a CRA as amostras, de cada sistema e local de estudo, foram divididas em 12 grupos, com quatro repetições, e submetidas a dois procedimentos metodológicos. Foram estabelecidos seis pontos de relação de potencial mátrico (ψ) e umidade: -1, -2, -4, -6, -8 e -10 kPa em mesa de tensão. Para ψ até -0,085 MPa, foi adotado o procedimento de secagem ao ar e para a determinação do ψ foi utilizado um tensiômetro eletrônico (modelo T5, marca UMS). Os $\psi < -0,085$ MPa, fora da faixa de medida dos tensiômetros, foram determinados por psicrometria, utilizando o Dewpoint Potentiometer (WP4-T). A CRS foi determinada nas amostras com estrutura indeformada, depois de atingido o equilíbrio hidráulico nos diferentes potenciais mátricos

aplicados. Para esta medida foi utilizado um penetrômetro eletrônico com velocidade constante de penetração de 1 cm min^{-1}.

O IHO foi determinado conforme Silva et al. (1994) e Tormena et al. (1999). Os ajustes das CRA e CRS foram feitos com a rotina PROC GLM e PROC REG do programa SAS.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O IHO para as áreas estudadas é apresentado nas Figura 1. A umidade na capacidade de campo (θCC) foi o limite superior para a maior parte dos valores de Ds, em todas as camadas estudadas. A umidade na porosidade de aeração (θPA) somente substitui a θCC como limite superior na extremidade final do IHO. Esses dados estão em conformidade com os resultados de Beutler et al. (2005, 2007) e Leão et al. (2005). Já a umidade na resistência à penetração (θRP) foi o limite inferior de quase todos os valores de Ds, em todas as camadas. Isso indica que a RP é a variável mais limitante e de grande importância para a qualidade física desse solo.

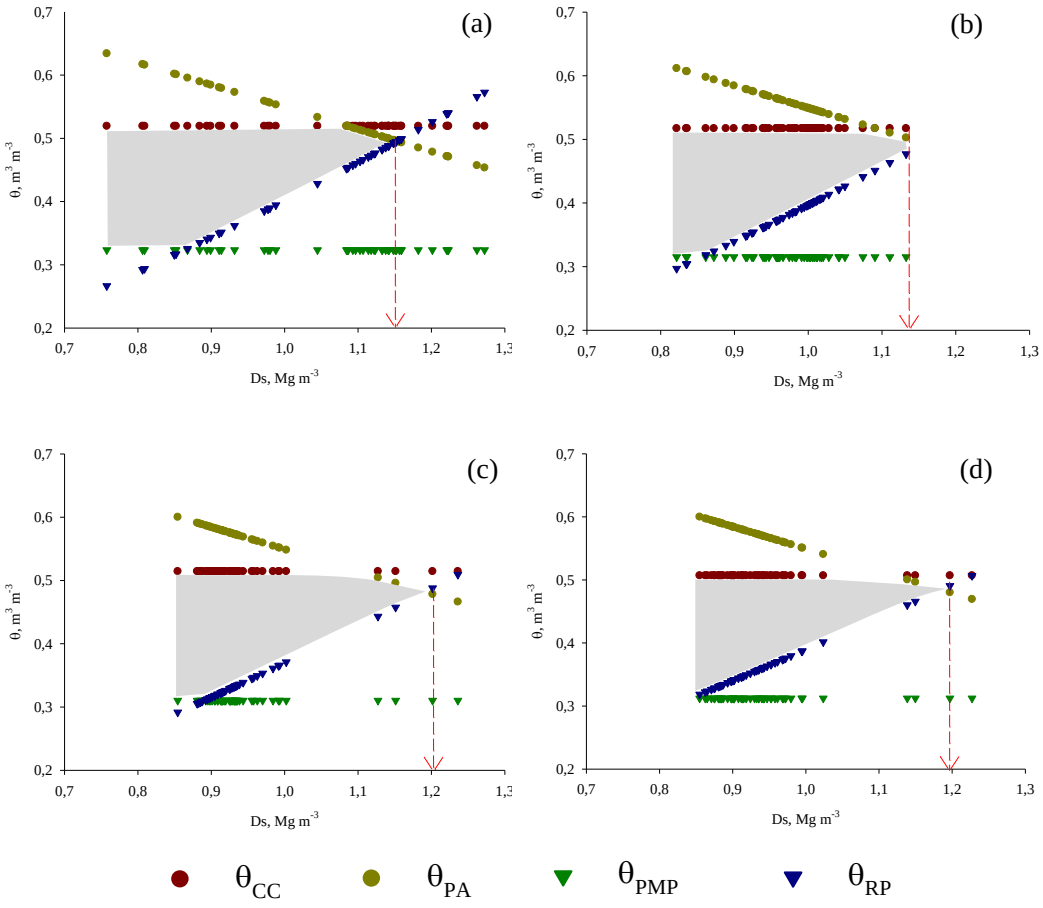


Figura 1. Variação do teor de água do solo (θ) com a densidade do solo (Ds) nos níveis críticos da capacidade de campo (θCC), ponto de murcha permanente (θPMP), resistência à penetração (θRP) e porosidade de aeração (θPA), nas camadas 0,0-0,25 m (a), 0,25-0,50 m (b), 0,50-0,75 m (c) e 0,75-1,00 m (d). A área em cinza corresponde ao IHO.

[1]Professor Dr., Depto. Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR, luizfernandokramer@gmail.com.
[2]Professor Dr., Depto. Agronomia, UEM, Maringá, PR, catormena@uem.br.
[3]Professor Dr., Depto. Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR, mmuller@unicentro.br.

A análise da figura 1 indica certa uniformidade de amplitude do IHO no perfil do solo estudado. Porém, quando se analisa os diferentes sistemas ao longo do perfil, indica haver séria restrição hídrica nas camadas superficiais, principalmente na área de bordadura, onde o IHO é nulo. Isso se deve ao aumento da Ds devido, principalmente, ao tráfego de máquinas. O efeito da degradação da estrutura do solo, pela ação de compressão dos pneus devido ao tráfego de máquinas agrícolas, se estende ao longo do perfil na área de bordadura, indicado pela menor amplitude do IHO. Segundo Betioli Junior et al. (2012), a redução do IHO com o aumento da Ds caracteriza a perda da qualidade física, com o aumento da compactação do solo.

CONCLUSÕES

Os resultados obtidos permitiram identificar alterações da estrutura do solo causadas pelo uso/manejo do solo, na superfície e em subsuperfície, principalmente pelo efeito do tráfego de máquinas agrícolas.

REFERÊNCIAS

Betioli Júnior, E, Moreira, WH; Tormena, CA, Ferreira, CJB, Silva, AP, Giarola, NFB. Intervalo hídrico ótimo e grau de compactação de um Latossolo Vermelho após 30 anos sob plantio direto. Rev Bras Cienc Solo. 2012; 36:971-982.

Beutler, NA, Centurion, JF, Centurion, MAPC, Leonel, CL, João, ACGS, Freddi, OS. Intervalo hídrico ótimo no monitoramento da compactação e da qualidade física de um Latossolo Vermelho cultivado com soja. Rev Bras Cienc Solo. 2007; 31:1223-1232.

Beutler, AN, Centurion, JF, Silva, AP. Soil resistance to penetration and least limiting water range for soybean yield in a haplustox from Brazil. Braz. Arch. Biol. Technol. 2005; 48:863-871.

Brady, NC, Weil, RR. Elementos da natureza e propriedades dos solos. 3 ed. Porto Alegre: Bookman, 2013.

Gubiani, PI, Reichert, JM, Reinert, DJ. Indicadores hídrico-mecânicos de compactação do solo e crescimento de plantas. Rev Bras Cienc Solo. 2013; 37:1-10.

Guedes Filho, O, Blanco-Canqui, H, Silva, AP. Least limiting water range of the soil seedbed for long-term tillage and cropping system in the central Great Plains, USA. Geoderma. 2013; 207:99-110.

Leão, TP, Silva, AP, Perfect, E, Tormena, CA. An algorithm for calculating the least limiting water range of soil using SAS. Agron. J. 2005; 97:1210-1215.

Lima, VMP, Oliveira, GC de, Severiano, E da C, Oliveira, LFC de. Intervalo hídrico ótimo e porosidade de solos cultivados em área de proteção ambiental do sul de Minas Gerais. Rev Bras Cienc Solo. 2009; 33:1087-1095.

Silva, AP, Kay, BD, Perfect, E. Characterization of the least limiting water range. Soil Sci. Soc. Am. J. 1994; 58: 1775-1781.

Tormena, CA, Silva, AP, Libardi, P.L. Soil physical quality of a Brazilian Oxisol under two tillage systems using the least limiting water range approach. Soil Till. Res. 1999; 52:223-232.

ELABORAÇÃO DE APLICAÇÃO MOBILE PARA AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO (VESS)

Tatiany Keiko Mori[1], Dr. Rachel Muylaert Locks Guimarães[2], Renan Augusto Lack Barboza[3]

RESUMO: Com o avanço na produção de alimentos, as temáticas ligadas à sustentabilidade da produção de alimentos passaram a ter grande relevância no cenário mundial, motivo pelo qual a Qualidade do Solo se torna fundamental quando se fala em produção de alimentos.

Assim, para evitar a degradação do solo, surgiram várias ferramentas direcionadas a avaliação e conservação do solo e, nesta perspectiva, o aplicativo (VESS) Avaliação Visual da Estrutura do Solo vem com a proposta de avaliação simples e rápida a fim de auxiliar produtores rurais e demais usuários em tomadas de decisões relativas ao manejo do solo, sendo o VESS uma ferramenta com finalidade de dar uma nota de "saúde" para o estado físico do Solo antes do plantio.

Levando em conta o poder dessa ferramenta, que usa uma carta levada a campo para ser executada, surgiu a proposta de transformá-la em uma aplicação móvel, acompanhando as novas tecnologias disponíveis.

Após todos os trâmites a aplicação mobile foi lançada na plataforma Google Play e está disponível para download, funcionando off-line. Mesmo sendo a versão beta, já cumpre o papel da carta.

PALAVRAS-CHAVE: Aplicativo, Qualidade do Solo, Android.

INTRODUÇÃO

A Qualidade do Solo é tema de grande relevância na atualidade devido à preocupação mundial com o meio ambiente, pois este possui relação direta com importantes processos biogeoquímicos.

Em busca de manter o crescimento agrícola, utilizando de forma sustentável o solo, surgiram diferentes indicadores de caráter químico, físico e biológico, que buscam demonstrar o estado de "saúde" em que o solo se encontra, destes, o método físico se destaca por englobar atributos dos outros dois.

Métodos laboratoriais são capazes de quantificar características físicas, no entanto

[1]Bolsista CNPq, UTFPR, via do conhecimento s/n e tatianymori@gmail.com.
[2]Professor, UTFPR, via do conhecimento s/n.
[3]Bolsista CNPq, UTFPR, via do conhecimento s/n

exigem muito tempo e elevado custo. A Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS), que usa a visão em conjunto com o tato como principais ferramentas para avaliação, é um método rápido e eficaz, além de ser de baixo custo.

Engloba-se no termo Avaliação Visual do Solo o conjunto de saberes científicos e empíricos, naturais da observação, logo há uma simplificação objetiva da saúde física de um Solo, comprovadamente representativa (Guimarães et al, 2011).

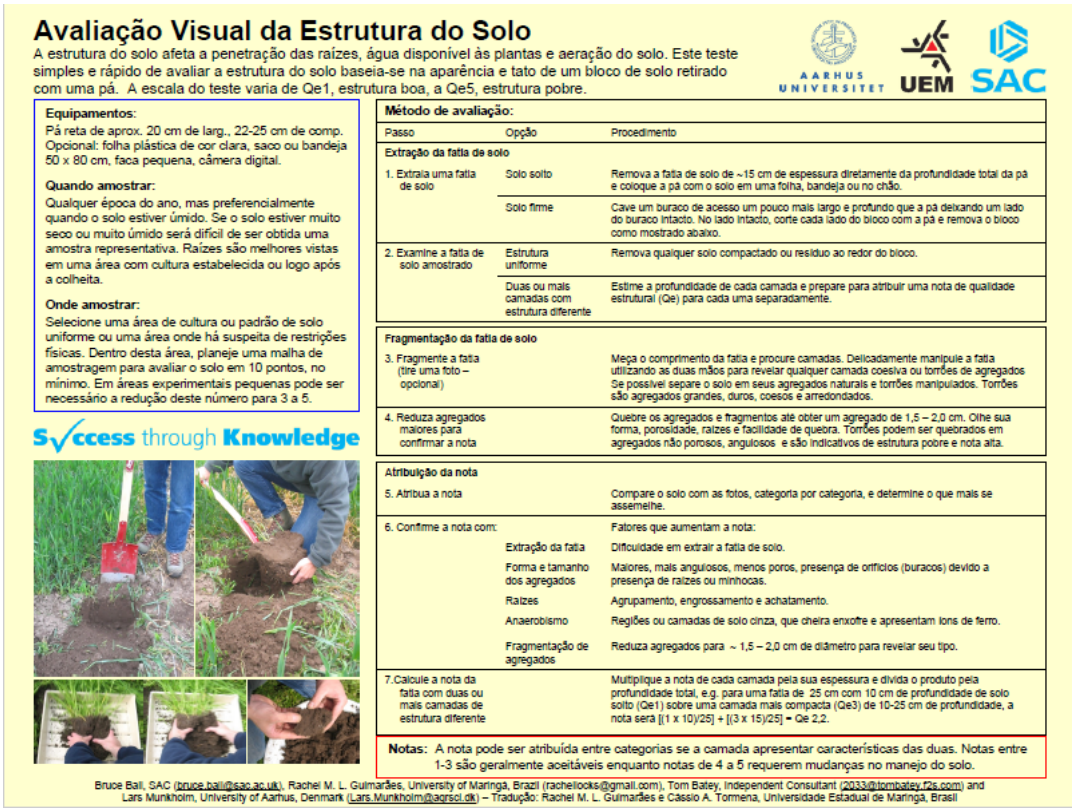
A Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) é um teste de pá aonde se atribui uma nota ao solo com base em sua qualidade física, os critérios para tal nota são os agregados naturais presentes, os poros, raízes e outras características físicas. A nota pode variar de Qe1 (ótimo) a Qe5 (ruim). Para realizar o VESS se utiliza uma carta levada a campo onde se tem uma descrição do procedimento de um lado e do outro os 5 níveis de qualidade com imagens, onde é feita uma aferição para auxiliar na conclusão da nota. A partir dessa nota, que é semi-quantitativa, pode-se constatar vários fatores em relação ao solo, tais como, potencial agrícola, produtividade, manejo, etc... (Guimarães et al, 2011).

Levando em conta a crescente expansão da tecnologia, mais precisamente o uso global de smartphones, que não se limita ao urbano e atinge também as diversas zonas rurais, considerou-se transformar a carta utilizada na avaliação visual da estrutura do Solo (VESS) em um modelo virtual, adicionando também outras funções que podem auxiliar produtores rurais e demais usuários do VESS na atribuição da nota final e tomadas de decisão.

MATERIAL E MÉTODOS

Para elaboração do aplicativo obteve-se a modelagem utilizando a carta de avaliação (Figuras 1 e 2) que é levada a campo no método tradicional. E para o desenvolvimento utilizou-se a linguagem JAVA com a IDE Android Studio. Foram feitas também filmagens durante os testes da estrutura do solo para compor um tutorial intuitivo ao usuário.

Figura 1 – Parte da frente da carta do VESS.



Avaliação Visual da Estrutura do Solo

A estrutura do solo afeta a penetração das raízes, água disponível às plantas e aeração do solo. Este teste simples e rápido de avaliar a estrutura do solo baseia-se na aparência e tato de um bloco de solo retirado com uma pá. A escala do teste varia de Qe1, estrutura boa, a Qe5, estrutura pobre.

AARHUS UNIVERSITET UEM SAC

Equipamentos:
Pá reta de aprox. 20 cm de larg., 22-25 cm de comp. Opcional: folha plástica de cor clara, saco ou bandeja 50 x 80 cm, faca pequena, câmera digital.

Quando amostrar:
Qualquer época do ano, mas preferencialmente quando o solo estiver úmido. Se o solo estiver muito seco ou muito úmido será difícil de ser obtida uma amostra representativa. Raízes são melhores vistas em uma área com cultura estabelecida ou logo após a colheita.

Onde amostrar:
Selecione uma área de cultura ou padrão de solo uniforme ou uma área onde há suspeita de restrições físicas. Dentro desta área, planeje uma malha de amostragem para avaliar o solo em 10 pontos, no mínimo. Em áreas experimentais pequenas pode ser necessário a redução deste número para 3 a 5.

Success through Knowledge

Método de avaliação:

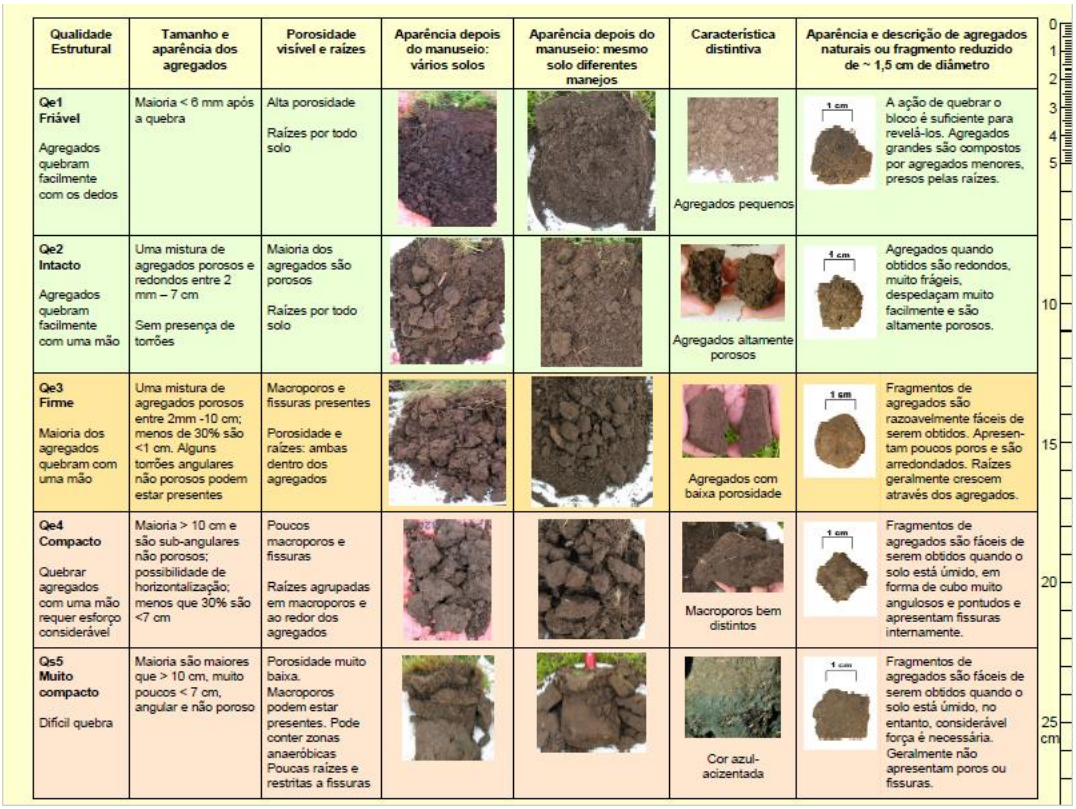
Passo	Opção	Procedimento
Extração da fatia de solo		
1. Extrala uma fatia de solo	Solo solto	Remova a fatia de solo de ~15 cm de espessura diretamente da profundidade total da pá e coloque a pá com o solo em uma folha, bandeja ou no chão.
	Solo firme	Cave um buraco de acesso um pouco mais largo e profundo que a pá deixando um lado do buraco intacto. No lado intacto, corte cada lado do bloco com a pá e remova o bloco como mostrado abaixo.
2. Examine a fatia de solo amostrado	Estrutura uniforme	Remova qualquer solo compactado ou resíduo ao redor do bloco.
	Duas ou mais camadas com estrutura diferente	Estime a profundidade de cada camada e prepare para atribuir uma nota de qualidade estrutural (Qe) para cada uma separadamente.
Fragmentação da fatia de solo		
3. Fragmente a fatia (tire uma foto – opcional)		Meça o comprimento da fatia e procure camadas. Delicadamente manipule a fatia utilizando as duas mãos para revelar qualquer camada coesiva ou torrões de agregados Se possível separe o solo em seus agregados naturais e torrões manipulados. Torrões são agregados grandes, duros, coesos e arredondados.
4. Reduza agregados maiores para confirmar a nota		Quebre os agregados e fragmentos até obter um agregado de 1,5 – 2,0 cm. Olhe sua forma, porosidade, raízes e facilidade de quebra. Torrões podem ser quebrados em agregados não porosos, angulosos e são indicativos de estrutura pobre e nota alta.
Atribuição da nota		
5. Atribua a nota		Compare o solo com as fotos, categoria por categoria, e determine o que mais se assemelhe.
6. Confirme a nota com:		Fatores que aumentam a nota:
	Extração da fatia	Dificuldade em extrair a fatia de solo.
	Forma e tamanho dos agregados	Maiores, mais angulosos, menos poros, presença de orifícios (buracos) devido a presença de raízes ou minhocas.
	Raízes	Agrupamento, engrossamento e achatamento.
	Anaerobismo	Regiões ou camadas de solo cinza, que cheira enxofre e apresentam íons de ferro.
	Fragmentação de agregados	Reduza agregados para ~ 1,5 – 2,0 cm de diâmetro para revelar seu tipo.
7.Calcule a nota da fatia com duas ou mais camadas de estrutura diferente		Multiplique a nota de cada camada pela sua espessura e divida o produto pela profundidade total, e.g. para uma fatia de 25 cm com 10 cm de profundidade de solo solto (Qe1) sobre uma camada mais compacta (Qe3) de 10-25 cm de profundidade, a nota será [(1 x 10)/25] + [(3 x 15)/25] = Qe 2,2.

Notas: A nota pode ser atribuída entre categorias se a camada apresentar características das duas. Notas entre 1-3 são geralmente aceitáveis enquanto notas de 4 a 5 requerem mudanças no manejo do solo.

Bruce Ball, SAC (bruce.ball@sac.ac.uk), Rachel M. L. Guimarães, University of Maringá, Brazil (rachellocks@gmail.com), Tom Batey, Independent Consultant (2033@tombatey.f2s.com) and Lars Munkholm, University of Aarhus, Denmark (Lars.Munkholm@agrsci.dk) – Tradução: Rachel M. L. Guimarães e Cássio A. Tormena, Universidade Estadual de Maringá, Brasil

Fonte: http://paginapessoal.utfpr.edu.br/rachelguimaraes/vess.

Figura 2 – Parte de trás da carta do VESS.



Qualidade Estrutural	Tamanho e aparência dos agregados	Porosidade visível e raízes	Aparência depois do manuseio: vários solos	Aparência depois do manuseio: mesmo solo diferentes manejos	Característica distintiva	Aparência e descrição de agregados naturais ou fragmento reduzido de ~ 1,5 cm de diâmetro
Qe1 Friável Agregados quebram facilmente com os dedos	Maioria < 6 mm após a quebra	Alta porosidade Raízes por todo solo			Agregados pequenos	A ação de quebrar o bloco é suficiente para revelá-los. Agregados grandes são compostos por agregados menores, presos pelas raízes.
Qe2 Intacto Agregados quebram facilmente com uma mão	Uma mistura de agregados porosos e redondos entre 2 mm – 7 cm Sem presença de torrões	Maioria dos agregados são porosos Raízes por todo solo			Agregados altamente porosos	Agregados quando obtidos são redondos, muito frágeis, despedaçam muito facilmente e são altamente porosos.
Qe3 Firme Maioria dos agregados quebram com uma mão	Uma mistura de agregados porosos entre 2mm -10 cm; menos de 30% são <1 cm. Alguns torrões angulares não porosos podem estar presentes	Macroporos e fissuras presentes Porosidade e raízes: ambas dentro dos agregados			Agregados com baixa porosidade	Fragmentos de agregados são razoavelmente fáceis de serem obtidos. Apresentam poucos poros e são arredondados. Raízes geralmente crescem através dos agregados.
Qe4 Compacto Quebrar agregados com uma mão requer esforço considerável	Maioria > 10 cm e são sub-angulares não porosos; possibilidade de horizontalização; menos que 30% são <7 cm	Poucos macroporos e fissuras Raízes agrupadas em macroporos e ao redor dos agregados			Macroporos bem distintos	Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, em forma de cubo muito angulosos e pontudos e apresentam fissuras internamente.
Qs5 Muito compacto Difícil quebra	Maioria são maiores que > 10 cm, muito poucos < 7 cm, angular e não poroso	Porosidade muito baixa. Macroporos podem estar presentes. Pode conter zonas anaeróbicas Poucas raízes e restritas a fissuras			Cor azul-acizentada	Fragmentos de agregados são fáceis de serem obtidos quando o solo está úmido, no entanto, considerável força é necessária. Geralmente não apresentam poros ou fissuras.

0 1 2 3 4 5 10 15 20 25 cm

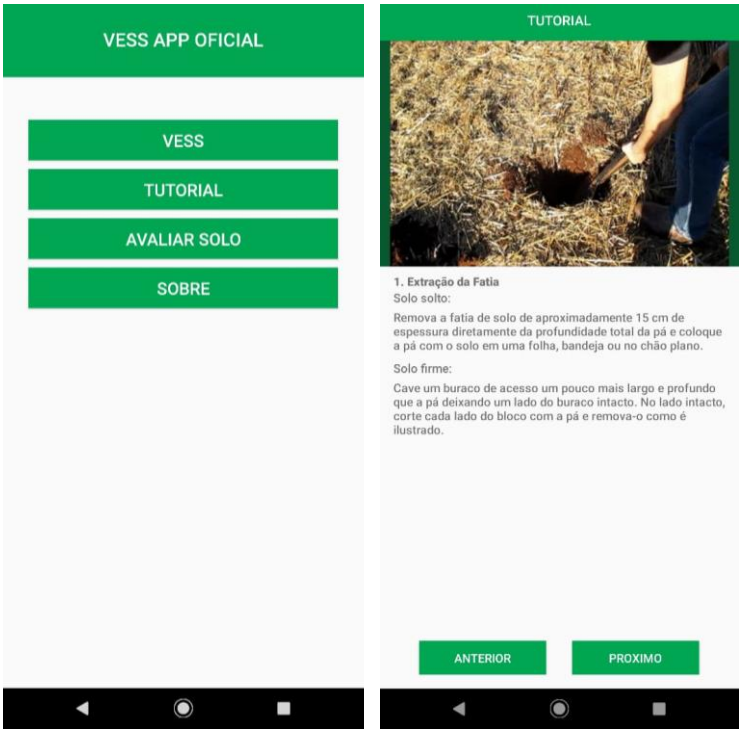
Fonte: http://paginapessoal.utfpr.edu.br/rachelguimaraes/vess.

[1]Bolsista CNPq, UTFPR, via do conhecimento s/n e tatianymori@gmail.com.
[2]Professor, UTFPR, via do conhecimento s/n.
[3]Bolsista CNPq, UTFPR, via do conhecimento s/n

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Após a modelagem e desenvolvimento do aplicativo obtivemos a versão Beta do aplicativo, apresentada na (figura 3), onde temos a tela inicial e a tela do Tutorial. Temos em VESS, as informações sobre o desenvolvimento do método, em TUTORIAL, temos GIFs explicativos sobre como proceder com o método de corte da fatia e como avalia-la, em AVALIAR SOLO, temos uma tela de inserção para os dados coletados para obtermos a nota final da fatia.

Figura 3 – Apresentação do Aplicativo Mobile do VESS.



Fonte: Autoria própria.

CONCLUSÕES

O aplicativo está disponível gratuitamente na Google Play, mesmo sendo versão Beta é funcional e cumpre o objetivo de substituir a carta que é levada a campo, dando suporte para produtores rurais e demais usuários nas tomadas de decisão.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pela bolsa e ao Grupo de Estudos em Física do Solo (GFIS) da UTFPR Campus Pato Branco.

REFERÊNCIAS

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. Soil Use Manage., 27: 395-403, 2011.

FERTILIZAÇÃO DO SOLO E VIA FOLIAR COM ZINCO SOBRE A NUTRIÇÃO DO FEIJOEIRO-COMUM

Gabriela Betanin Marcon[1], Fabrício William Ávila[2], Wagner Deckij Kachinski[3], Marcelo Marques Lopes Muller[4], Marcelo Cruz Mendes[4], Julio Cezar Borecki Vidigal[5]

RESUMO: O zinco (Zn) é um dos micronutrientes mais deficientes nos solos do Brasil. Objetivou-se avaliar o teor foliar de Zn em função da fertilização do solo e via foliar com Zn em feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivado sob sistema de plantio direto (SPD). Dois experimentos de campo foram conduzidos na safra de verão 2017/2018, usando a cultivar IPR Campos Gerais (grupo de feijão carioca) e a cultivar BRS Esteio (grupo de feijão preto). Os tratamentos foram compostos pela aplicação de Zn no solo durante a semeadura e pela pulverização foliar de Zn no estádio fenológico de florescimento. A aplicação de Zn no solo teve efeito sobre o teor foliar de Zn da cultivar IPR Campos Gerais e não afetou a produtividade de grãos de ambas as cultivares. Porém, a pulverização foliar de Zn no estádio fenológico de florescimento elevou consideravelmente o teor foliar de Zn em ambas as cultivares de feijoeiro-comum, mas, afetou negativamente a produtividade de grãos na cultivar BRS Esteio.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., micronutriente, agricultura.

INTRODUÇÃO

O zinco (Zn) é um micronutriente para os vegetais. Entretanto, estima-se que 50 % dos solos cultivados para produção de grãos são deficientes em Zn; pois, parte do Zn total do solo (30 a 60 %) pode estar em formas não disponível, ficando aprisionado na matéria orgânica e adsorvido de forma específica nos coloides minerais (Alonso et al., 2006). No Brasil, por exemplo, o Zn é o micronutriente de planta mais deficiente nos solos em condições naturais, especialmente na região do Cerrado (Lopes; Guilherme, 2016).

[1]Discente do curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* Cedeteg. Rua Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, CEP 85040-167, Guarapuava-PR. E-mail: gabi_bmarcon@hotmail.com
[2]Professor do Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO. E-mail: fwavila@unicentro.br
[3]Mestre em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: wdkachinski@hotmail.com
[4]Professores do Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mail: mmuller@unicentro.br; mcruzm@gmail.com
[5]Discente do curso de Mestrado em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: juliocezarvidigal@hotmail.com

No metabolismo vegetal, o Zn apresenta papel de destaque na ativação de enzimas, regulação e expressão gênica, síntese de proteína, metabolismo de carboidratos, fotossíntese, atuação de fitohormonios, fertilidade, regulação de crescimento, produção de sementes e na defesa contra doenças (Marschner, 2012; Rehman et al., 2018).

Objetivou-se avaliar o efeito da fertilização foliar e via solo de Zn sobre a nutrição de plantas em cultivares de feijoeiro-comum cultivadas na região Sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado na área experimental do *Campus* Cedeteg da UNICENTRO (Universidade Estadual do Centro-Oeste), situado na cidade de Guarapuava-PR.

Em 18 de dezembro de 2017, dois experimentos de campo com feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) foram instalados e conduzidos simultaneamente na área supracitada. Um experimento foi conduzido com o feijoeiro-comum cultivar BRS Esteio, pertencente ao grupo de feijão preto, e outro experimento com o feijoeiro-comum cultivar IPR Campos Gerais, pertencente ao grupo de feijão carioca, sendo que ambas as cultivares apresentam ciclo médio de 88 dias.

Em cada experimento, utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com quatro repetições, e tratamentos dispostos em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por dois tratamentos de Zn via solo (sem e com 4 kg ha^{-1} de Zn aplicado na adubação de plantio) e as subparcelas compostas por dois tratamentos de Zn via foliar (sem a pulverização foliar e com pulverização na dose de 600 g ha^{-1} de Zn). Cada subparcela experimental foi constituída por 4 linhas de plantas com 5 m de comprimento.

Para a aplicação do Zn na adubação de plantio foram obtidos os adubos formulados NPK sem Zn (12-27-06) e o NPK com Zn (12-27-06 com 1 % de Zn). A dose do formulado, com e sem Zn, aplicado no sulco de semeadura foi de 400 kg ha^{-1}. Para a pulverização foliar, utilizou-se o $ZnSO_4.7H_2O$ p.a. da marca Merck®. As doses de Zn foram aplicadas por meio de pulverizador costal, quando as plantas se encontravam no florescimento (estádio fenológico R6), usando vazão de calda de 160 L ha^{-1}.

Após 10 dias da pulverização foliar de Zn, foi realizada a coleta de folhas conforme Embrapa (2009), em cerca de 30 plantas da área útil de cada subparcela. No Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas do Campus Cedeteg da UNICENTRO foi realizado as análises de teores de nutrientes, de acordo com Malavolta (1997). No final do ciclo a produtividade

de grãos foi avaliada. Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambos os experimentos, o teor foliar de Zn de ambas as cultivares de feijoeiro-comum foi afetado significativamente pelo fator Zn via foliar ($p < 0,001$). Porém, o fator Zn via solo afetou significativamente apenas o teor foliar de Zn da cultivar IPR Campos Gerais ($p < 0,05$) (Figura 1).

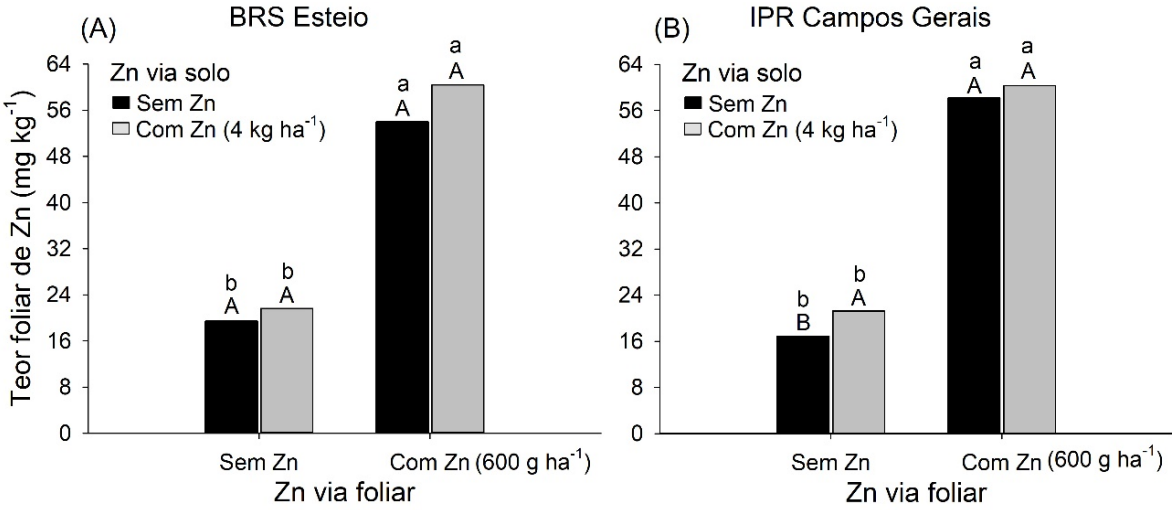


Figura 1. Teor foliar de Zn (3[as] folhas com pecíolo a partir do terço médio da planta, coletadas 10 dias após a aplicação dos tratamentos de pulverização foliar de Zn) em feijoeiro-comum 'BRS Esteio' (Figura 1A) e 'IPR Campos Gerais' (Figura 1B), em função da aplicação foliar e via solo de Zn, na safra de verão 2017/2018.

Médias seguidas da mesma letra, minúscula comparando os tratamentos de Zn via foliar dentro de cada tratamento de Zn via solo, e maiúscula comparando os tratamentos de Zn via solo dentro de cada tratamento de Zn via foliar, não diferem entre si (Scott-Knott, $p < 0,05$).

As respostas em teor foliar de Zn em função dos tratamentos foram parecidas em ambos os experimentos. A aplicação foliar de 600 g ha^{-1} de Zn durante o estádio de florescimento aumentou o teor foliar de Zn na magnitude de 180,5 % e 209,9 % nas cultivares BRS Esteio (Figura 1A) e IPR Campos Gerais (Figura 1B), respectivamente. Maior teor foliar de Zn em plantas de feijoeiro-comum após a pulverização de Zn foi também encontrado por outros autores (Oliveira Junior et al., 1995; Teixeira et al., 2008).

Quando os teores de Zn estão muito elevados nos tecidos pode-se resultar em toxicidade às plantas, por afetar negativamente o processo da fotossíntese em função da redução da atividade dos cloroplastos e diminuição da síntese de ATP (Mousavi; Galavi;

Rezaei, 2013). Ressalta-se que o aumento de teor de Zn nas folhas das plantas durante o estádio de florescimento resultou em efeito tóxico para a cultivar BRS Esteio, reduzindo a produtividade de grãos. Por outro lado, para a cultivar IPR Campos Gerais foi observado um pequeno aumento de produtividade de grãos com o aumento do teor foliar de Zn, mostrando que durante o florescimento (estádio fenológico R6), há variação genotípica quanto ao teor foliar adequado de Zn na cultura do feijoeiro-comum.

CONCLUSÕES

A aplicação de Zn no sulco de semeadura não influenciou a produtividade de grãos das cultivares de feijoeiro-comum, porém, foi menos efetiva que a pulverização foliar em elevar o teor foliar de Zn.

A pulverização foliar de Zn durante o estádio fenológico de florescimento elevou consideravelmente o teor foliar de Zn em ambas as cultivares de feijoeiro-comum, porém, afetou negativamente a produtividade de grãos na cultivar BRS Esteio.

REFERÊNCIAS

Alonso, F. P. et al. Agronomic implications of the supply of lime and gypsium by-products to palexerults from western Spain. Soil Sci. 2006; 171:65-81. DOI: 10.1097/01.ss.0000200557.253069.50

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2° ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; 2009.

Lopes, A. S.; Guimarães Guilherme, L. R. A career perspective on soil management in the Cerrado Region of Brazil. Adv Agron. 2016; 137:1-72. DOI: 10.1016/bs.agron.2015.12.004

Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação. Piracicaba: Potafos; 1997.

Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 3ª ed. London: Academic Press; 2012.

Mousavi, S. R.; Galavi, M.; Rezaei, M. Zinc (Zn) Importance for Crop Production – A Review, Int J Agron Plant Prod. 2013; 4:64-68. DOI:

Oliveira Junior, J. A. et al. E. Efeito de fontes e de aditivos na absorção de ^{35}S via foliar pelo feijoeiro. Sci Agr. 1995; 52:452-457. DOI: 10.1590/S0103-90161995000300008

Rehman, A. et al. Zinc nutrition in wheat-based cropping systems, Plant Soil. 2018; 422:283–315. DOI: 10.1007/s11104-017-3507-3

Teixeira, I. R. et al. Fontes e doses de zinco no feijoeiro cultivado em diferentes épocas de semeadura, Acta Sci-Agron. 2008; 30 (2). DOI: 10.4025/actasciagron.v30i2.1739

Efeito residual do gesso agrícola e adubação nitrogenada na qualidade bromatológica em aveia e milho forrageiro em sistema de plantio direto consolidado

Julio Cezar Borecki Vidigal[1], Christian Lopes[1], Leslei Caroline Santos[2], Marcelo Vicensi[3], Mikael Neumann[4], Marcelo Marques Lopes Muller[5], Fabrício William Ávila[6]

RESUMO: O manejo do solo em sistema de plantio direto (SPD) tem resultado na formação de gradientes de acidez, matéria orgânica e de nutrientes ao longo do perfil do solo. Objetivou-se estudar o efeito residual da gessagem associado com a adubação nitrogenada na qualidade bromatológica da biomassa de aveia (cultivo de inverno, 2016) e milho forrageiro (cultivo de verão, 2016/2017). Os experimentos foram conduzidos em esquema de parcelas subdivididas, contendo nas parcelas os tratamentos com cinco doses de gesso aplicados previamente à instalação do experimento, e nas subparcelas os tratamentos com três doses de nitrogênio em cobertura (N) aplicadas em cobertura (1 = sem aplicação de N; 2 = dose de N abaixo da recomendada; e 3 = dose de N em cobertura recomendada para a cultura em questão). A qualidade bromatológica da biomassa de ambas as culturas não foi afetada pelos efeitos residuais das gessagem. Na biomassa da aveia forrageira, a adubação nitrogenada de cobertura reduziu a percentagem de fibras em detergente neutro (FDN), hemiceluloses e proteínas e elevaram a percentagem da digestibilidade in situ da forragem, não alterando a percentagem de fibras em detergente ácido (FDA), melhorando a qualidade nutricional da forragem. Entretanto, a qualidade bromatológica da biomassa produzida pelo milho forrageiro (cultivado em sucessão ao cultivo da aveia preta) não foi influenciado pela adubação nitrogenada.

PALAVRAS-CHAVE: *Avena strigosa, Zea mays*, forragem.

INTRODUÇÃO

Na região Sul do Brasil, o manejo de rotação de culturas que tem sido amplamente utilizado em sistema plantio direto é: trigo / soja / aveia / soja / aveia / milho (Anghinoni, 2007). Nesse caso, a aveia constitui uma ótima alternativa para a produção de forragem no período de inverno em sistema de integração lavoura-pecuária, especialmente na região Sul do Brasil, onde são poucas as culturas de importância agrícola que toleram as baixas temperaturas.

[1]Discentes do curso de Mestrado em Agronomia, PPGA/UNICENTRO. *Campus* Cedeteg, Rua Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, CEP 85040-167, Guarapuava-PR. E-mail: juliocezarvidigal@hotmail.com; christian42lopes@gmail.com
[2]Discente do curso de Doutorado em Zootecnia, UNIOESTE. E-mail: lesleicaroline@hotmail.com
[3]Doutor em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: marcelo_vicensi@hotmail.com
[4]Professor, Departamento de Veterinária, UNICENTRO. E-mail: neumann.mikael@hotmail.com
[5]Professor, Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E-mail: mmuller@unicentro.br
[6]Professor, Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO. E-mail fwavila@unicentro.br

Os solos do Brasil, em sua grande maioria, apresentam valores de pH em água menores que 5,5 sob condição natural, limitando a produção agrícola. A calagem tem sido a prática mais adotada para corrigir a acidez do solo. Porém, a reatividade do calcário no solo é lenta e apresenta reduzida mobilidade ao longo do perfil, especialmente quando aplicado a lanço sem incorporação, como ocorre em sistema de plantio direto (SPD). Neste caso, o uso do gesso agrícola pode condicionar o solo em subsuperfície, devido ao fornecimento dos nutrientes cálcio e enxofre, e por reduzir a atividade do alumínio nas camadas mais profundas. Esses efeitos propiciam o maior crescimento de raízes em profundidade e, consequentemente, resulta em maior tolerância das culturas agrícolas ao déficit hídrico (Sousa et al., 2005).

Objetivou-se estudar o efeito da gessagem e da adubação nitrogenada sobre a qualidade nutricional da biomassa de aveia e milho forrageiro destinada à alimentação animal.

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos de campo, um com aveia preta (safra de inverno, 2017) e outro com milho de dupla aptidão cultivado em sucessão (safra de verão, 2016/2017), foram realizados na área experimental do *Campus* Cedeteg/UNICENTRO. Para ambos os cultivos, o delineamento foi de blocos ao acaso (DBC) com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas pelo efeito residual de doses de gesso (0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1}) aplicadas previamente, e as subparcelas consistiram de três doses de nitrogênio (N) aplicadas em cobertura: 1= sem aplicação de N (N0); 2 = dose de N abaixo da recomendada (N50); e 3 = dose de N em cobertura recomendada para a cultura (N100). As doses N0, N50 e N100 foram: 0, 50 e 100 kg ha^{-1} para a aveia (aplicadas no estádio inicial de perfilhamento) e 0, 100 e 200 kg ha^{-1} para o milho (aplicadas em estádio fenológico V6).

Na biomassa seca da aveia forrageira, colhida na época de corte para realização do pré-secado, e na biomassa seca do milho, colhida na época em que a cultura esteve em estádio de colheita para realização da prática da silagem (grãos com 2/3 da linha do leite, ou seja, 2 partes farináceo e 1 parte leitoso) foram realizadas as análises de N, conforme Malavolta (1997), proteína bruta (PB), conforme Silva (1998), e o teor de fibra em detergente neutro (FDN), teor de fibra em detergente ácido (FDA), e teor de hemiceluloses conforme método de Van Soest (1994). A degradabilidade (digestibilidade) da forragem *in situ* foi avaliado por meio da incubação do material por 24 horas no rumem em animais fistulados.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$) em DBC, com auxílio de *software SISVAR* (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A qualidade bromatológica da biomassa de aveia forrageira não foi afetada significativamente pelo efeito residual das doses de gesso aplicada previamente na área experimental, e nem pela interação entre o efeito residual das doses de gesso × abubação nitrogenada de cobertura. Entretanto, houve efeito significativo das doses de N aplicadas em cobertura sobre os teores de fibra em detergente neutro (FDN), hemiceluloses, digestibilidade da forragem in situ e proteína bruta (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo das análises de variância e médias de FDN, FDA, hemiceluloses Digestibilidade *in situ* e proteínas na aveia forrageira (safra de inverno, 2016) em função de doses de gesso agrícola e de nitrogênio em cobertura (Guarapuava-PR, 2019).

Tratamento	FDN	FDA	Hemicelulose	Digestibilidade	Proteínas
Gesso (Mg ha^{-1})	----------	----------	----------%----------	----------	----------
0 (controle)	61,34	36,85	24,49	64,72	26,80
3	60,18	36,80	23,39	66,86	27,37
6	61,17	37,28	23,89	64,32	28,52
9	61,50	37,33	24,16	64,54	28,30
12	58,49	34,38	24,11	61,99	29,60
Regressão/R^2	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
CV(%)	7,54	9,42	10,61	5,61	7,78
Nitrogênio					
N0 [1]	62,24 A	37,20	25,05 A	62,52 B	24,44 C
N50	60,35 AB	36,79	23,57 AB	64,88 AB	28,67 B
N100	59,01 B	35,60	23,41 B	66,03 A	31,23 A
Efeito	*	n.s.	*	*	**
CV(%)	6,04	7,91	8,05	5,99	5,68
Dose x N [2]	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.

[1]N0 = sem nitrogênio; N50 = 50% da dose de nitrogênio; e N100 = 100% da dose de nitrogênio; [2]Nitrogênio; ** = $p \leq 0,01$, * = $p \leq 0,05$ e n.s. = $p > 0,05$ (não significativo), pelo teste de F. Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem significativamente entre si pelo Teste de Tukey a 5%.

Os teores de FDN e hemicelulose no tratamento N100 foram menores que no tratamento N0, sendo que o tratamento N50 não diferiu estatisticamente dos tratamentos N100 e N0. Já a digestibilidade da forragem *in situ* no tratamento N100 foi superior ao tratamento N0, sendo que o tratamento N50 não diferiu estatisticamente dos tratamentos N100 e N0. Quanto aos teores de proteínas, o tratamento N100 foi superior ao tratamento N50, que por sua vez foi superior ao tratamento N0; ou seja, quanto mais N aplicado em cobertura, maior foi o teor de proteínas, melhorando a qualidade da foragem para a nutrição animal.

A qualidade bromatológica no material vegetal da biomassa do milho (considerando a planta inteira) não foi significativamente afetada pelos tratamentos ($p > 0,05$).

CONCLUSÕES

As doses de gesso aplicadas previamente na área não afetaram a qualidade bromatológica da forragem de aveia preta e de milho forrageiro.

A adubação nitrogenada de cobertura em doses recomendadas para a aveia preta proporcionou maior teor de proteína bruta, reduziu os teores de fibra em detergente neutro e de hemiceluloses, que resultou em maior digestibilidade da forragem pelo rumem do animal.

A qualidade bromatológica da biomassa de parte aérea produzida pelo milho forrageiro não foi influenciada pela adubação nitrogenada de cobertura.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e à Associação dos Engenheiros Agrônomos da Região de Guarapuava – AEAGRO, pelo apoio financeiro e concessão de bolsa de Iniciação Científica para Christian Lopes.

REFERÊNCIAS

Anghinoni, I. Fertilidade do solo e seu manejo em sistema plantio direto. In: Novais, R.F.; Alvarez V.,V.H.; Barros, N.F.; Fontes, R.L.F.; Cantarutti, R.B.; Neves, J.C.L. (Eds.). Fertilidade do solo. Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.873-928.

Ferreira, D.F. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciênc. Agrotec. 2011, 35, 1039-1042.

Malavolta, E.; Vitti, G.C.; Oliveira, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2.ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319p.

Silva, D.J. Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos. Viçosa: UFV, 1998. 165p.

Sousa, D.M.G.; Lobato, E.; Rein, T.A. Uso de gesso agrícola nos solos do Cerrado. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2005. 19p. (Circular Técnica, 32).

Van Soest, P.J. Nutritional ecology of the ruminant. 2.ed. New York: Cornell University Press, 1994. 476p.

Manejo e conservação de solo e água em microbacias hidrográficas

Edivan José Possamai[1], Rosane Dalpiva Bragato[2]

RESUMO: Este trabalho descreve as ações desenvolvidas na Microbacia do Rio Areião, no Município de Sulina-PR, pelo Programa de Gestão de Solo e Água em Microbacias do Estado do PR. Para tanto, realizou-se o levantamento do meio físico (classes de solos, declividade, hidrografia, estradas, uso do solo, ...), com a identificação dos principais problemas relacionados ao manejo da água e do solo e, de forma participativa com os agricultores, definidas as principais linhas de trabalhos a serem fomentadas pelo programa. Destaca-se a percepção dos agricultores quanto aos problemas existentes de manejo do solo e água e como isto tem afetado a fertilidade dos solos, e a adoção de práticas conservacionistas, a exemplo do terraceamento, demonstrando a necessidade de ações de fomento em manejo e conservação do solo e da água.

PALAVRAS-CHAVE: microbacia hidrográfica, manejo do solo e água, Rio Areião.

INTRODUÇÃO

Com apenas 2,3% do território nacional, o Paraná responde por um quinto da produção nacional de grãos e 14% das exportações do agronegócio, destacando-se como principal produtor nacional de trigo, feijão e aves, segundo maior produtor de soja, milho e cana-de-açúcar e terceiro de carne suína, leite, batata e mandioca (SEAB, 2017). Isto se deve, em grande parte, aos recursos naturais existentes no território paranaense, especialmente o solo e a água.

A importância do solo e água para a agricultura paranaense se reflete no histórico de programas públicos estaduais voltados para o seu manejo e conservação, com 11 programas criados, desde 1971 com o Projeto Noroeste do Paraná até 2016 com o PROSOLO (PARANÁ, 2017a). Nesta trajetória, destacaram-se as ações da década de 1980 e 1990, com a promulgação da Lei Estadual 8.014/1984 de preservação do solo agrícola (PARANÁ, 2017b) e o Programa Paraná Rural do ano de 1989. As ações destas décadas tornaram o Estado do Paraná uma referência mundial em manejo e conservação de solo e água, tomado como modelo pelo Banco Mundial e FAO.

Devido a adoção parcial e/ou abandono das práticas de conservação do solo, na

[1]Engenheiro Agrônomo, Instituto Emater, Pato Branco-PR, edivanjp@emater.pr.gov.br.
[2]Engenheira Agrônoma, Instituto Emater, Pato Branco-PR, rosanebragato@emater.pr.gov.br.

última década observa-se a volta da erosão do solo ao cenário da agricultura paranaense. Por isso, o Estado do Paraná retoma de ações de manejo e conservação do solo e água, com o Programa MICROBACIAS e PROSOLO. O programa de Gestão de Solo e Água em Microbacias – MICROBACIAS (SEAB, 2017), iniciou-se em 2012 e tem o objetivo de recuperar e manter a capacidade produtiva dos recursos naturais em 250 microbacias hidrográficas em todo o Paraná, com apoio financeiro num montante de até R$ 210 mil por microbacia e até R$ 8 mil por agricultor. As ações apoiadas seguem uma hierarquia de prioridade: 1º) práticas de combate a erosão (terraceamento); 2º) práticas de proteção das áreas de preservação ambiental (APP); e 3º) apoio na aquisição de insumos, a exemplo de corretivos da fertilidade química do solo (SEAB, 2017).

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido na Microbacia Rio Areião, no município de Sulina-PR, com início ano de 2017, numa parceria entre Secretaria da Agricultura e Abastecimento do Paraná (SEAB), Instituto Emater e Prefeitura Municipal de Sulina. O trabalho contemplou as seguintes fases: 1) constituição de um grupo gestor municipal, composto por Prefeitura Municipal, Emater, agricultores e afins; 2) elaboração de pré-diagnóstico do meio físico (relevo, tipos de solos, estradas, hidrografia e uso dos solos); 3) consulta pública aos agricultores da microbacia, verificando o interesse em participar do programa; 4) diagnóstico técnico, com visitas aos agricultores visando diagnosticar os problemas e as ações individuais a serem apoiadas; 5) elaboração do plano de ação e de trabalho da microbacia, agrupando as propostas de ações individuais.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Microbacia Rio Areião possui 1.482,84 ha, com aproximadamente 30,21 km de cursos de água e 20 km de estradas vicinais, com predominância de relevo suave ondulado (3-8%), ondulado (8-25%) e forte ondulado (25-45%), respectivamente com 18,90%, 52,02% e 20,34% da área da microbacia. Já em relação aos tipos de solos estima-se que em 19,67% da área ocorre NEOSSOLO, em 63,18 % da área ocorre NITOSSOLO e em 17,13% ocorre à presença de LATOSSOLO.

Em relação ao uso e ocupação atual do solo, destacam-se o uso com culturas anuais com 44,36%, pastagens com 28,33% e florestas nativas com 20,52% da área da microbacia, ocorrendo ainda usos com culturas permanentes, cultivos florestais, capoeiras/pousio, corpos d'água e áreas urbanizadas (sedes e caminhos).

Identificou-se 41 propriedades rurais dentro da área da Microbacia Areião e destes diagnosticou-se 36 propriedades de agricultores familiares. Estes possuem uma área média de 16,6 ha por família, com o desenvolvimento de atividades agrícolas (soja/milho/feijão e outras), pecuárias (avicultura, bovinocultura de corte e leite) e manutenção de vegetação nativa.

Os principais passivos ambientais, diagnosticados e consensados com os agricultores da microbacia, a serem corrigidos, foram: 1) problemas de manejo do solo e águas, principalmente em locais de maior fragilidade, nas áreas de cultivo de grãos e de pastagens (integração lavoura-pecuária), com presença de erosão dos solos; 2) baixa oferta de forragem aos bovinos devido à falta de planejamento forrageiro, com disponibilidade irregular de pastagem ao longo do ano, o que conduz à ausência de cobertura de solo em áreas de integração lavoura-pecuária; 3) falta de readequação das estradas rurais e carreadores internos e falta de integração destas com lavouras, havendo má interferência de ambas as situações 4) falta de mata ciliar (ou sua proteção) em trechos dos rios, sendo estas áreas manejadas com lavouras anuais ou com pastagens; 5) uso de rios e nascentes para dessedentação de animais domésticos; 6) falta de proteção das nascentes usadas como fonte de água para família e propriedade; 7) contaminação das águas por coliformes termotolerantes e falta de tratamento para consumo familiar e uso na propriedade, principalmente na atividade leiteira; 8) falta de tratamento adequado dos dejetos humanos e destino adequado das águas usadas nas residências; 9) manejo e destinação inadequados dos dejetos animais.

As ações definidas pelo programa foram: 1) melhoria do manejo dos solos, visando à consolidação de sistema plantio direto, com ações de manejo da fertilidade do solo, uso racional de fertilizantes, manejo da palhada, rotação de culturas, plantio em nível, práticas mecânicas em pontos críticos (terraceamento e afins), adequação de carreadores, entre outras, visando evitar perdas de solo e água do sistema, bem como manter e/ou aumentar a capacidade produtiva do solo; 2) melhoria do sistema de integração lavoura-pecuária, com ações de manejo das pastagens anuais, manejo de cobertura do solo, manejo de animais, entre outras, visando reduzir os impactos sobre o solo; 3) melhoria no manejo de pastagens, com ações de manejo da fertilidade do solo, manejo de resíduo de palhada em áreas de integração lavoura-pecuária, recuperação de pastagens degradadas, visando o aumento da capacidade produtiva e de lotação das pastagens; 4) melhoria na destinação e uso dos dejetos animais, como forma de evitar a contaminação ambiental e aproveitamento

[1]Engenheiro Agrônomo, Instituto Emater, Pato Branco-PR, edivanjp@emater.pr.gov.br.
[2]Engenheira Agrônoma, Instituto Emater, Pato Branco-PR, rosanebragato@emater.pr.gov.br.

como fertilizante dos solos; 5) compatibilização dos sistemas produtivos existentes com a preservação ambiental, a fim de promover o saneamento ambiental das propriedades; 6) estimulo a implantação, recuperação e proteção das áreas de preservação permanente; 7) melhoria da água consumida pelas famílias, garantido qualidade em relação aos contaminantes biológicos.

Em relação aos recursos disponibilizados pelo programa Microbacias para adoção das práticas, o plano de trabalho previu a construção de aproximadamente 32,28 km de terraços em 250 hectares e aquisição de fósforo e calcário para a correção química da fertilidade das áreas onde haverá intervenção mecânica ou nas áreas adjacentes. Acordou-se que as demais práticas necessárias na microbacia, a exemplo da proteção dos mananciais, serão executadas como contrapartida pelos agricultores e/ou será buscado outros apoios complementares.

CONCLUSÕES

Com base no trabalho desenvolvido na Microbacia Rio Areião, percebe-se a recorrente presença da erosão hídrica nos solos manejados e seus impactos na fertilidade do solo, onde os próprios agricultores identificam e citam-na como um grave problema a ser tratado. Dentro desta percepção, estes passam a adotar práticas mecânicas de manejo do solo visando sanar/reduzir os problemas erosivos, demonstrando a necessidade de ações de fomento ao manejo e conservação do solo e da água, seja através de programas ou de assistência técnica.

AGRADECIMENTOS

À equipe da Secretaria Municipal de Agricultura de Sulina-PR e do Instituto Emater, Unidade Municipal de Sulina-PR, pelo apoio e condução dos trabalhos ao nível municipal.

REFERÊNCIAS

PARANÁ. Decreto estadual nº 4966, de 29 de Agosto de 2016. Institui o Programa Integrado de Conservação de Solo e Água do Paraná e dá outras providências. Disponível em <www.legislacao.pr.gov.br/legislacao/pesquisarAto.do?action=exibir&codAto=161403&indice=1&totalRegistros=1>. Acessado em 01 de junho de 2017.

PARANÁ. Lei Estadual nº 8.014, de 14 de Dezembro de 1984. Dispõe sobre a preservação do solo agrícola e adota outras providências. Disponível em <www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/PDF/lei_preserv_solo.pdf>. Acessado em 01 de junho de 2017.

SEAB. MICROBACIAS – Resumo Executivo. Disponível em <http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=28>. Acessado em 01 de junho de 2017.

CURVAS ESPECTRAIS DA MATÉRIA ORGÂNICA, SATURAÇÃO DE BASES, CÁLCIO E TEOR DE ARGILA EM UM LATOSSOLO BRUNO.

Andressa Dranski[1], Aline Marques Genú[2]

RESUMO: A análise espectral do solo proporciona a caracterização dos atributos químicos e físicos. O objetivo do trabalho foi analisar a variabilidade dos atributos químicos o teor de argila e suas curvas espectrais. A leitura espectral foi feita através do espectrorradiômetro Fieldspac 3JR. A matéria orgânica teve o mesmo comportamento da argila, quanto maior o teor de matéria orgânica, menor é a reflectância do solo. Para a saturação de bases foi verificado que os solos eutróficos apresentaram maior reflectância e as curvas para o cálcio apresentaram reflectância semelhante.

PALAVRAS-CHAVE: quantificação de atributos, variabilidade.

INTRODUÇÃO

Para realizar o planejamento agrícola são necessárias informações detalhadas sobre os atributos do solo da área de interesse. O diagnóstico realizado por análises de rotina, é oneroso, demorado e produz resíduos químicos que são potencialmente tóxicos. O custo no Brasil para se realizer uma análise química de rotina é de U$ 4,14 em reagentes (uma amostra de solo). Além do valor, os problemas ambientais com os resíduos químicos são muito sérios (Nanni et al., 2017). A determinação de modelos espectrais possuem vantagens como a redução de custos, produtos tóxicos e rapidez (Demattê et al., 2016).

A espectroscopia de reflectância surgiu como um método promissor para quantificar as propriedades do solo. A técnica é baseada no comportamento espectral de um atributo interagindo com um comprimento de onda específico da radiação eletromagnética. A energia incidente no alvo pode promover a transição de elétrons em níveis inter ou intra-atômicos e / ou alongamento e / ou flexão de grupos estruturais, caracterizando a resposta espectral do alvo (Soriano-disla et al., 2014). O objetivo do trabalho foi realizar a avaliação da espacialização dos atributos químicos, do teor de argila do solo e a influencia nas curvas espectrais de um Latossolo Bruno.

MATERIAL E MÉTODOS

[1]Doutoranda, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Uvaranas, Ponta Grossa - PR, 84030-900, dranskiandressa@gmail.com.
[2]Aline Marques Genú, Professora, R. Simeão Varela de Sá, 03 - Vila Carli, Guarapuava - PR, 85040-080.

A coleta foi realizada em 42 pontos estabelecidos por grade de 50 x 50m nas profundidades de 0-20, 20-40 cm. Foi realizada análise química e espectroradiométrica. As análises espectrorradiométricas foram realizadas utilizando-se o FieldSpac, 3 JR, realizando medidas espectrais na faixa de 350 nm a 2500 nm. Foram geradas curvas espectrais médias por classes de atributos (Tabela 1) e avaliadas de acordo com sua intensidade e forma.

Tabela 1. Classes de intervalo dos atributos do solo. UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2016.

Atributo	Classes de Intervalo		
pH	≤ 4,20	4,20 – 4,71	≥ 4,71
MO (g dm^{-3})	≤ 41,48	41,48 – 42,95	≥ 42,95
P (mg dm^{-3})	≤ 2,59	2,59 – 4,53	≥ 4,53
K ($cmol_c$ dm^{-3})	≤ 0,10	0,10 – 0,23	≥ 0,23
Ca ($cmol_c$ dm^{-3})	≤ 2,38	2,38 – 2,87	≥ 2,87
Mg ($cmol_c$ dm^{-3})	≤ 1,93	1,93 – 2,30	≥ 2,30
CTC ($cmol_c$ dm^{-3})	≤ 10,83	10,83 – 13,32	≥ 13,32
m (%)	≤ 1,72	1,72 – 14,11	≥ 14,11
V (%)	≤ 37,08	37,08 – 46,36	≥ 46,36
Argila (g kg^{-1})	-	350 - 600	≥ 600

Potencial Hidrogeniônico (pH), Matéria orgânica (MO), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca), Magnésio (Mg) Capacidade de troca de cátions (CTC), saturação de alumínio (m%), saturação de bases (V%).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto maior o teor de MO, menor é a reflectância do solo (Figura 01), esta absorve a radiação eletromagnética e afeta a resposta espectral dos atributos do solo, diminuindo a intensidade de reflectância na faixa de 400 a 2500 nm. Segundo Demattê et al. (2003), quando removida, há intensificação da reflectância em todo o espectro. A presença da MO pode recobrir os óxidos de ferro do solo, afetando a banda de absorção destes minerais (Demattê; Epiphanio; Formaggio, 2003).

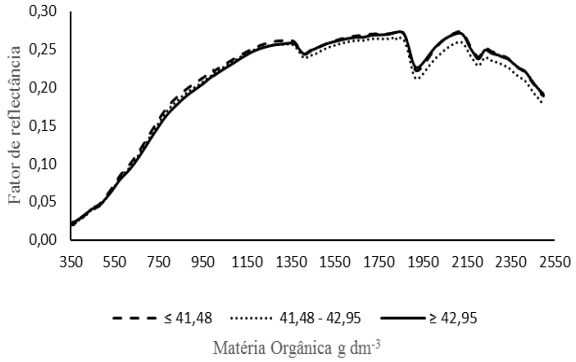


Figura 01. Curva espectral média para amostras de solo com diferentes intervalos no teor de matéria orgânica (g dm-3). UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2016.

Na Figura 02, para as três classes ocorreu uma sobreposição de curvas. O aumento do (Ca) faz com que exista uma maior intensidade de reflectância, segundo Demattê et al. (2003a), quanto maior o teor deste atributo maior é a intensidade de reflectância. Estes autores verificaram o aumento na reflectância dos solos onde foram realizadas calagens, promovendo aumento nos teores de cálcio no solo.

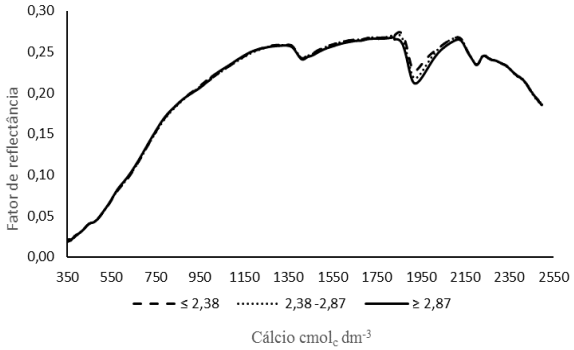


Figura 02. Curva espectral média para amostras de solo com diferentes intervalos no teor de cálcio (cmol$_c$ dm^{-3}). UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2016.

Os solos eutróficos apresentaram maior reflectância do que os distróficos (Figura 03). Em certos locais das curvas, elas aparentam ficar unidas, o que pode estar associado aos intervalos das classes. Resultados semelhantes foram obtidos por Demattê et al. (2003b), que também verificaram que a elevação do (Ca) na saturação por bases aumenta a intensidade da reflectância. A maior reflectância encontrada para os solos eutróficos significa que o V% é capaz de afetar a curva em todo o seu espectro eletromagnético.

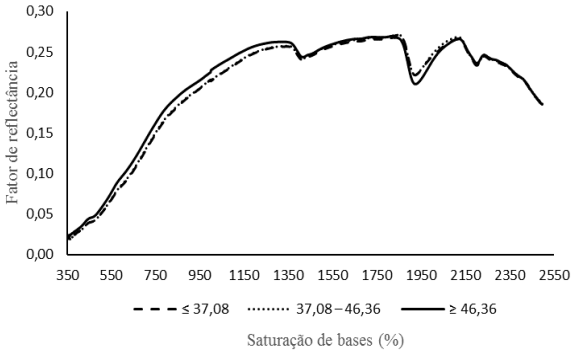


Figura 03. Curva espectral média para amostras de solo com diferentes intervalos na saturação de bases (%). UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2016.

A curva para textura muito argilosa apresentou menor reflectância (Figura 04). Solos com maiores teores de argila absorvem mais energia, por possuírem pouco quartzo, altos

[1]Doutoranda, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 - Uvaranas, Ponta Grossa - PR, 84030-900, dranskiandressa@gmail.com.
[2]Aline Marques Genú, Professora, R. Simeão Varela de Sá, 03 - Vila Carli, Guarapuava - PR, 85040-080.

teores de matéria orgânica, óxidos de ferro e água e elementos que afetam a intensidade da reflectânica (Dalmolin et al., 2005). O resultado corrobora os obtidos por Cezar et al. (2013), que observaram o aumento da quantidade de argila do horizonte superficial, a reflectância apresenta comportamento linear e decrescente para as classes de solos.

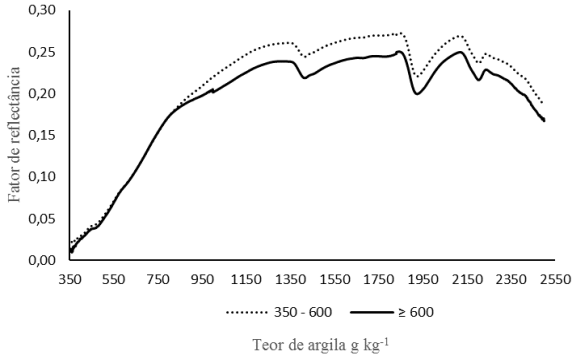


Figura 04. Curva espectral média para amostras de solo com diferentes intervalos no teor de argila (g kg^{-1}). UNICENTRO, Guarapuava-PR, 2016.

CONCLUSÕES

Os atributos textura, teor de matéria orgânica, saturação por bases e cálcio afetam a intensidade de reflectância do solo.

REFERÊNCIAS

Cezar E; Nanni MR, Demattê JAM.; Chicati ML; OLiveira RB. Estimativa de atributos do solo por meio de espectrorradiometria difusa. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2013; 37: 858.

Nanni MR, Cezar E, Silva Junior CA, Capristo Silva GF, Silva Gualberto AA et al. Partial least squares regression (PLSR) associated with spectral response to predict soil attributes in transitional lithologies. Arch Agron Soil Sci. 2017; 64:682-695.

Demattê JAM, Bellinaso H, Araújo SR, Rizzo R, Souza. Spectral regionalization of tropical soils in the estimation of soil attributes. Rev Cienc Agron. 2016; 47:589-598.

Soriano-disla JM et al. The performance of visible, near-, and mid-infrared reflectance spectroscopy for prediction of soil physical, chemical and biological properties. Applied Spectroscopy Reviews. 2014; 49:139-186.

Demattê JAM, Epiphanio, JCN, Formaggio, A. Influência da matéria orgânica e de formas de ferro na reflectância de solos tropicais. Bragantia. 2003(a); 62: 451-464.

Demattê JAM; Pereira HS; Nanni MR; Cooper M; Fiorio PR. Soil chemical alterations promoted by fertilizer application assessed by spectral reflectance. Soil Science; 2003(b); 168: 730-747.

Dalmolin, R.S.D.; Gonçalves, C.N.; KLAMT, E.; DICK, D.P. Relação entre os constituintes do solo e seu comportamento espectral. Ciência Rural, v. 35, n. 2, p. 481-489, 2005.

IMPACTO DA CONTAMINAÇÃO DE PETRÓLEO NO POTENCIAL DE FIXAÇÃO DE NITROGÊNIO E DESNITRIFICAÇÃO DE BACTÉRIAS DO SOLO

Laís Priscila Karas[1], Salomé Urrea-Valencia[1], Rafael Mazer Etto[1], Helyemari Valentim Althaus[1], Christopher Thomas Blum[2], Carlos Vellozo Roderjan[2], Daniel Ruiz Potma Gonçalves[1], Daiane de Fátima Barreto[1], Ricardo Ayub[3], Carolina Weigert Galvão[1].

RESUMO: Uma maior exploração do petróleo traz como consequência o aumento dos riscos de acidentes e de contaminação ambiental. Nesses casos, as bactérias possuem um papel fundamental no processo de recuperação da área, principalmente por possuírem a capacidade de adaptar-se à mudança das condições ambientais e degradar hidrocarbonetos. Outro fator essencial para a recuperação de áreas contaminadas é o Nitrogênio, uma vez que há a necessidade de 60 mg desse elemento para que ocorra o consumo de 1 g de hidrocarbonetos. Visto a importância de N no processo de restabelecimento do ambiente contaminado o presente trabalho quantificou por qPCR os genes responsáveis pela conversão de N_2 a NH_3 (*nifH*) e NO_2 a N_2 (*nosZ*), em uma área de várzea contaminada por petróleo. A partir dos resultados obtidos é possível sugerir que o petróleo não alterou de forma significativa a abundância de bactérias diazotróficas e desnitrificantes rizosféricas e não rizosféricas.
PALAVRAS-CHAVE: qPCR, *nosZ*, *nifH*.

INTRODUÇÃO

O maior consumo de petróleo em resposta ao crescimento populacional (Sherry et al., 2017) tem aumentado os riscos de acidentes e de contaminação ambiental nos últimos anos (Liang et al., 2009). As bactérias possuem um papel fundamental na recuperação de áreas contaminadas, devido ao seu rápido crescimento, plasticidade genética, flexibilidade metabólica e adaptação às condições ambientais a que estão expostas (Pedroti et al., 2007).

Sabendo-se que são necessários 60 mg de N, para que os microrganismos degradadores de petróleo consumam um grama de hidrocarboneto, as bactérias fixadoras de nitrogênio, exercem um papel fundamental na recuperação de áreas contaminadas com petróleo (Dashti et al., 2015). A enzima nitrogenase, codificada pelos genes *nifHDK*, catalisa a conversão do N_2 à NH_3/ NH_4^+. Outra enzima importante no ciclo do N é a óxido nitroso redutase codificada pelo

[1]Laboratório de Biologia Molecular Microbiana - LABMOM, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Estadual de Ponta Grossa. e-mail: salomeuv@gmail.com
[2]Laboratório de Dendrologia e Conservação da Flora, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná.
[3]Laboratório de Biotecnologia aplicada à Fruticultura. Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil.

nosZ. A partir da sua atividade o N_2O é convertido a N_2, evitando a acumulação e liberação na atmosfera de N_2O, potente gás de efeito estufa.

Diante do exposto, o trabalho teve por finalidade avaliar a abundância de bactérias diazotróficas e desnitrificantes pela técnica de qPCR em uma área de várzea contaminada por petróleo.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo e coleta de amostras

O local de estudo, pertence à Refinaria Getúlio Vargas (REPAR) em Araucária, Paraná. No ano 2000 quatro milhões de litros de óleo cru vazaram com o rompimento de uma tubulação de transporte (Silva, 2014). O local afetado pelo desastre é uma área de várzea, que possui 5,5 hectares, encontra-se adjacente ao arroio Saldanha, e é influenciada pela dinâmica do rio Barigui. A vegetação local se regenerou espontaneamente, sem interferência antrópica.

A coleta do solo foi realizada no dia 23 de julho de 2018. Foram coletadas doze amostras de solo rizosférico e doze amostras de solo não rizosférico num gradiente de concentração de hidrocarbonetos totais de petróleo – TPH. A concentração mínima de TPH foi de 200-500; a média de 2000-3000 e a máxima, de 4000- 6400 mg de TPH/kg de solo. O solo rizosférico foi obtido a partir da rizosfera das duas espécies dominantes de Fabaceae no local (*Mimosa oblonga* e *Erythrina crista-galli*).

Extração do DNA total da rizosfera e quantificação por qPCR dos genes *nifH* e *nosZ*

A extração do DNA total do solo foi realizada utilizando-se o kit *UltraClean Soil DNA Kit* da MO BIO Laboratories, Inc. seguindo-se as recomendações do fabricante.

A curva padrão para cada par de *primers* foi realizada a partir da diluição seriada de uma concentração conhecida do número de cópias de cada gene, seguindo a metodologia proposta por Stephenson (2016).

As quantificações foram realizadas no termociclador Agilent® AriaMx Real-time, seguindo os parâmetros estabelecidos por Mao e colaboradores (2011), com modificação na temperatura de anelamento de 55°C e 57°C para *nifH* e *nosZ* respectivamente. Foram utilizados os *primers* PolF e PolR (Poly et al, 2001), para determinar a abundância de bactérias diazotróficas, e nosZ-F (Kloos et al., 2001), nosZ-1622R (Ruiz-Rueda et al., 2009), para determinar a abundância de bactérias desnitrificantes.

A determinação do número de cópias de cada gene foi realizada no software do equipamento, utilizando-se a curva padrão como parâmetro. As análises estatísticas, análise

de regressão e o teste de comparação de médias Tukey ($p< 0,95$) foram realizados no pacote Agricolae (de Mendiburu, 2013) no programa R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de *nifH* detectados (média de 2 x 10^8 cópias/g de solo; Fig. 1A) foram mais altos do que os registrados para *nosZ* (média de 8,5 x 10^6) cópias/ g de solo; Fig. 1B) tanto no solo rizosférico quanto não rizosférico. Dias e colaboradores (2012), relataram valores de *nifH* similares (0,9 a 3,3 x 10^8) em amostras de manguezais que passaram por contaminação ambiental com petróleo. Alto número de cópias do gene *nifH* indica um alto potencial para a FBN na área contaminada e sabendo-se do alto requerimento de N para a bioremediação, também sugere alta capacidade de degradação de hidrocarbonetos (Horel et al., 2014).

Baixo número de cópias do gene *nosZ* indica que há pouca conversão de N_2O a N_2. A estabilidade no processo de fixação de N pode estar induzindo a redução das taxas de perda por desnitrificação, mantendo assim o nitrogênio biodisponível no ecossistema (Urakawa et al., 2019). Richardson e colaboradores (2015) detectaram 2,5 x 10^8 cópias de *nosZ*/ g de solo treze anos após a sua contaminação por hidrocarbonetos. O solo não rizosférico apresentou valores de *nifH* e *nosZ* quase seis ou três vezes maiores que o rizosférico, respectivamente.

Ao analisar a abundância dos genes *nifH* e *nosZ* ao longo do gradiente de hidrocarbonetos, não foi detectada nenhuma relação com a concentração de petróleo (Fig. 1A e 1B), indicando que a comunidade de bactérias diazotróficas e desnitrificantes não foram afetadas pela presença do hidrocarboneto ou se adaptaram a essa condição.

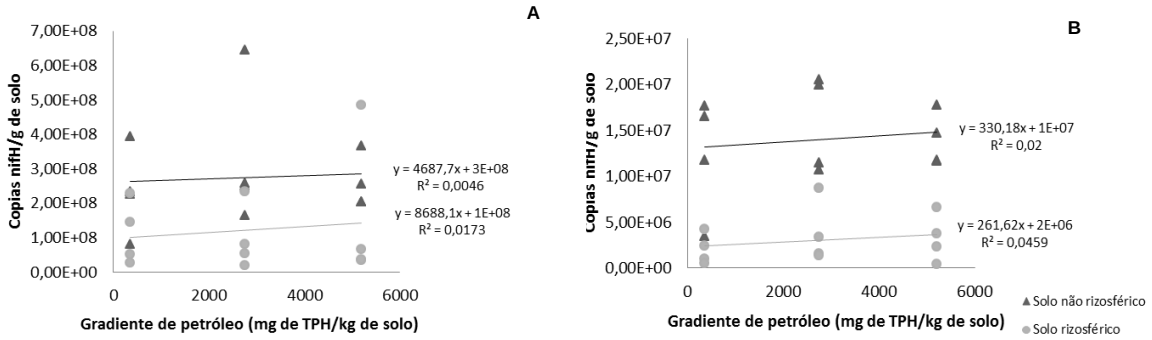


Figura 1. Número de cópias dos genes *nifH* (A) e *nosZ* (B) detectadas ao longo do gradiente de concentração de hidrocarbonetos totais de petróleo (TPH), presentes na Refinaria Getúlio Vargas.

CONCLUSÕES

Os dados obtidos com a quantificação dos genes *nifH* e *nosZ* permitiram constatar que

a concentração de petróleo não possui relação com o número de cópias dos genes, além disso a abundância de bactérias diazotróficas e desnitrificantes indicam que há um equilíbrio entre a fixação biológica de nitrogênio e o consumo de N direcionado à degradação de hidrocarbonetos. Isso deve ter contribuído para a recuperação da área contaminada na Refinaria de Petróleo Getúlio Vargas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à PETROBRAS, INCT, CNPq, CAPES e Fundação Araucária do estado do Paraná pelo suporte financeiro, e o LABMOM /UEPG pelo suporte técnico.

REFERÊNCIAS

Dashti N, Ali N, Eliyas M, Khanafer M, Sorkhoh1 N. A, Radwan S. S. Most Hydrocarbonoclastic Bacteria in the Total Environment are Diazotrophic, which Highlights Their Value in the Bioremediation of Hydrocarbon Contaminants. Microbes Environ. 2015; 30:70-75. https://doi.org/10.1264/jsme2.ME14090

Dias ACF, Silva MCA, Cotta SR, Dini-Andreote F, Jr. Soares FL, Salles JF, Azevedo JL, Elsas JD, Andreote FD. Abundanc and genetic diversity if nifH gene sequences in anthropogenically affected Brazilian mangrove sediments. Appl Environ Microbiol. 2012; 78:7960-7967. https://doi.org/10.1128/AEM.02273-12

Horel A, Bernard RJ, Mortazavi B. Impact of crude oil exposure on nitrogen cycling in a previously impacted *Juncus roemerianus* salt marsh in the northern Gulf of Mexico. Environ Sci Pollut R. 2014; 21:6982-6993. https://doi.org/10.1007/s11356-014-2599-z

Kloos K, Mergel A, Rösch C, Bothe H. Denitrification within the genus Azospirillum and other associative bacteria. Aust J Plant Physiol. 2001; 28: 991-998. https://doi.org/10.1071/PP01071

Liang Y, Li G, Nostrand JDV, He Z, Wu L, Deng Y, Zhang X, Zhou J. Microarray-based analysis of microbial functional diversity along an oil contamination gradient in oil field. FEMS Microbiol Ecol. 2009; 70:324-333. https://doi.org/10.1016/j.ecoenv.2017.09.013

Mao Y, Yannarell AC, Mackie RI. Changes in N-transforming archaea and bacteria in soil during the establishment of bioenergy crops. Plos One. 2011; 6: e24750. https://doi.org/ 10.1371/journal.pone.0024750

Mendiburu F. Agricole: Statistical Procedures for Agricultural Research. R Package Version 1.1-4; 2013. Disponível em: https://www.scirp.org/(S(czeh2tfqyw2orz553k1w0r45))/reference/ReferencesPapers.aspx?ReferenceID=1242678

Pedroti GI. Ensaios de biodegrabilidade aeróbia de hidrocarbonetos derivados do petróleo em solos. [Mestrado em Engenharia Ambiental]. Espírito Santo: Universidade Federal do Espírito Santo: 2007.

Poly F, Ranjard L, Nazaret S, Goubiere F, Monrozier LJ. Comparison of *nifH* gene pools in soils and microenvironments with contrasting porperties. Appl Environ Microb. 2001; 67: 2255-2262. https://doi.org/10.1128/AEM.67.5.2255-2262.2001

Richardson EL, King CK, Powell SM. The use of microbial gene abundance in the development of fuel remediation guidelines in polar soils. Integr Environ Asses. 2015; 11:235-241. https://doi.org/10.1002/ieam.1580

Ruiz-Rueda O, Hallin S, Bañeras L. Structure and function of denitrifying bacterial communities in relation to the plant species in a constructed wetland. FEMS Microbiol Ecol. 2009; 67:308-319. https://doi.org/10.1111/j.1574-6941.2008.00615.x

Silva MYB. Florística e estrutura de uma formação pioneira com influência flúvio-lacustre 12 anos após derramamento de óleo, Araucária, Paraná. [Doutorado em Engenharia Florestal]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná: 2014.

Sherry A, Andrade L, Velenturf A, Christgen B, Gray ND, Head IM. How to access and exploit natural resources sustainably: petroleum biotechnology. Microb Biotechnol. 2017; 10:1206-12011.

Stephenson FH. Real-Time PCR. In: Calculations for Molecular Biology and Biotechnology. 3th ed. [s.I.]: Elsevier; 2016. p. 215-320.

Urakawa H, Rajan S, Feeney ME, Sobecky PA, Mortazavi B. Ecological response of nitrification to oil spill and its impact on the nitrogen cycle. Environ Microbiol. 2019; 21:18-33. https://doi.org/10.1111/1462-2920.14391

AVALIAÇÃO DA EFICIÊNCIA DO PROCESSO FENTON E TIPO-FENTON NA REMEDIAÇÃO DE SOLOS CONTAMINADOS POR GASOLINA COM E SEM ETANOL

Daniela Tidre de Souza[1], Caroline Nocêra Benetti[1,] Elenise Sauer[2], Elaine Regina Lopes Tiburtius[1]

RESUMO: Neste estudo, duas diferentes tecnologias de remediação foram investigadas para o tratamento de solo contaminado com gasolina (pura e com etanol), o sistema Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) e tipo Fenton (hematita/H_2O_2). O solo utilizado foi caracterizado quanto a sua característica físico-química e foi classificado como latossolo com alto teor de ferro (9,5%) na forma de hematita. Os resultados do estudo de remediação mostraram que ambos os processos foram eficientes para a remediação de BTX. Após 60 minutos de tratamento utilizando o sistema Fenton ou tipo Fenton, observou-se alta taxa de remoção de BTX (> 70%) no solo contaminado com gasolina com etanol. Entretanto, menores taxas de degradação foram observadas via sistema tipo-Fenton (hematita/H_2O_2) quando o solo foi contaminado com gasolina pura (>40%) indicando que o desempenho do processo depende do sistema empregado para remediação e da característica da gasolina. Desta forma, uma vez que existe diferença na composição da gasolina a escolha do sistema de tratamento deve ser avaliada cuidadosamente.

PALAVRAS-CHAVE: BTX, tipo-Fenton, solo.

INTRODUÇÃO

Episódios de contaminação por petróleo e seus derivados são relatados com frequência, porém estima-se que a principal fonte de contaminação seja de pequenos e contínuos vazamentos que ocorrem nos tanques de armazenamento de combustível em postos de abastecimento (SANTOS et al., 2017). A gasolina é constituída por vários hidrocarbonetos, dentre estes, encontra-se os hidrocarbonetos aromáticos, como o benzeno, tolueno e xileno (BTX). Os BTX correspondem á fração mais tóxica e apresentam como característica uma elevada solubilidade em água (FERRARI-LIMA et al., 2015). A composição da gasolina também pode apresentar modificações dependendo do país em que é comercializada. No Brasil, por exemplo, ocorre a adição de 27% de etanol na gasolina, o qual provoca o efeito de co-solvência, fazendo com que aumente a solubilidade dos compostos, como os BTX (N. FILHO, 2013). A presença do etanol na gasolina pode influenciar na forma e proporção da contaminação assim como as propriedades físicas,

[1]Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, e-mail:erltiburtius@uepg.br.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus, Av. Monteiro Lobato s/n.

químicas e mineralógicas do solo (SHERWOOD, et al., 2014; LIMA, et al., 2014). Os BTX apresentam grande toxicidade mesmo em baixas concentrações, sendo que, dentre eles destaca-se o benzeno com potencial carcinogênico (MOURA-CORREA et al., 2014).

Recentemente, diversas tecnologias vêm sendo estudadas para remediação de solos contaminados por hidrocarbonetos do petróleo. Dentre estas, os processos Fenton e tipo-Fenton tem se mostrado bastante eficientes. Estes processos são baseados na adição de íons ferrosos (Fe^{2+}) como catalisador, ou então utilização do ferro natural presente no solo (hematita/goethita) para promover a reação de Fenton. Nestes sistemas, o principal agente oxidante responsável para promover a oxidação do contaminante é o radical hidroxila ($HO^{\cdot}$). Vários fatores alteram o desempenho do processo na remediação de solos contaminados por gasolina tais como o tipo de combustível e características físico-químicas do solo. Desta forma, vê-se a necessidade de estudos mais aprofundados considerando as características da gasolina e dos solos. Dentro deste contexto, o principal objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência do sistema Fenton e tipo-Fenton na degradação dos BTX em solo contaminado artificialmente com dois tipos de gasolina (com e sem etanol).

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado foi coletado, preparado e caracterizado conforme recomendado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA, 1997). Difração de raios-X (DRX) foi realizada em um difratômetro modelo Rigaku IV. Para determinação da composição elementar, utilizou-se um equipamento de fluorescência de raios X da Shimadzu EDX-720.

O solo foi contaminado com gasolina dissolvida em pentano, pela aspersão de duas gasolinas diferentes (pura e com etanol) na razão de 4:1 (4g de gasolina/1Kg de solo). A amostra foi mantida na ausência de luz durante 24 h até a evaporação do solvente. A remediação do solo via sistema do tipo Fenton foi investigada usando 40g de solo contaminado sob duas condições diferentes: (1) adição de peróxido de hidrogênio (2,8%) e Fe (6,5 mM) ao solo contaminado. (2) adicionando apenas peróxido de hidrogênio (2,8%). A concentrações dos BTX foram determinadas utilizando a cromatografia gasosa (CG-FID) de acordo com Tiburtius et al. (2005).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos da caracterização físico-química do solo permitiram classificar o solo como latossolo e com alto teor de hematita (9,5%). A eficiência do sistema Fenton (Fe^{2+}/H_2O_2) e tipo Fenton (hematita/H_2O_2) foram avaliados e os resultados

são mostrados na Figura 1-A e 1-B. Podemos observar na Figura 1-A, que independente da adição ou não dos reagentes de Fenton a remoção do benzeno, tolueno e xilenos foi bastante eficaz. Alcançando mais de 70% em 60 minutos. Adicionando 6,5 mM de íons ferrosos e H_2O_2, a remoção após 60 minutos de reação foi de 96,07 ± 0,08% e 86,13 ± 0,04% para tolueno e xileno, respectivamente. Ainda a concentração de benzeno após o tratamento ficou abaixo do limite de quantificação (1,78 mg Kg^{-1}). Utilizando hematita como catalisador, as taxas de remoção observadas após 60 minutos de reação foram: 98,92 ± 0,20% para o benzeno, 86,08 ± 1,16% para o tolueno e 74,48 ± 1,34% para o xileno. Esses resultados mostraram que o uso de hematita (α-$Fe^{III}_2O_3$) como catalisador acarreta semelhantes índices de remoção dos BTX. A principal diferença observada pode estar relacionada com o mecanismo de degradação envolvido onde o primeiro foi predominantemente homogêneo e o segundo heterogêneo. Usman et al. (2012) também avaliaram os dois processos de tratamento e avaliaram a capacidade catalítica magnetita e com a adição de ferro. Eles observaram taxas de remoção entre 90 e 95% para tratamentos com magnetita.

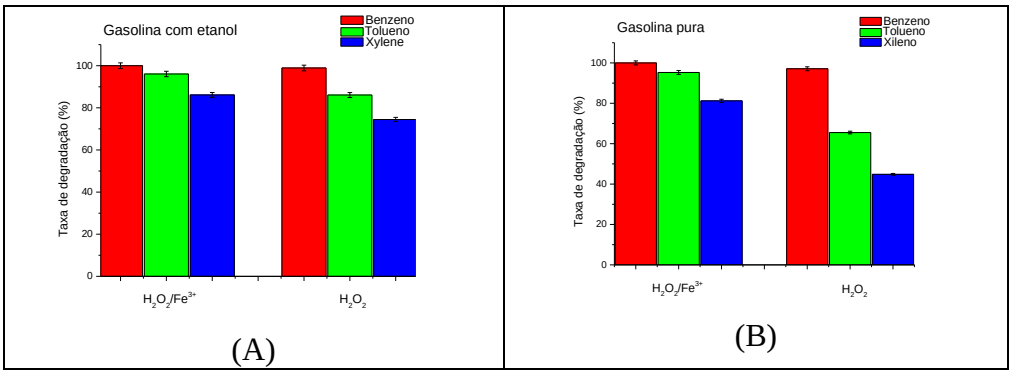


Fig. 2 Degradação de BTX via reagente de Fenton e tipo-Fenton em 60 minutos e pH=4,7. (A) contaminação com gasolina sem etanol (B) contaminação com gasolina com etanol.

A Figura 1-B mostra a eficiência no tratamento do solo contaminado com gasolina pura. Após 60 min de reação com adição de ferro, os níveis de remoção foram de 95,29 ± 0,13% e 81,20 ± 0,24% para tolueno e xileno, respectivamente. O benzeno estava abaixo do limite de quantificação (1,78 mg kg^{-1}). Para o processo utilizando hematita, a remoção foi, para benzeno 97,09 ± 0,05%, para tolueno 65,52 ± 0,88% e para xileno 44,82 ± 0,69% após 60 min de reação. A taxa de degradação mostra que a menor eficiência na remoção dos BTX foi na condição do sistema tipo-Fenton e quando o solo foi contaminado por gasolina pura.

CONCLUSÕES

[1]Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, e-mail:erltiburtius@uepg.br.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus, Av. Monteiro Lobato s/n.

Os resultados obtidos neste estudo permitiram avaliar a influência do tipo de gasolina na remediação de solos via sistema Fenton e tipo-Fenton. Embora, os processos Fenton têm sido bastante estudados a avaliação da eficiência dos sistemas em diferentes condições corrobora para propor sistemas de tratamento que sejam mais eficazes. É importante destacar que os dados obtidos mostraram que é necessário considerar o tipo de gasolina na remediação de solos uma vez que taxas de remoção de BTX foram diferentes quando o solo foi contaminado por gasolina pura e com etanol e particularmente para o tolueno e xileno.

AGRADECIMENTOS

C-LABMU (Complexo de Laboratórios Multiusuário).

REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA). Manual de métodos de análise de solo. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Pesquisa. 1997, Brazil

Ferrari-Lima, M., Souza, R. P., Mendes, S. S., Marques, R. G., Gimenes, M. L., Fernandes-Machado, N. R. C. Photodegradation of benzene, toluene and xylenes under visible light applying n-doped mixed TiO_2 and ZnO catalysts. Catal Today. 2015; 241: 40-46. https://doi.org/10.1016/j.cattod.2014.03.042

Lima, C. F., Araújo, R. S. Remoção de compostos BTEX em solo areno-argilosos usando processos de termodessorção. Revista Conexões - Ciência e Tecnologia, 2014; 3: 19-28.

Sherwood, M. K., Cassidy, D. P. Modified Fenton oxidation of diesel fuel in arctic soils rich in organic matter and iron. Chemosphere, 2014; 113: 56-61. https://doi: 10.1016/j.chemosphere.2014.04.048

Santos, A., Costa, G. S., Peralta-Zamora, P. Remediação de solos contaminados por processos Fenton: Uma revisão crítica. Quim. Nova, 2017: 40: 327-333. http://dx.doi.org/10.21577/0100-4042.20160187

N. Filho, I., Vieceli, N. C., Cardoso, E. M., Lovatel, E. R. Analysis of BTEX in experimental columns containing neat gasoline and gasoline-ethanol. J.Braz. Chem. Soc., 2013; 24: 410 – 417. http://dx.doi.org/10.5935/0103-5053.20130053

Tiburtius, E. R. L., Zamora, P. P. Degradação de BTXs via processos oxidativos avançados. Quim. Nova, 2005; 28: 61-64. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-40422005000100013

Usman, M., Faure, P., Ruby, C., Hanna, K. Remediation of PAH-contaminated soils by magnetite catalysed Fenton-like oxidation. Appl. Catal. B, 2012; 117-118: 10-17. https://doi.org/10.1016/j.apcatb.2012.01.007

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS
28 a 31 de maio de 2019
Ponta Grossa - PR

REPRESENTATIVIDADE DOS ESTUDANTES DE GRADUAÇÃO NA PESQUISA E EXTENSÃO EM EDUCAÇÃO EM SOLOS

Aline Nikosheli Nepomuceno[1], Fabiane Machado Vezzani[2], Marcelo Ricardo de Lima[2], Valentim da Silva[2]

RESUMO: O principal evento de difusão de pesquisa e extensão voltadas à Educação em Solos são os Simpósios Brasileiros de Educação em Solos (SBES), tendo em seus resumos expandidos a divulgação de novas experiências, metodologias e re-conceituações desenvolvidas nas instituições brasileiras de ensino superior. A pesquisa e a extensão promovem a construção do conhecimento e possibilitam que o estudante de graduação seja estimulado a argumentar e questionar. O objetivo deste trabalho foi identificar a participação dos estudantes de graduação na pesquisa e/ou extensão em Educação em Solos, a fim de determinar quais os cursos de graduação contribuem na área. Mediante análise bibliométrica nos Resumos Expandidos dos quatro SBES realizados de 2010 a 2016 foram selecionados 253 resumos que apresentaram critérios e princípios que definem a Educação em Solos, identificando termos como educação, ensino, graduação, escolas, metodologias e formação de professores. Dentre os resumos selecionados, 70 % tiveram a participação de estudantes de graduação, sendo que destes, aproximadamente 50 % foram de estudantes do curso de Geografia. Ademais, 20 % dos resumos selecionados apresentaram participação conjunta de acadêmicos de dois ou mais cursos de graduação contribuindo para a pluralidade de ideias.

PALAVRAS-CHAVE: análise bibliométrica, pesquisa, graduação.

[1] Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, 80035-050, Curitiba-PR; aline.nepomuceno@gmail.com
[2] Docente, Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, 1540, Cabral, 80035-050, Curitiba-PR; vezzani@ufpr.br; marceloricardodelima@gmail.com; valentimdasilva@gmail.com

INTRODUÇÃO

A Educação em Solos expressa a responsabilidade de conscientização e de transformação da sociedade frente ao solo. Porém, conforme afirmam Silva et al. (2019), a conscientização da comunidade científica e acadêmica para essa área do conhecimento ainda é recente.

A partir de 1994, a Comissão de Ensino da Ciência do Solo ligada a Sociedade Brasileira de Ciência do Solo criou os Simpósios Brasileiros de Ensino de Solos. O evento iniciou com edições anuais em 1994, 1995 e 1996 e, somente em 2008, foi retomado. Em 2010, o evento realizou-se na cidade de Curitiba – PR com a nova denominação de Simpósio Brasileiro de Educação em Solos (SBES). Em 2012, o evento aconteceu em Sobral – CE; 2016, em Recife – PE; e 2018, em Dois Vizinhos – PR. A mudança no título do evento ocorreu na perspectiva de que o termo "educação" tem uma concepção pedagógica distinta do termo "ensino". Para Demo (2011), a educação não é só ensino ou instrução, mas sobretudo a formação da autonomia crítica e criativa do sujeito competente. Consequentemente, as atividades voltadas para a solução de problemas e para o conhecimento da realidade tornam-se importantes instrumentos para a formação dos estudantes. É dentro desta perspectiva que a inserção do estudante de graduação em projetos de pesquisa e/ou extensão torna-se um instrumento valioso para a construção do conhecimento, pois a pesquisa envolve competência para saber pensar e questionar, aprender a aprender e reelaborar saberes (Demo, 1996).

Segundo Demo (2011), a pesquisa colabora com a formação do sujeito, pois motiva ao questionamento e ao diálogo, fazendo com que a aprendizagem seja construída por meio da elaboração pessoal. O autor ainda afirma que a ausência de pesquisa degrada o ensino, tornando–o um mero transmissor de conhecimento.

Neste contexto, o objetivo deste trabalho foi identificar a participação dos estudantes de graduação nos resumos publicados nos SBES, a fim de determinar quais os cursos de graduação contribuem com desenvolvimento da pesquisa e/ou extensão em Educação em Solos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para identificar de quais cursos de graduação são os estudantes que atuam na pesquisa e/ou extensão na Educação em Solos, foi realizado um levantamento bibliométrico da produção acadêmica na área de Educação em Solos. Segundo Soares et al. (2016), a bibliometria possibilita a observação da evolução da ciência por meio da produção científica registrada em um repositório de dados.

O banco de dados para este estudo consistiu nas publicações dos Resumos Expandidos

dos Simpósios Brasileiros de Educação em Solos (SBES) de 2010, 2012, 2014 e 2016, a fim de identificar os resumos que apresentassem movimentos, critérios e princípios que definem a Educação em Solos.

A primeira etapa de seleção dos trabalhos foi por meio de termos que contemplassem Educação em Solos, tais como: educação, educação básica, pós-graduação, formação de professores, formação continuada, ensino, metodologia, escolas. Com a seleção, obteve-se um total de 253 resumos, nos quais os autores foram identificados e, posteriormente, selecionados apenas os resumos que tiveram a participação de estudantes de graduação das instituições de ensino superior brasileiras. Para completar as informações referentes aos cursos de graduação de alguns estudantes, foi consultada a base de dados da Plataforma Lattes, pois alguns resumos não apresentavam a indicação dos cursos de graduação dos autores correspondentes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resumos expandidos publicados nos Simpósios Brasileiros de Educação em Solos (SBES) foram produzidos por professores de instituições de ensino superior, graduandos, pós-graduandos e até mesmo profissionais de diversas áreas (técnicos e professores do ensino básico).

Dos resumos selecionados, foram encontrados 177 trabalhos (70 %) elaborados com a participação de estudantes dos cursos de Agronomia, Ciência da Computação, Ciências, Ciências Biológicas, Comunicação Social, Ecologia e Análise Ambiental, Engenharia Ambiental, Engenharia de Biossistemas, Engenharia Florestal, Engenharia de Produção, Estatística, Geociências, Geografia, Letras, Matemática, Química, Tecnologia em Agroecologia, Tecnologia em Irrigação e Drenagem e Zootecnia.

Os acadêmicos mais atuantes na Educação em Solos pertenciam aos cursos de Geografia (com a participação em 89 resumos), Agronomia (com 59 resumos), Tecnologia em Agroecologia (com 15 resumos) e Engenharia Florestal (com 14 resumos) nas quatro edições do SBES analisadas. Outros cursos também tiveram estudantes como autores de resumos, conforme os dados apresentados na Tabela 01.

Tabela 01: Número de resumos publicados em cada edição do Simpósio Brasileiro de Educação em Solos de acordo com o curso de graduação dos acadêmicos participantes

Curso de Graduação	Anais SBES					
	2010	2012	2014	2016	Total	% dos resumos selecionados[1]
Geografia	17	14	26	32	89	50
Agronomia	4	13	29	13	59	33
Tecnologia em Agroecologia	0	1	7	7	15	8

Engenharia Florestal	0	3	4	7	14	8
Ciências Biológicas	0	1	7	1	9	5
Engenharia Biosistemas	0	0	3	2	5	3
Zootecnia	0	1	2	2	5	3
Engenharia Ambiental	1	0	1	2	4	2
Quimica	1	0	2	0	3	2
Matemática	0	0	2	0	2	1
Tecnologia em Irrigação	0	2	0	0	2	1
Outros	3	0	1	4	8	5

[1] Porcentagem de resumos com a participação dos acadêmicos dos referidos cursos em relação ao total de 177 resumos selecionados.

A participação conjunta de acadêmicos de dois ou mais cursos de graduação representou 20 %, favorecendo a pluralidade de ideias e experiências. Esta diversidade foi mais evidente nas últimas edições dos SBES, pois em 2010, os resumos publicados tiveram a participação de acadêmicos de 7 cursos diferentes, representados pelos valores ≥ 1 na Tabela 01. Já em 2016, os resumos publicados revelaram a participação de acadêmicos de 12 cursos diferentes de graduação, sendo: Geografia, Agronomia, Tecnologia em Agroecologia, Engenharia Florestal, Ciências Biológicas, Engenharia de Biossistemas, Zootecnia, Engenharia Ambiental, Ciência da Computação, Ecologia e Análise Ambiental, Comunicação Social e Geociências (os quatro últimos cursos foram tabelados como "Outros").

CONCLUSÕES

Os cursos que mais contribuíram com o desenvolvimento da pesquisa e extensão em Educação em Solos, de acordo com a participação de acadêmicos na elaboração dos resumos expandidos publicados entre 2010 a 2016 nos Simpósios Brasileiro de Educação em Solos, foram Geografia, Agronomia, Tecnologia em Agroecologia e Engenharia Florestal. Os acadêmicos participaram na elaboração de 70 % dos resumos expandidos, sendo que destes, 50 % eram estudantes do curso de Geografia, 33 % do curso de Agronomia, 8 % de Tecnologia em Agroecologia e 7 % de Engenharia Florestal.

REFERÊNCIAS

DEMO P. Educar pela pesquisa. Campinas: Autores Associados; 1996.
DEMO P. Pesquisa: princípio educativo. 14. ed. São Paulo: Cortez; 2011.
SILVA V, VEZZANI FM, LIMA MR. Questionando a educação em solos no Brasil: outras propostas investigativas. In: IX Simpósio Brasileiro de Educação em Solos; 2018 maio 15-18; Dois Vizinhos. Dois Vizinhos: UTFPR; 2019. No Prelo.
SOARES PB, CARNEIRO TCJ, CALMON JL, CASTRO LOCO. Análise bibliométrica da produção científica brasileira sobre Tecnologia de Construção e Edificações na base de dados Web of Science. Ambient. constr. 2016; 16:175-185. http://dx.doi.org/10.1590/s1678-86212016000100067

AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO (VESS) SOB ESCARIFICAÇÃO, POUSIO, DESSECAÇÃO E REBROTA DE AVEIA.

Raul Zucolo Irion[1]; Aline Cavalli[2]; Giovanni Ribeiro Quanni[2]; Fabricio Zanini Gonçalves [2]; Rachel Muylaert Locks Guimarães[2];.

RESUMO: A compactação é um fator que acarreta a redução da produtividade do solo. O objetivo deste trabalho é analisar através da avaliação visual na estrutura do solo (VESS), o melhor método para diminuir a compactação. Em uma área de Latossolo Vermelho Eutrófico no município de Renascença no Paraná. Foram realizados quatro tratamentos com sete repetições. O tratamento de escarificação com o auxílio de um arado de aivecas, dessecação da aveia com herbicida proporcionando cobertura para o solo, pousio sendo considerado a testemunha, e pôr fim a rebrota da aveia que surgirão ramos e plantas através de gemas de restos culturais. O procedimento de escarificação apresentou melhores resultados, porém, com intuito de reduzir custos de implementos e realizar sistema de plantio direto (SPD), a rebrota é uma alternativa eficaz.

PALAVRAS-CHAVE: compactação, perfil, porosidade.

INTRODUÇÃO

Uma boa estrutura do solo é fundamental para uma boa produtividade. Com um solo compactado ocorre um aumento de sua resistência a penetração radicular e uma diminuição da porosidade total. Fatores como a areação, infiltração de água são afetados de forma negativa, diminuindo a disponibilidade de água e ar para as plantas em um solo compactado (REICHERT et al., 2007).

Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura (2015), com participação da EMBRAPA, 33% dos solos mundiais estão degradados (compactação, erosão, acidificação, entre outros), o que acarreta diretamente na produtividade através de drenagem insuficiente, nutrição deficiente e crescimento irregular da raiz. A avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS), Guimarães et al., 2011, é uma das formas de se avaliar o nível de compactação do solo. O método pode ser globalmente

[1]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, raulzirion@hotmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

aplicado e foram testados em diferentes solos pelo globo terrestre (Franco et al., 2019; Ball et al., 2017). O VESS é um método de avaliação realizado direto no campo capaz de auxiliar profissionais e o próprio produtor a descobrir o nível de compactação do solo.

Existem diversas formas de se descompactar o solo, o uso de plantas que proporcionam um sistema radicular profundo e vigoroso, sendo possível romper a camada compactada de solo é uma opção. Uma forma mecanizada de descompactar é através de um implemento chamado escarificador, sendo capaz de mobilizar o solo, quebrando os agregados compactados (ABREU, et al., 2004).

Para Torres e Saraiva (1999) fatores importante como cobertura do solo com palhada e níveis adequados de matéria orgânica (MO) diminuem o nível de compactação do solo, isso está relacionado ao teor de umidade que será mantido no solo. Segundo EMBRAPA (2017) com o nível ideal de carbono no solo, devido a degradação da palhada, ocorre um aumento na durabilidade, estabilidade e estrutura do solo.

Nesse contexto, o trabalho, através do VESS tem o intuito de avaliar as estruturas do solo (GUIMARÃES et al., 2011), examinando as possíveis modificações físicas proporcionada pelos tratamentos com escarificação, pousio, rebrota e dessecação da aveia. Foi avaliado em uma área de silagem de milho, com o objetivo de realizar o melhor tratamento que proporcione maior descompactação do solo, para o aumento da produtividade dos próximos anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Renascença, Paraná. O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutrófico. Com um clima subtropical (Cfa), o município apresenta uma média de 18ºC no mês mais frio e 22ºC no mês mais quente do ano.

Entre os anos de 2007 e 2012 foram semeadas aveia e azevém, além da soja em sua respectiva safra. Em 2008 e 2017 foram efetivadas o processo de escarificação através de um arado de aivecas. Em 2009 foi realizada uma gradagem na área.

Com o auxílio de uma pá, cuja as dimensões apresentam 25cm de comprimento e 20 de largura, foi retirado uma fatia de solo com as dimensões mencionadas, e 15cm de espessura. Foram realizados quatro tratamentos (pousio, escarificado, dessecado e rebrota de aveia) de quatro repetições, onde foram coletados sete VEES por repetição. O tratamento escarificado foi realizado com arado de aivecas. O pousio é a área sem cultivo, sendo considerado testemunha. A dessecação é realizada aplicação de herbicida na aveia para o fornecimento de palhada no solo. E por fim a rebrota da aveia, na qual surgem

plantas e ramos de gemas dos restos culturais. Os dados do experimento foram adquiridos através do teste de Duncan a nível de 5% de probabilidade de erro.

Segundo GUIMARÃES et al (2011), as notas concedidas para a qualidade estrutural retirada através das fatias retiradas variam de Sq1 a Sq5, significando que o perfil avaliado com a nota Sq1 apresenta uma melhor qualidade estrutural que comparado aos outros. Portanto um solo que apresenta uma avaliação Sq5, apresenta uma maior compactação, maior quantidade de microporos, redução na microbiota, manchas devido a bactérias anaeróbicas, e menor penetração da raiz.

Os dados foram determinados ao teste de normalidade e após isso a análise de variância. Através do teste de Duncan, a nível de 5% de probabilidade de erro, as médias foram comparadas no *software* Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com os resultados da ANOVA, revelou-se que houve diferença significativa entre os tratamentos de dessecação, rebrota e escarificação. Apresentou-se um médio grau no coeficiente de variação, com valor de 17,48%, e uma média de 2,77 em nível.

Tabela 1 – Graus de liberdade e quadrados médios da análise de variância da variável Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) em um experimento conduzido em DIC, com 4 tratamentos e sete repetições.

Causas de variação	Graus de liberdade	Soma dos quadrados	Quadrado médio	F	P-valor
Tratamentos	3	5,17	1,72	7,36	0,11**
Resíduo	24	5,62	0,23		
Total	27	10,79	--	--	--
Média	2,77	--	--	--	--
Coeficiente de Variação (%)	17,48	--	--	--	--

*Significativo a nível de 5% de probabilidade de erro pelo teste F.

Tabela 2 – Comparação de médias da variável VESS em um experimento conduzido em DIC, com 4 tratamentos e sete repetições.

Tratamentos	VESS
Testemunha	3,21 a
Dessecado	2,95 a
Rebrota	2,86 ab
Escarificado	2,06 b

*Dados não seguidos por mesma letra, na coluna, diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Duncan, em nível de 5% de probabilidade de erro.

A avaliação visual na estrutura de solo, apresentou um melhor resultado o tratamento com escarificação, com um escore de 2,06, não diferenciando significativamente da rebrota,

[1]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, raulzirion@hotmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.
[2]Docente, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco.

2,86. Segundo BALL et al. (2017), escores até 2,9 indicam um bom manejo, e acima disto sugere-se que altere o mesmo. Portanto, apesar dos valores serem diferentes não há diferenças entre as qualidades da estrutura do solo nos tratamentos dessecado, rebrota e escarificado. Os tratamentos de dessecação e testemunha não diferenciam entre si, apresentando um escore de 2,95 e 3,21 respectivamente.

CONCLUSÕES

A realização do processo de escarificação demonstrou um melhor resultado pela metodologia de avaliação visual da estrutura do solo. Porém a rebrota é uma estratégia adequada para melhorar a qualidade física do solo, não necessitando o revolvimento do mesmo, proporcionando também economia com implementos agrícolas e possível utilização do plantio direto (SPD).

REFERÊNCIAS

ABREU S. L. et al. Escarificação mecânica e biológica para a redução da compactação em argissolo franco-arenoso sob plantio direto [tese mestrado]. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria; 2004.

BALL, B.C., GUIMARÃES, R.M.L., CLOY, J.M., HARGREAVES, P., SHEPHERD, T.G., MCKENZIE, B.M. Visual soil evaluation: a summary of some applications and potential developments for agriculture. **Soil Tillage Research**. v. 173, p. 114-124, 2017.

EMBRAPA. Manejar a matéria orgânica do solo é manejar a qualidade do sistema do solo; 23 jan. 2017. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/19773148/manejar-a-materia-organica-do-solo-e-manejar-a-qualidade-do-sistema-do-solo>.

EMBRAPA. Relatório da fao com participação da embrapa revela que 33% dos solos do mundo estão degradados; 07 dez. 2015. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/8104410/relatorio-da-fao-com-participacao-da-embrapa-revela-que-33-dos-solos-do-mundo-estao-degradados>.

GUIMARÃES, R. M. L., BALL, B. C., & TORMENA, C. A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. **Soil Use and Management**, v.27, p. 395–403, 2011. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2011.00354.x

GUIMARÃES, R. M. L.; BALL, B. C. ;TORMENA, C. A.; GIAROLA, N. F. B.; DA SILVA, Á. P. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. **Soil Tillage Research**, v. 127, p. 92-99, 2013.

TORRES, E.; SARAIVA, O.F. Camadas de impedimento do solo em sistemas agrícolas com a soja. Londrina: Embrapa Soja, (Embrapa Soja. Circular Técnica, 23). 58p. 1999.

MANEJO DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NO ÍNDICE DE COLHEITA E NO RENDIMENTO DE SEMENTES RELATIVO DO CAPIM-BRAQUIÁRIA

Marco dos Santos Martinez[1], Guilherme Vinícius Seranini[1], Marcos Weber do Canto[2]; Antonio Carlos Saraiva da Costa[3], Natalia Estevam, Ana Caroline Candia Palhano

RESUMO: Em campos de produção de sementes de gramíneas tropicais o nitrogênio (N) pode alterar a produtividade de sementes e o índice de colheita. O objetivo deste trabalho foi avaliar em capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) os efeitos do manejo da adubação de N nas sementes por panícula, massa de mil sementes (MMS), matéria seca (MS) ha^{-1}, no índice de colheita e no rendimento de sementes relativo. O estudo foi desenvolvido em Umuarama-PR, sob condições de campo, no ciclo de produção de sementes (CPS) do verão-2017 e no CPS do outono-2018. Os tratamentos foram formas de aplicação (dose única e parcelada) e doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}). O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso, em esquema fatorial, com 4,0 repetições. A MS ha^{-1} e o índice de colheita não foram afetados pela forma de aplicação de N em nenhum CPS. A interação forma de aplicação x dose de N foi significativa ($P < 0,05$) para o índice de colheita. No CPS do verão-2017 os efeitos da forma de aplicação e de doses de N foram significativos para o rendimento de sementes relativo, mas no CPS do outono-2018 a interação forma de aplicação x forma de N foi significativa para o rendimento de sementes relativo.

PALAVRAS-CHAVE: matéria seca ha^{-1} na colheita, *Urochloa decumbens*, massa de mil sementes.

INTRODUÇÃO

A prática da adubação de N ganhou espaço na produção de sementes forrageiras pelo grande potencial de aumentar o rendimento e a qualidade de sementes (Peres et al., 2011). O índice de colheita é definido pela razão entre o rendimento de sementes e a quantidade de MS ha^{-1} na colheita final de sementes. Resultados de diferentes gramíneas forrageiras de inverno indicam que o manejo da adubação de N pode apresentar resultados contraditórios sobre o índice de colheita (Koeritz et al., 2015), mas pode favorecer o rendimento de sementes, o número de sementes produzidas por panícula, a MMS e a MS ha^{-1} na colheita

[1] Mestrando, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). Marquo110@hotmail.com
[2] Professor do Departamento de Zootecnia, UEM.
[3] Professor do Departamento de Agronomia, UEM.
4 Graduandas do Curso de Medicina Veterinária, UEM.

final. O interesse de avaliar o manejo da adubação nitrogenada deve-se ao fato de ela ser considerada um dos fatores que mais impactam os custos de produção de campos de sementes das braquiárias forrageiras. Entretanto, o uso de doses altas de N na produção de sementes de espécies de braquiárias deve ser evitado, pois acarreta produção excessiva de MS que não contribui para produção de panículas e de sementes e pode também causar perdas de N prejudiciais para o ambiente. Adubações de N baixas, por outro lado, reduzem a produção de inflorescências, a quantidade de MS por área na colheita final e o rendimento de sementes. Gobius et al. (2001), nas condições da Tailândia, relataram que o rendimento de sementes do capim-braquiária se elevou com o aumento do N. Nesse trabalho, o índice de colheita não foi reportado. Eles citam, porém, que doses de N entre 50 e 200 kg ha^{-1} em dose única não tiveram efeito nas sementes por panícula, na MMS e na MS ha^{-1} na colheita final. Nesse contexto, estudos que avaliem formas de aplicação da adubação nitrogenada tornam-se necessários. A maioria dos estudos visando avaliar formas de aplicação da adubação de N em campos de produção de sementes de forrageiras tem sido com gramíneas de inverno. No Brasil, estudos a respeito de formas de aplicação e de doses de N em cultivares do gênero *Urochloa* são escassos, assim torna-se necessário que novos estudos sejam desenvolvidos a fim de se conhecer se ocorre interação entre forma de aplicação e doses de N no índice de colheita e no rendimento de sementes relativo.

O objetivo deste trabalho foi determinar os efeitos de duas formas de aplicação e de cinco doses de N em culturas de capim-braquiária para produção de sementes sobre o número de sementes produzidas por panícula, na MMM, MS ha^{-1} na colheita final e no índice de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em área do campus da Universidade Estadual de Maringá (UEM) em Umuarama, noroeste do Paraná. Nessa região, as chuvas ocorrem com maiores volumes entre outubro-abril. O solo na área é do tipo LATOSSOLO VERMELHO distrófico, com textura franco arenosa, cuja granulometria era de 790 g kg^{-1} de areia, 30 g kg^{-1} de silte e de 180 g kg^{-1} de argila. O estudo abrangeu o CPS do outono (fevereiro – junho de 2017) e o CPS do verão (agosto de 2017 – janeiro de 2018) do capim-braquiária.

Previamente ao início do trabalho as parcelas foram delimitadas com dimensões de 5,0 x 5,0 m. A área experimental foi dividida em 40 parcelas de 25 m^2. O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso, em esquema fatorial (2,0 x 5,0), com quatro repetições. Os tratamentos foram formas de aplicação da adubação nitrogenada (forma única

e parcelada) e doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}). As doses de N únicas foram aplicadas no rebrote inicial e as doses de N igualmente parceladas foram aplicadas no rebrote inicial e por volta de 3,0 semanas antes da antese. A adubação de N (nitrato de amônio granular) foi aplicada nas parcelas em cobertura sem incorporação ao solo.

Nas parcelas em 17/2 (para o CPS do outono) e 18/8/2017 (para o CPS do verão) as culturas foram rebaixadas a 10 cm do solo com roçadeira. Em 7/3 (para o CPS do outono) e 24/10/2017 (para o CPS do verão) foram aplicados 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 na forma de superfosfato simples e 60 kg ha^{-1} de K_2O na forma de cloreto de potássio em cobertura. Para o CPS do verão em 9/2017 foi aplicado dose de calcário equivalente a 2500 kg ha^{-1} (CaO 28,0%; MgO 18,5% e PRNT 75,2%) em superfície e sem incorporação ao solo nas parcelas. A colheita de sementes foi em 3/06 (CPS outono de 2017) e em 22/01 (CPS verão de 2018). A estimativa da MS ha^{-1} na colheita final foi realizada com dois quadros de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m^2) alocados próximos da área central de cada parcela. Essas amostras foram secadas em estufa ar-forçado a 60°C, até massa constante e pesadas para determinação da MS ha^{-1}. Registrou-se o número de sementes por panícula colhendo-se aleatoriamente 30 panículas por parcela. Essas amostras foram armazenadas durante 5-6 meses e, após, as sementes foram trilhadas manualmente para determinação da MMS em laboratório. O rendimento de sementes foi obtido pelo produto da densidade de perfilhos reprodutivos, das sementes por panícula e MMS. O índice de colheita foi calculado dividindo-se o rendimento de sementes pela MS ha^{-1} na colheita. Os dados foram analisados com o programa Statistica. Os efeitos significativos da forma de aplicação do N foram determinados com o Teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro. Os efeitos das doses de N foram testados usando-se os modelos linear e o quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os efeitos da forma de aplicação e das doses de N e da interação nas variáveis pode ser examinado na Tabela 1. Os dados observados nos CPS avaliados estão mostrados na Tabela 2. A interação foi significativa apenas para o número de sementes por panícula no CPS do outono, para o índice de colheita em ambos os CPS avaliados e para o rendimento de sementes relativo no CPS do verão. A forma de aplicação do N não afetou nenhuma variável nessa Tabela, exceto o rendimento de sementes relativo no CPS do outono. O

[1] Mestrando, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). Marquo110@hotmail.com
[2] Professor do Departamento de Zootecnia, UEM.
[3] Professor do Departamento de Agronomia, UEM.
4 Graduandas do Curso de Medicina Veterinária, UEM.

aumento da dose de N beneficiou a MS ha^{-1} na colheita final nos dois CPS, bem como a MMS no CPS do outono, o número de sementes por panícula no CPS do verão e o rendimento de sementes relativo no CPS do outono. No CPS do outono, na média, o rendimento de sementes relativo teve resultado superior na forma de aplicação parcelada, se comparada a forma de aplicação de única.

Tabela 1. Efeitos da forma de aplicação e de doses de N na matéria seca (MS) por área na colheita (kg ha^{-1}), número de sementes por panícula (NSP), massa de mil sementes (MMM), rendimento de sementes relativo (RSR) e no índice de colheita (IC) no ciclo de produção de sementes (CPS) do outono e do verão.

Variáveis	Tratamentos					
	CPS do outono			CPS do verão		
	Forma de aplicação N	Dose N	Forma de aplicação x dose N	Forma de aplicação de N	Dose N	Forma de aplicação de x dose N
MS ha^{-1}	ns	**	ns	ns	**	ns
NSP	ns	**	**	ns	**	ns
MMM	ns	*	ns	ns	ns	ns
IC	ns	**	*	ns	**	**
RSR	**	**	ns	ns	**	**

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05 pelo teste F. N, nitrogênio.

Tabela 2. Valores médios para a matéria seca ha^{-1}, sementes por panícula, massa de mil sementes e no índice de colheita, sob efeito de forma de aplicação e doses de N = 0 (N_0), 30 (N_{30}), 60 (N_{60}), 90 (N_{90}) e 120 (N_{120}) kg ha^{-1} para o ciclo de produção de sementes (CPS) do outono e do verão.

Manejo N	Dose de N (kg ha^{-1})						Dose de N (kg ha^{-1})					
	N_0	N_{30}	N_{60}	N_{90}	N_{120}	$N_{Méd.}$	N_0	N_{30}	N_{60}	N_{90}	N_{120}	$N_{Méd.}$
	CPS do outono						CPS do verão					
	Matéria seca por hectare (kg ha^{-1})											
Única	6730	7171	11384	12348	10593	9645^{ns}	7574	8203	8021	13832	13876	10301^{ns}
Parcelada	6870	7175	11999	11358	12001	9881^{ns}	7089	7693	8023	13026	13616	9889^{ns}
	Número de sementes por panícula (sementes m^{-2})											
Única	10,4	16,3	17,0	25,6	32,3	20,3^{ns}	14,2	14,7	17,3	22,3	22,5	18,2^{ns}
Parcelada	17,0	17,1	15,7	24,2	24,2	19,6^{ns}	14,9	15,7	20,6	21,7	21,8	19,0^{ns}
	Massa de mil sementes											
Única	3,6	4,0	3,4	3,4	3,0	3,5^{ns}	3,3	3,4	3,0	2,9	3,0	3,1^{ns}
Parcelada	3,7	3,8	3,4	3,1	3,2	3,4^{ns}	3,2	3,3	3,0	3,1	3,3	3,2^{ns}
	Índice de colheita (%)											
Única	0,010	0,018	0,011	0,018	0,022	0,016^{ns}	0,008	0,013	0,012	0,010	0,013	0,011^{ns}
Parcelada	0,017	0,017	0,010	0,016	0,014	0,015^{ns}	0,009	0,010	0,015	0,010	0,012	0,011^{ns}
	Rendimento de sementes relativo (%)											
Única	27,9	52,7	51,3	89,4	100,0	64,3	31,7	60,4	51,8	76,8	100,0	64,1
Parcelada	59,8	67,7	66,4	100,0	93,5	77,5	39,4	44,5	73,1	72,3	100,0	65,9

*, ** Significativo nos níveis de probabilidade de 0,05 e 0,01, respectivamente. ns = não significativo a o nível 0,05. Médias comparativas em cada coluna seguidas de letras diferentes são significativamente diferentes em níveis de probabilidade de pelo menos 5% pelo teste F para manejo de nitrogênio.

Obteve-se melhor ajuste para a relação entre a MS ha^{-1} e doses de N com o modelo linear no CPS do outono ($y=7121+48,4x$, $R^2=0,46$, $P<0,05$) e com o modelo quadrático no CPS do verão ($y=7080,4+20,15x+0,3219x^2$, $R^2=0,71$, $P<0,01$). O resultado na MS há-1 constatado neste estudo foi contrário ao reportado por Gobius et al. (2001), que nas condições da Tailândia avaliaram o capim-braquiária na produção de sementes e não

verificaram efeito de doses de N até 200 kg ha^{-1} na MS ha^{-1} na colheita final. Houve interação significativa forma de aplicação x dose de N para as sementes produzidas por panícula no CPS do outono (dose única – $y=11,03+0,09x+0,00074x^2$, $R^2=0,93$, $P<0,01$; dose parcelada – $y=16,68-0,02+0,00077x^2$, $R^2=0,52$, $P<0,01$). O número de sementes por panícula se ajustou melhor ao modelo linear no CPS do verão ($y=7,75+0,0416x$, $R2=0,59$, $P<0,01$). Em capim-braquiária valores de MMS entre 3,0 a 4,0 g são bons indicativos de que a colheita foi realizada na época adequada. Neste estudo, a MMS foi influenciada apenas pela dose de N no CPS do outono, porém ambos os modelos linear e quadrático apresentaram baixo ajuste para a relação entre a MMS e dose de N. Esses resultados são contrários aos encontrados por Cookson et al. (2000) em azevém perene (*Lolium perenne* L.) e por Catuchi et al. (2017) em braquiária humidícola (*Urochloa humidicola*). No CPS do outono e do verão embora tenha se observado interação significativa no índice de colheita, ambas as regressão linear e quadrática apresentaram baixo ajuste nas duas formas de aplicação de N testadas. Na literatura disponível dados de índice de colheita para o capim-braquiaria são escassos. No CPS do verão a interação forma de aplicação x dose de N mostrou-se significativa para o rendimento de sementes relativo, obtendo-se melhor ajuste com a regressão linear em ambas as formas de aplicação de N (dose única - $y=28,08+0,60x$, $R^2= 0,74$, $P<0,01$; dose parcelada - $y=57,5+0,33x$, $R^2=0,51$, $P<0,01$).

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que a quantidade de MS ha^{-1}, as sementes retidas por panícula e o rendimento de sementes relativo se elevam com o incremento na adubação de N. Devem basear-se exclusivamente nos resultados do trabalho. Evitar a repetição dos resultados, buscando confrontar o que se obteve com os objetivos inicialmente estabelecidos.

REFERÊNCIAS

Catuchi TA, Soratto RP, Francisquini Júnior A, Aranda EA, Guidorizzi FVC, Tiritan CS. Nitrogen management, nitrogen use efficiency, and seed yield and quality of creeping signalgrass. Crop Science. 2017; 57, 1-10. doi: 10.2135/cropsci2017.02.0096

Cookson WR, Rowarth JS, Cameron KC. The response of a perennial ryegrass (*Lolium perenne* L.) seed crop to nitrogen fertilizer application in the absence of moisture stress. Grass and For Sci. 2000; 55, 314-325. doi: 10.1046/j.1365-2494.2000.00233.x

[1] Mestrando, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). Marquo110@hotmail.com
[2] Professor do Departamento de Zootecnia, UEM.
[3] Professor do Departamento de Agronomia, UEM.
4 Graduandas do Curso de Medicina Veterinária, UEM.

Gobius NR, Phaikaev C, Pholsen P, Rodchompoo O, Susena W. Seed yield and its components of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Digitaria milanjiana* cv. Jarra and *Andropogon gayanus* cv. Kent in north-east Thailand under different rates of nitrogen application. Trop. Grasslands. 2001; 35, 26-33.

Koeritz EJ, Watkins E, Ehlke NJ Seeding rate, row spacing, and nitrogen rate effects on perennial ryegrass seed production. Crop Sci. 2015; 55, 2319-2333. doi: 10.2135/cropsci2014.02.0130

Peres RM, Souza FHD, Coutinho Filho JLV, Justo CL. Manejo dos campos de produção de sementes de *Brachiaria humidícola* "comum'': I – efeito de doses de nitrogênio. Bol Indúst Anim. 2010; 67, 27-34.

CONHECIMENTO DOS AGRICULTORES NO ESTUDO DA COMPACTAÇÃO DOS SOLOS NA REGIÃO SUL DO PARANÁ

Dácio Antônio Benassi[1], Caetano Benassi[2], Gislaine Gabardo[2], Henrique Luis da Silva[1].

RESUMO: O presente trabalho buscou identificar e valorizar os saberes tradicionais sobre o solo, estabelecendo uma articulação destes saberes com o conhecimento científico. Para isso, entrevistou-se produtores que revolveriam o solo nos municípios de Irati, Teixeira Soares e Fernandes Pinheiro. O conhecimento dos agricultores foi avaliado por meio de perguntas com o intuito de diagnosticar o nível de conhecimento dos mesmos sobre a compactação do solo. Para comparar a opinião do produtor com o conhecimento cientifico, foram abertas trincheiras e amostras de 25cm de profundidade foram coletadas para determinação da compactação do solo pelo método VESS. Os resultados demonstraram que os agricultores sabem identificar a compactação do solo e sua necessidade de revolvimento. O conhecimento etnopedológico dos produtores agrícolas locais pode facilitar e identificação de áreas compactadas na região com um menor custo e dispêndio de tempo.

PALAVRAS-CHAVE: etnopedologia, agricultura familiar, classificação de solos.

INTRODUÇÃO

A região Centro-Sul do Paraná está a margem dos levantamentos pedológicos, por apresentar solos de baixa aptidão agrícola, sendo estes de pouco interesse no mercado do agronegócio, predominando pequenas propriedades e a agricultura familiar (ANTONELI, BRANDALIZE, 2013; SANTOS et al., 2016).

No final da década de 80 ocorreu um significativo aumento do uso da moto-mecanização nesta região, com utilização de solos de menor potencial agrícola e com restrições sócio-ambientais, como os Neossolos e Cambissolos (FREITAS, MENDONÇA, 2016). Solos que segundo a EMBRAPA (2006), perfazem 70% do total de solos da região da região Centro Sul do Paraná, sendo estas áreas de maior declividade e maior fragilidade ambiental (SANTOS et al., 2016).

A ocorrência da compactação é, segundo os agricultores do Centro-Sul do Paraná, um dos fatores que os induz a mobilizarem o solo de forma sistemática em áreas de plantio direto, ou a interromperem o sistema quando o feijão entra na rotação (BENASSI et al., 2009). É corriqueiro a observação de solos com fase erodida e até mesmo solaspada, nos

[1]Eng. Agrônomo, IAPAR, Av. Presidente Kennedy, s/nº, 84001-970 Ponta Grossa-PR, e-mail: dacio@iapar.br.
[2] Eng. Agrônomo, UEPG, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900 Ponta Grossa-PR.

Cambissolos e Neossolos que compõem as paisagens da região, devido às condições desfavoráveis de relevo em que ocorrem, além da textura que em sua maioria é franca, associada ao manejo inadequado a que está submetido (EMBRAPA, 2006).

No entanto, o saber construído pelas populações tradicionais da região sobre solos, compactação e necessidade de descompactação, tem sido geralmente desconsiderado em programas de pesquisa e desenvolvimento. Esta dualidade de informações gera um conflito no meio rural, entre técnicos e produtores. A abordagem etnopedológica facilita o resgate do saber tradicional e possibilita a interlocução deste com o conhecimento do meio científico, agilizando e otimizando a caracterização dos solos e dos ambientes do território e subsidia o planejamento de uso sustentável das terras (BARRERA-BASSOLS, 2003).

Nesta perspectiva, o presente trabalho objetivou estratificar os solos e a necessidade de descompactação, segundo critérios locais dos agricultores, e confrontar estas informações com a avaliação da ocorrência de compactação dos solos, segundo critérios científicos para verificar se este fato ocorria nos municípios além de aprofundar o estudo dos solos, articulando o saber local ao conhecimento científico.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento ocorreu no município de Irati, Teixeira Soares e Fernandes Pinheiro. De acordo com Wladimir Koeppen, o clima é subtropical úmido mesotérmico (Cbf), com verões frescos (temperatura média inferior a 22ºC) e invernos com ocorrência de geadas severas (temperatura média inferior a 18º C).

Para realizar o levantamento etnopedologico dos agricultores sobre os solos da região, realizou-se uma entrevista. Este processo consistia de seguinte forma, o agricultor era indagado se realizava o plantio direto na palha (nos últimos 4 anos), qual a principal cultura ou atividade da propriedade, se havia solo sem compactação e compactado e se iria descompactar.

Em caso de confirmação, na área era feito o diagnostico pelo método de VESS (Visual Evaluation of Soil Structure), na profundidade de 25cm em 10 pontos. Também foi realizado a classificação do solo de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos (SiBCS).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os agricultores realizam o plantio direto, porém como principal fonte de renda, em algumas propriedades é obtida com o plantio de fumo e leite, já em relação a

classificação de solos, ocorre predominantemente os Cambissolos (Tabela 1), que são solos pouco estudados e que merecem atenção devido à degradação da estrutura dos horizontes superficiais decorrentes do uso intensivo e do revolvimento constante para a produção de culturas, caracterizados, de modo geral, como rasos, distróficos, álicos (mas não alíticos) e amarelados (Torres et al. 2010).

Tabela 1- Municípios avaliados, principal fonte de renda da propriedade, tipo de solo e valor de VESS.

Município	Fonte de renda	Classificação do solo	Valor de VESS
Irati	Diversificado	Cambissolo franco	3,2
Irati	Leite/diversificado	Cambissolo franco	4
Irati	Fumo	Cambissolo franco.	2.2
Irati	Fumo	Cambissolo franco	2.5
Irati	Diversificado	Cambissolo	2,0*
Irati	Diversificado	Cambissolo	2,7 *
Irati	Fumo	Cambissolo	3,4
Irati	Diversificado	Cambissolo e Latossolo	2,5*
Irati	Diversificado	Cambissolo	3.0
Fernandes Pinheiro	Diversificado	Cambissolo franco	3,6
Fernandes Pinheiro	Leite/diversificado	Cambissolo franco	3.5
Fernandes Pinheiro	Grãos	Cambissolo	3,5
Fernandes Pinheiro	Grãos	Cambissolo	3,3
Fernandes Pinheiro	Grãos	Cambissolo	2,2
Teixeira Soares	Diversificado	Cambissolo	3,5
Teixeira Soares	Leiteria	Cambissolo	3.
Teixeira Soares	Leite/diversificado	Cambissolo franco	3
Teixeira Soares	Diversificado	Cambissolo	2,7

*Propriedades que revolveram o solo devido a aplicação de calcário.

As áreas que os agricultores apontaram como compactadas, quando se realizou a análise pelo método de VESS, confirmou a compactação em 61% das propriedades, 16% iria descompactar devido a aplicação de calcário e 23% não havia necessidade de descompactação, ou seja valor de VESS menor que 3 (Tabela 1).O método de análise VESS desponta-se como uma ferramenta com baixo grau de subjetividade quando comparado a outras análises visuais, proporcionando resultados rápidos e eficientes (GUIMARÃES et al, 2013).

Com relação a aplicação de calcário, segundo o conhecimento local dos agricultores, há necessidade de revolvimento do solo, fato que ocorreu no município de Irati (Tabela 1). Os agricultores de todos os municípios estudados relatam que a importância da descompactação do solo está relacionada a planta (cultura), que "sente mais" a restrição

[1]Eng. Agrônomo, IAPAR, Av. Presidente Kennedy, s/nº, 84001-970 Ponta Grossa-PR, e-mail: dacio@iapar.br.
[2] Eng. Agrônomo, UEPG, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900 Ponta Grossa-PR.

hídrica em áreas compactadas, devido ao sistema radicular ficar restrito, devido a camada compactada. Ou quando ocorre chuvas frequentes o solo fica encharcado, prejudicando o desenvolvimento da cultura.

Na Figura 1 pode-se observar duas amostras, na primeira (Figura 1-A), o valor de VESS 2,5 ou seja, uma área sem problemas de compactação. Já na Figura 1-B o valor de VESS é 3,4 sendo uma área compactada. A compactação é um dos processos responsáveis pela degradação física do solo que pode ocasionar a perda da sustentabilidade da produção agrícola.

Figura 1 A- Amostra de solo do município de Irati, valor de VESS= 2,5. B-Amostra de solo do município de Irati, valor de VESS=3,4.

CONCLUSÕES

Os agricultores sabem identificar a compactação do solo e sua necessidade de revolvimento. O conhecimento etnopedológico dos produtores agrícolas locais pode ser utilizado na identificação de áreas compactadas na região.

REFERÊNCIAS

Antoneli VA, Brandalize FF. Perdas de água e solo no cultivo de milho com diferentes formas de cultivo em agricultura familiar na Região Centro-sul do Paraná. Caminhos de Geografia. 2013;14-47.

Barrera-Bassols N. ZINCK J.A. Ethnopedology: a world view on the soil knowledge of local people. In: WInkler Prins, A. M. G. A. & Sandor, J. A., eds. Ethnopedology. Geoderma, 2003, 111:171-195.

Benassi DA, Santos JA, Giarola NF. Conhecimentos etnopedológicos dos agricultores do centro-sul do Paraná. Cadernos de Agroecologia. 2009, 31:4-1.

Freitas RE, Mendonça MA. Expansão Agrícola no Brasil e a Participação da Soja: 20 anos. Revista de Economia e Sociologia Rural. 2016, 54:497-516.

Guimarães, R. M. L.; Ball, B. C.; Tormena, C. A.; Giarola, N. F. B.; Silva, I. P. da. Relating visual evaluation of soil structuretoof the physical properties in soils of contra sting texture and management. Soil & Tillage Research, 2013, v.127, n.1, 92-99.

Solos E. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro. 2006.

Torres Costa Pereira T, Ker JC, Gonçalves Reynaud Schaefer CE, Barros NF, Lima Neves JC, Calhau Almeida C. Gênese de Latossolos e Cambissolos desenvolvidos de rochas pelíticas do Grupo Bambuí-Minas Gerais. Revista Brasileira de Ciencia do Solo. 2010; 34:4.

Santos LJ, Oka-Fiori C, Canalli NE, Fiori AP, da Silveira CT, da Silva JM. Mapeamento da vulnerabilidade geoambiental do estado do Paraná. Revista Brasileira de Geociências. 2016, 37:812-20.

ALTERAÇÕES NOS TEORES DE MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO OCASIONADAS PELA APLICACÃO DE CALCÁRIO E GESSO

Gustavo Adelcio Reis Dias[1], Marcos Renan Besen[2], Antonio Feijo Goes Neto[2], Bruno Maia Abdo Rahmen Cassim[1], Vitor Rodrigues Cordioli[1], Éder Junior de Oliveira Zampar[2], Lucas Simas de Oliveira Moreira[3], Tadeu Takeyoshi Inoue[4], Marcelo Augusto Batista[4]

RESUMO: Os teores de matéria orgânica do solo (MOS) são influenciados diretamente pelo manejo do solo. O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da calagem e gessagem sobre os teores de MOS de um Latossolo Vermelho distroférrico. O delineamento experimental foi de blocos completos ao acaso em quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se num fatorial 4 x 2 + 3, referentes a quatro níveis de saturação por bases (V%): 50, 60, 70 e 90 e dois modos de aplicação de calcário: superficial e incorporado. Adicionalmente foram avaliados três tratamentos envolvendo uso de gesso (G) associado a calagem em superfície: V% 60 + 3,71 Mg de G ha^{-1}, V% 70 + 3,71 Mg de G ha^{-1} e V% 70 + 7,42 Mg G ha^{-1}. Aos 48 meses após aplicação de calcário e gesso foram retiradas amostras de solo em 6 profundidades (0,00- 0,05, 0,05-0,10, 0,10-0,20, 0,20-0,30, 0,30-0,40 e 0,40-0,60 m) para determinação da matéria orgânica pelo método colorimétrico. Não houve interação entre os níveis de V% e modo de aplicação de calcário, e tampouco efeito do G sobre os teores de MOS. Contudo a forma de aplicação de calcário alterou os teores de MOS de forma distinta. Quando se incorporou calcário, houve redução nos teores de MOS da camada mais superficial do solo, porém aumento dos teores na camada de 0,10-0,20 m.

PALAVRAS-CHAVE: revolvimento, saturação por bases, sistemas de manejo.

INTRODUÇÃO

O aumento ou mesmo manutenção dos teores de matéria orgânica é fundamental para o êxito do sistema de semeadura direta, visto os benefícios decorrentes da adição de carbono ao solo. A matéria orgânica, influência de forma direta aspectos químicos, físicos e biológicos do solo (Nascimento et al., 2010), com reflexos na produtividade das culturas.

Os teores de matéria orgânica do solo são resultantes de uma série de fatores, como

[1]Estudante Curso de Agronomia, UEM.
[2] Estudante Pós-Graduação em Agronomia-UEM.
[3] Chefe de Departamento Fazenda Experimental COAMO-Campo Mourão.
[4] Professor Adjunto do Curso de Agronomia UEM.

temperatura, aeração, água e nutrientes disponíveis, além do pH do solo, sendo que em sua grande maioria esses fatores são influenciados pelo manejo do solo (Nascimento et al., 2010). Uma alternativa para incremento do sequestro de C é o uso do gesso agrícola, de tal modo que em estudo realizado por Araújo et al. (2019) ao fazer uso de 5 Mg ha^{-1} de gesso em cultivo de cana, foi constatado aumento no sequestro de C em camadas profundas (até 200 cm) em virtude das melhores condições ao crescimento radicular.

Nesse sentido, a hipótese desse trabalho é de que a forma de aplicação de calcário (superficial ou incorporado) e uso de gesso agrícola influenciam os teores de matéria orgânica do solo. O objetivo do trabalho foi o de avaliar o efeito da calagem incorporada, superficial e da gessagem sobre os teores de matéria orgânica.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano de 2012, na fazenda experimental da Cooperativa Agroindustrial Mourãoense-COAMO, localizada em Campo Mourão, estado do PR. O solo da área foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico, textura muito argilosa (74% de argila), e apresentava antes da implantação do experimento as seguintes características químicas, na profundidade de 0,00-0,20 m: pH ($CaCl_2$): 5,25; Carbono: 25,05 g dm^{-3}; P: 20,7 mg dm^{-3}; K^+: 0,50 $cmol_c$ dm^{-3}; Ca^{2+}: 3,82$cmol_c$ dm^{-3}; Mg^{2+}: 0,81 $cmol_c$ dm^{-3}; Al^{3+}: 0,0 e V%: 50,0.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos com tratamentos ao acaso em esquema fatorial cruzado 2 x 4 + 3, referente a duas formas de aplicação de calcário (incorporado e superficial) e 4 níveis de saturação por bases (V%): 50 (natural), 60, 70 e 90. Foram avaliados três tratamentos adicionais envolvendo o uso de gesso agrícola (G) sendo: V% 60 + 3,71 Mg de G ha^{-1} (60G50); V% 70 + 3,71 Mg de G ha^{-1} (70G50) e V% 70 + 7,42 Mg G ha^{-1} (70G100). As doses de 3,71 e 7,14 Mg ha^{-1} de G foram calculadas multiplicando o teor de argila (%) por 50 e 100, respectivamente.

Foi utilizado calcário dolomítico, com PRNT de 74%. As doses de calcário aplicadas foram de 1,5, 2,9 e 5,5 Mg ha^{-1} para V% de 60, 70 e 90, respectivamente. A incorporação do calcário foi realizada por meio de arado de aiveca de duas hastes com profundidade efetiva de incorporação de 0,20 m, seguida de gradagem com grade aradora contendo 20 discos de 28” e posteriormente efetuou-se a gradagem leve com grade contendo discos de 20” visando o nivelamento do solo. Foram cultivadas quatro safras da sucessão soja-trigo, até a amostragem.

Aos 48 meses após a aplicação foram realizadas duas amostragens de solo em cada

unidade experimental, a fim de compor uma amostra composta, divididas em seis profundidades, sendo: 0,00-0,05; 0,05-0,10 e 0,10-0,20 realizadas com pá de corte e de 0,20-0,30; 0,30-0,40 e 0,40-0,60 efetuadas com auxílio de trado holandês. A matéria orgânica foi determinada pelo método colorimétrico (Quaggio e Raij, 1979).

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância por meio do teste F de Snedcor a 10% de probabilidade. Constatando-se variância significativa procedeu-se o teste de SNK a 10% de probabilidade, para comparação de média entre os tratamentos adicionais (com gesso). Para o fator modo de aplicação com apenas 1 grau de liberdade o F foi conclusivo. Os fatores quantitativos foram submetidos a análise de regressão, testando-se o efeito linear e quadrático.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes níveis de V% não influenciaram os teores de matéria orgânica do solo (MOS) em nenhuma profundidade, independentemente do modo de aplicação. No entanto, houve significância no modo de aplicação, sendo que a incorporação reduziu os teores da camada de 0,00-0,05 m em 8,67 g dm^{-3} (Figura 1).

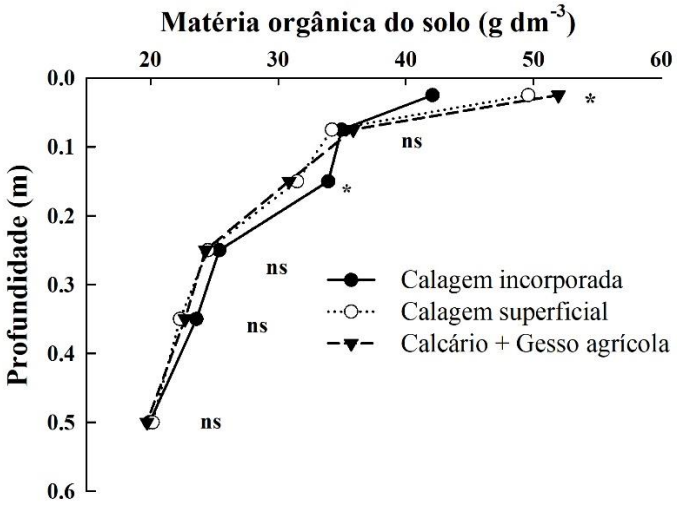


Figura 1. Teores de matéria orgânica do solo em função da calagem e gessagem.

Os sistemas de manejo que aderem a processos mecânicos, como o revolvimento tendem a interferir na taxa de decomposição da matéria orgânica do solo, visto que o revolvimento mais intenso resulta em maior fracionamento dos agregados, os quais conferem proteção física à matéria orgânica do solo (Guimarães et al., 2015), por

[1]Estudante Curso de Agronomia, UEM.
[2] Estudante Pós-Graduação em Agronomia-UEM.
[3] Chefe de Departamento Fazenda Experimental COAMO-Campo Mourão.
[4] Professor Adjunto do Curso de Agronomia UEM.

conseguinte se expõem o material orgânico ao ataque dos microrganismos, acelerando a decomposição

No entanto, na camada de 0,10-,0,20 m de profundidade, a incorporação do calcário ocasionou aumento nos teores de MOS equivalente a 0,27 g dm^{-3} (Figura 1). Provavelmente o pequeno incremento de MOS é resultante da incorporação da palhada e do material orgânico acumulado ao longo dos anos na superfície. Os resultados obtidos vão ao encontro de Alleoni et al. (2005) que não observaram efeito das doses de calcário em superfície ou incorporadas, aos seis, dezoito e trinta meses após a aplicação. Porém, esses autores observaram efeito do modo de aplicação, com maiores teores na camada de 0,00-0,05 m pela calagem superficial e maiores teores de MOS na camada de 0,05-0,10 m com a incorporação.

CONCLUSÕES

O gesso agrícola e as doses de calcário não influenciaram os teores de matéria orgânica no perfil do solo 48 meses após a aplicação. A forma de aplicação de calcário altera os teores de matéria orgânica do solo de forma distinta. Quando se incorporou calcário, houve redução nos teores de matéria orgânica da camada mais superficial do solo, porém, aumento dos teores na camada de 0,10-0,20 m.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos do segundo autor e a COAMO.

REFERÊNCIAS

Alleoni, LRF., Cambri, MA.; Caires, EF. (2005). Atributos químicos de um Latossolo do Cerrado sob Plantio Direto, de acordo com doses e formas de aplicação de calcário. Rev Bras Cienc Solo. 2005; 29: 923-934. doi: 10.1590/S0100-06832005000600010.

Araújo LC, Souza DMG, Figueiredo CC, Rein TA, Nunes RS, Santos Júnior JDG, Malaquias JV. How does gypsum increase the organic carbon stock of an Oxisol profile under sugarcane? Geoderma. 2019;343-196-204. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2019.02.029

Guimarães TM, Carmeis Filho ACA, Costa CHM. Efeito da calagem no estoque de carbono em sistema de semeadura direta. Journal of Agronomic Sciences. 2015; 4: 71-90.

Quaggio, JA & Raij, B.van. Comparação de métodos rápidos para a determinação da matéria orgânica em solos. Rev Bras Cienc Solo.1979; 3:184-187.

Nascimento PC, Lani JL, Mendonça ES, Zoffoli HJO, Peixoto HTM. Teores e características da matéria orgânica de solos hidromórficos do Espírito Santo. Rev Bras Cienc Solo. 2010; 34: 339-348. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000200007

Germinação e desenvolvimento de plântulas de *Pinus taeda* sob omissão de nutrientes

Erick Chagas Mustefaga[1], Kátia Cylene Lombardi[2], Allan Chistopher Kobstein[1], Jessyca Sperotto[1], Fabrício William Ávila[2]

RESUMO: o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da germinação e desenvolvimento de plântulas de *Pinus taeda* em função da ausência de macro e micro nutrientes do meio de crescimento. Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizado, contendo 11 tratamentos com quatro repetições cada. Os tratamentos consistiram da omissão de nutrientes da solução nutritiva de irrigação do substrato (areia lavada), durante a germinação e desenvolvimento das plântulas de *Pinus taeda.* A omissão de N, P ou K da solução de irrigação melhorou a percentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Pinus taeda*. Porém, a omissão de Mg, Mn ou Mo reduziu os valores da percentagem de germinação e do IVG. A omissão de K, B, N ou Mo da solução de irrigação afetaram negativamente o crescimento em altura das plântulas de *Pinus taeda*, avaliadas aos 48 dias após germinação. Além do menor crescimento em altura, visualmente, a omissão de K resultou em acículas mais escuras, enquanto que as plântulas sob omissão de B apresentaram as acículas encurvadas para cima.

PALAVRAS-CHAVE: Germinação de sementes, espécies florestais, nutrição de plantas

INTRODUÇÃO

A utilização de espécies do gênero *Pinus* para plantios comerciais no Brasil iniciou entre 1955 a 1964, com o estabelecimento de grandes programas de reflorestamento, baseados exclusivamente em *Pinus taeda* L. (Shimizu, 2008).

Outro fator que promoveu sua grande utilização são as condições de adaptação do *Pinus* aos solos ligeiramente ácidos, que constituem a grande parte dos solos do Brasil em condições naturais, a qual permitiram a implantação de extensas áreas que, juntamente com a adoção de práticas silviculturais adequadas, tornam as espécies do gênero importantes fontes de matéria-prima, proveniente de florestas estabelecidas dentro de padrões de sustentabilidade (Kronka et al., 2005).

Sabe-se que as espécies de *Pinus* spp. apresentam baixa exigência nutricional, sendo

[1]Discentes do curso de graduação em Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* de Irati. PR 153, Km 7, s/n - Riozinho, Irati - PR, 84500-000. E-mail: erick_mustefaga@hotmail.com; allanckobstein@gmail.com; jehsperotto@gmail.com
[2]Professores, Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO. E:mails: kclombardi@unicentro.br; fwavila@unicentro.br

que na região Sul do Brasil tem mostrado crescimento relativamente rápido e boa produtividade, mesmo sem o uso de insumos (Gonçalves; Benedetti, 2000). Entretanto, considerando a lei do mínimo, qualquer elemento que estiver em menor proporção em relação às necessidades da cultura, limitará sua produção. Em viveiros, os sintomas visuais de deficiência de cada nutriente são pouco conhecidos e caracterizados para esta cultura.

Devido, também, à escassez de informações sobre o efeito de macro e micronutrientes sobre a germinação e desenvolvimento de plântulas de *Pinus taeda*, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da omissão de macro e micronutrientes na germinação e no desenvolvimento de plântulas de *Pinus taeda*, e identificar os sintomas visuais de deficiência para cada nutriente omitido.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação do Viveiro de Pesquisas do Departamento de Engenharia Florestal da UNICENTRO, com umidade (UR ≥ 80%) e temperatura controladas (26 ± 2º C). Utilizou-se o delineamento em blocos inteiramente casualizado, contendo 11 tratamentos com quatro repetições cada. Os tratamentos consistiram da omissão de nutrientes da solução nutritiva de irrigação do substrato (areia lavada), durante a germinação e estádio de desenvolvimento das plântulas de *Pinus taeda*, e foram: solução completa (SC), e SC com omissão de nitrogênio (-N), fósforo (-P), potássio (-K), cálcio (-Ca), magnésio (-Mg), boro (-B), cobre (-Cu), ferro (-Fe), manganês (-Mn) e molibdênio (-Mo).

Foram utilizadas garrafas pet de 2 L para montar os vasos do experimento. As garrafas foram cortadas ao meio. A parte inferior foi pintada de preto e utilizada para colocar as soluções nutritivas, sendo que a parte superior da garrafa foi invertida, preenchida com aproximadamente 1 dm^3 de areia lavada e colocada sobre a parte inferior da garrafa. Para evitar perda da areia para a solução nutritiva vedou-se o fundo com tecido de algodão.

Na parte inferior do recipiente foi colocada e mantida a solução nutritiva completa ou com a ausência de um dos nutrientes. As soluções de nutrientes para cada tratamento foram preparadas no laboratório de Solos Florestal da UNICENTRO, apresentando, em mg L^{-1}: 100 de N, 15 de P, 100 de K, 100 de Ca, 25 de Mg, 35 de S, 0,3 de B, 0,03 de Cu, 3 de Fe, 0,3 de Mn, 0,01 de Mo (Gonçalves; Benedetti, 2000).

O lote de sementes utilizado no presente estudo foi proveniente da coleta em três matrizes localizadas na cidade de Irati-PR. Previamente, 30 dias antes da semeadura, as sementes foram armazenadas em geladeira a cerca de 2° C e, em sequência, embebidas por 30

minutos em água para quebra da dormência. Foram colocadas 2 sementes por vaso (parcela).

Aos 48 dias após a semeadura, avaliou-se a percentagem de germinação das sementes, estimando-se o índice de velocidade de germinação (IVG), a partir do primeiro dia após a semeadura, e foi obtida a altura da parte aérea das plântulas com uma régua graduada. Para o cálculo do IVG utilizou-se a seguinte fórmula: $IVG = \sum (n_i / t_i)$, em que: n_i = número de sementes que germinaram no tempo "i"; t_i = tempo (dias) após a instalação do teste de germinação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A omissão de N, P ou K da solução de irrigação elevaram a percentagem de germinação em comparação ao tratamento que recebeu a solução completa (SC) (Tabela 1). Isso pode indicar que a presença de N, P ou K no meio, na concentração fornecida, tem efeitos negativos sobre a germinação das sementes de *Pinus taeda*. Entretanto, a omissão de Mg, Mn ou Mo teve efeito contrário, diminuindo o valor dessa variável, mostrando a importância da presença destes nutrientes no meio para uma adequada germinaçao das sementes de *Pinus taeda*.

Tabela 1: Percentagem de germinação, índice de velocidade de germinação (IGV) e altura das plântulas de *Pinus taeda.*

Tratamentos	Descrição	Germinação (%)	IVG*	Altura média (cm)
-N	Omissão de nitrogênio	50,0	0,10	7,6
-P	Omissão de fósforo	37,5	0,08	9,0
-K	Omissão de potássio	37,5	0,09	5,0
-Ca	Omissão de cálcio	25,0	0,06	8,9
-Mg	Omissão de magnésio	12,5	0,03	9,0
-B	Omissão de boro	25,0	0,05	6,9
-Cu	Omissão de cobre	25,0	0,05	9,9
-Fe	Omissão de ferro	25,0	0,05	9,2
-Mn	Omissão de manganês	12,5	0,03	10,0
-Mo	Omissão de molibdênio	12,5	0,02	8,7
SC	Solução completa	25,0	0,05	10,5

O efeito dos tratamentos sobre o IVG teve comportamento semelhante ao observado para a percentagem de germinação das sementes. Tratamentos com maiores valores de IVG foram obtidos com a omissão de N, P ou K, enquanto que os menores valores foram obtidos com a omissão de Mg, Mn ou Mo. A omissão dos nutrientes Ca, B, Cu e Fe tiveram pequena influência sobre a percentagem de germinaçao e IVG, quando comparado ao tratamento SC.

Quanto à altura média das plântulas aos 48 dias após semeadura, em comparação com o tratamento SC (altura média de 10,5 cm), verificaram-se que o tratamento com omissão de K

(altura média de 5,0 cm) foi o que mais negativamente afetou o desenvolvimento das plântulas, seguido pelos tratamentos de omissão de B (altura média de 6,9 cm), de omissão de N (altura média de 7,6 cm) e de omissão de Mo (altura média de 8,7 cm). Além do menor crescimento em altura, visualmente, a omissão de K resultou em acículas mais escuras, enquanto que as plântulas sob omissão de B apresentaram as acículas encurvadas para cima (Figura 1). Mostra-se, assim, a importância do fornecimento de K, B, N para o desenvolvimento das plântulas de *Pinus taeda*. O tratamento SC apresentou o maior altura média, porém, foi próximo dos valores de altura média obtidos com a omissão de P, K, Ca, Mg, Cu, Fe e Mn.

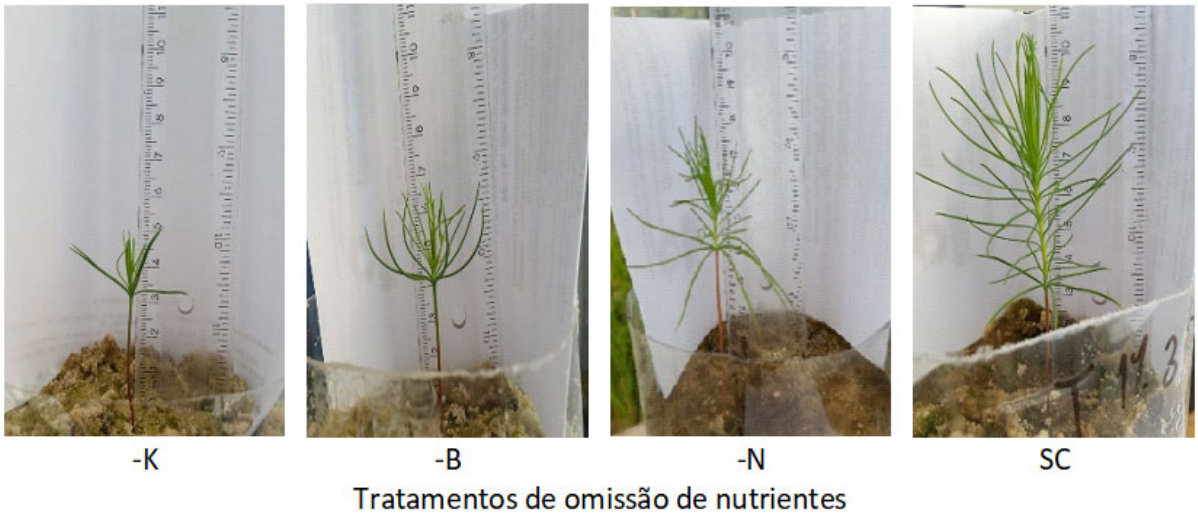


Figura 1: Aspecto visual de plântulas de *Pinus taeda* sob omissão de potássio (-K), boro (-B) e nitrogênio (-N), em comparação à plântula que recebeu solução completa (SC).

CONCLUSÕES

A omissão de N, P ou K da solução de irrigação melhoraram a percentagem de germinação e o índice de velocidade de germinação (IVG) das sementes de *Pinus taeda*. Porém, a omissão de Mg, Mn ou Mo reduziu os valores de percentagem de germinação e IVG.

A omissão de K, B ou N da solução de irrigação afetaram negativamente o crescimento em altura das plântulas de *Pinus taeda*, avaliadas aos 48 dias após germinação.

REFERÊNCIAS

Gonçalves, J. L. M.; Benedetti, V. (Ed.). Nutrição e fertilização florestal. Piracicaba: IPEF. 2000.

Kronka, F. J. N.; Bertolani, F.; Ponce, R. H. A cultura do Pinus no Brasil. São Paulo: Sociedade Brasileira de Silvicultura, 2005.

Shimizu, J. Y. Pinus na silvicultura brasileira. Revista da Madeira, v. 16, n. 99, p. 4-14, 2008.

EFEITO DA APLICAÇÃO DE DEJETO LÍQUIDO DE SUÍNOS POR 11 ANOS EM ÁREA DE MISSIONEIRA-GIGANTE

Júlio César Ramos[1], Evandro Spagnollo[2], Leandro do Prado Wildner[2], Felipe Jochims[2], Fabiana Schmidt[3]

RESUMO: Objetivou-se com este trabalho verificar o efeito da aplicação por 11 anos de diferentes doses de dejeto líquido de suínos (DLS) nas propriedades físicas do solo em área de pastagem de missioneira gigante (*Axonopus catharinensis* Valls). O estudo foi realizado em um Latossolo Vermelho no ano de 2018, após o décimo primeiro ciclo de missioneira-gigante, onde estudaram-se os seguintes tratamentos: T1, ausência de adubação de N, e aplicação de 60 kg ha^{-1} ano^{-1} de P e K; T2, T3, T4, T5 e T6, com aplicações respectivas de 100, 200, 300, 400 e 500 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, na forma de DLS e; T7, com 200 kg de N ha^{-1}, na forma de N mineral, mais 60 kg h^{-1} ano^{-1} de P e K. Foram avaliadas as camadas de 0-5,0, 5,0-10,0 e 10,0-20,0 cm a densidade do solo, estabilidade de agregados em água, resistência a penetração, volume de bioporos, macroporos, microporos e porosidade total. Com exceção da macroporosidade, as demais propriedades analisadas não diferiram entre tratamentos. A aplicação de N entre 100 e 500 kg ha^{-1} ano^{-1}, independente da fonte, aumenta a macroporosidade. Não há melhoria das propriedades analisadas com o aumento das doses de DLS. A pastagem perene, independente da adubação, melhorou as propriedades físicas do solo na camada de 0-5,0 e o DMG na camada 0-10,0 cm.

PALAVRAS-CHAVE: adubação orgânica, física do solo, manejo do solo.

INTRODUÇÃO

Uma alterativa para destinar o grande volume de dejetos de animais no Brasil é a utilização como fertilizante orgânico. Segundo Corrêa et al. (2011), a maior contribuição da aplicação de dejetos nos solos das lavouras é o incremento no teor de matéria orgânica.

Mecabô Júnior (2013), observou que o dejeto afetou positivamente as propriedades físicas do solo, com tendência de aumento da macroporosidade, e redução da densidade do solo, bem como de manter em níveis elevados a estabilidade de agregados. Já Barbosa e Caviglione (2009) não encontraram alterações na densidade do solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade com a adição de doses semestrais de DLS.

No estado de Santa Catarina, as propriedades leiteiras caracterizam-se por pequenas áreas e o uso de adubos orgânicos pode ser uma alternativa par a diminuição do custo de

[1]Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Campos Novos-SC, julioramos@epagri.sc.gov.br.
[2] Pesquisador-Epagri, Chapecó-SC.
[3]Pesquisador- Epagri, Campos Novos-SC.

produção e conjuntamente melhorar a qualidade física do solo. Objetivou-se com este estudo, avaliar em um Latossolo Vermelho o efeito da aplicação continuada de diferentes doses de dejeto líquido de suínos em pastagem anual de missioneira-gigante após onze anos.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado entre maio e julho de 2018, no Centro de Pesquisa para Agricultura Familiar (Cepaf) da Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri), situado na cidade de Chapecó, SC.

O experimento em blocos, composto por sete tratamentos e cinco repetições de campo, onde estudaram-se: **T1**, ausência de adubação de N, e aplicação de 60 kg ha^{-1} ano^{-1} de P e K; **T2**, **T3**, **T4**, **T5** e **T6**, com aplicações respectivas de 100, 200, 300, 400 e 500 kg de N ha^{-1} ano^{-1}, na forma de DLS e; **T7**, com 200 kg de N ha^{-1}, na forma de N mineral, mais 60 kg h^{-1} ano^{-1} de P e K. A aplicação da adubação foi dividida em quatro doses, sendo feitas imediatamente após o corte da pastagem. O experimento foi conduzido desta forma por 11 anos.

Foram coletadas amostras deformadas para avaliar a estabilidade de agregados em água (DMG) e indeformadas por meio de anéis metálicos, para determinar a porosidade e densidade do solo nas camadas de 0-5,0, 5,0-10,0 e 10,0-20,0 cm. O volume total de poros foi calculado conforme Embrapa (1997). O volume de bioporos e microporos foram determinados por meio de retenção de água em mesa de areia nas tensões de 1 e 6 kPa, respectivamente (Embrapa, 1997). O volume de macroporos foi obtido pela diferença entre o volume total de poros e microporos. A densidade foi determinada pela relação massa de solo/volume do anel, em base seca a 105 ºC.

A densidade de partículas foiobtida seguinto metodologia descrita por Gubiani et al., (2006). A estabilidade de agregados (DMG) foi determinada pela agitação vertical de agregados em água, seguindo a metodologia de Kemper e Chepil (1965).

Foi verificada a normalidade de resíduos bem como a homogeneidade de variâncias. Após a análise de variância, as médias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott (p<0,05).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das variáveis estudadas estão apresentados na tabela 1. O DMG não apresentou diferença entre tratamentos. Porém, houve efeito de profundidade para o DMG, onde as médias de 4,04 e 3,59 mm das camadas 0-5,0 e 5,0-1-,0 cm foram maiores que da camada de 10-20 cm, efeito este, da agregação pelas raízes de gramíneas.

Tabela 1. Resultados das propriedades físicas do solo analisadas nas camadas de 0-5,0, 5,0-10,0 e 10,0-20,0 cm nos diferentes tratamentos

Camada	Tratamentos							
	Testemunha	100 kg N em DLS	200 kg N em DLS	300 kg N em DLS	400 kg N em DLS	500 kg N em DLS	200 kg N mineral	Média
cm	DMG							
	---------- mm ----------							
0 – 5,0	4,75	4,11	3,76	4,47	3,46	3,95	3,82	4,04 a
5,0 – 10,0	3,32	3,51	3,93	2,67	3,57	4,39	3,74	3,59a
10,0 – 20,0	2,89	3,76	3,94	3,59	3,38	2,48	3,42	3,35b
Média	3,65^{ns}	3,79	3,88	3,58	3,47	3,61	3,66	
	Bioporos							
	---------- % ----------							
0 – 5,0	6	6	6	5	7	5	5	6 ^{ns}
5,0 – 10,0	4	4	5	5	6	6	5	5
10,0 – 20,0	4	5	6	5	6	4	5	5
Média	5^{ns}	5	5	5	6	5	5	5
	Microporos							
	---------- % ----------							
0 – 5,0	54	52	52	54	49	50	52	52a
5,0 – 10,0	50	47	51	48	47	47	49	48b
10,0 – 20,0	49	50	49	48	51	47	46	49b
Média	51 ^{ns}	50	51	50	49	48	49	
	Porosidade total							
	---------- % ----------							
0 – 5,0	64	64	65	65	66	63	64	64a
5,0 – 10,0	59	58	61	58	59	59	59	59b
10,0 – 20,0	57	58	60	**59**	**62**	58	59	59b
Média	60 ^{ns}	60	62	**61**	**62**	60	61	
	Macroporos							
	---------- % ----------							
0 – 5,0	9	12	13	**11**	**16**	13	12	12a
5,0 – 10,0	9	11	9	**11**	**13**	12	10	11b
10,0 – 20,0	7	8	10	**11**	**12**	10	13	10b
Média	8B	11A	11A	**11A**	**14A**	12A	12A	
	Densidade do solo							
	---------- gr dm^{-3} ----------							
0 – 5,0	1,12	1,10	1,06	1,08	1,04	1,11	1,10	1,09a
5,0 – 10,0	1,26	1,25	1,23	1,23	1,22	1,20	1,22	1,23b
10,0 – 20,0	1,22	1,25	1,25	1,19	1,34	1,26	1,26	1,25b
Média	1,20 ^{ns}	1,20	1,18	1,17	1,20	1,19	1,19	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Scott-Knott (p<0,05). Letra maiúsculo dentro da mesma linha e letra minúscula na mesma coluna.

O volume de bioporos não foi alterado pelo manejo e não diferiu entre as profundidades. Já o volume de microporos, porosidade total, macroporos e densidade do solo diferiram entre camadas, sendo maiores na camada 0-5,0 cm.

A adubação nitrogenada aumentou a macroporosidade, independente da dose e fonte

[1]Pesquisador, Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri, Campos Novos-SC, julioramos@epagri.sc.gov.br.
[2] Pesquisador-Epagri, Chapecó-SC.
[3]Pesquisador- Epagri, Campos Novos-SC.

de N. Provavelmente, o maior crescimento das plantas ao longo do tempo estimulou maior crescimento radicular e consequentemente melhor porosidade do solo. Ainda, na média o tratamento testemunha, com 8% ficou abaixo dos 10% de macroporos recomendado para que haja boa infiltração de água no solo e que ocorram as trocas gasosas. A densidade do solo não diferiu entre tratamentos, concordando com Veiga et al. (2012).

CONCLUSÕES

As doses de DLS aplicadas não melhoraram as propriedades físicas do solo, em área de pastagem perene de missioneira-gigante. Independente fonte de adubação, com exceção dos bioporos, há melhora das propriedades físicas na camada de 0-5,0 cm e 0-10,0 cm para o DMG.

Com exceção da macroporosidade, as demais propriedades analisadas não diferiram entre tratamentos, embora tenham diferido entre as camadas avaliadas.

A aplicação de N entre 100 e 500 kg ha^{-1} ano^{-1}, independente da fonte, aumenta a macroporosidade.

AGRADECIMENTOS

A Epagri pela estrutura e recursos e a Fapesc pelos recursos para condução do experimento.

REFERÊNCIAS

Corrêa JC, barilli J, Rebellatto A, Veiga M. Aplicações de Dejetos de Suínos e as Propriedades do Solo. Concórdia, SC: Embrapa Suínos e Aves. Circular Técnica 58. 2011: 18 p.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Documentos, 1.Rio de Janeiro: Embrapa CNPS; 1997.

Gubiani PI, Reinert DJ, Reichert JM. Método alternativo para a determinação da densidade de partículas do solo - exatidão, precisão e tempo de processamento. Cienc Rural. 2006; 36:2.664-668. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782006000200049.

Kemper, W. D.; Chepil, W. S. Size distribution of aggregates. In: Black, C.A.; Evans, D.D.; White, J.L.; Ensminger, L.E. & Clarck, F.E., eds. Methods of soil analysis. Part 1, Madison, American Society of Agronomy. 1965; p.499-510.

Mecabô Júnior J. Influência de uma aplicação de dejeto líquido de suínos sobre atributos do solo e erosão hídrica em um Nitossolo Bruno [dissertação]. Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2013.

Veiga M, Pandolfo CM, Dortzbach D, Araujo IS. Atributos físicos do solo em glebas com aplicação continuada de dejeto líquido de suínos. RAC. 2012:25.2: 74-78.

COMPARTIMENTAÇÃO MORFOPEDOLÓGICA DA BACIA DO RIO TATURI, REGIÃO OESTE DO PARANÁ

Rafael Martins SANCHES[1]; Cenira Maria LUPINACCI[1]; Vanda Moreira MARTINS[2]

RESUMO: Este trabalho integra parte dos resultados preliminares da pesquisa referente à evolução geomorfológica da Bacia do Rio Taturi, localizada no setor norte da subunidade morfoescultural de Guaíra, no oeste do Paraná. O objetivo foi identificar os compartimentos morfopedológicos por meio das inter-relações existentes entre os solos, o relevo e o substrato geológico, a fim de compreender a gênese e evolução dos processos pedogeomorfológicos. Para tanto, foram utilizadas as concepções metodológicas referentes à abordagem morfopedológica proposta por Castro e Salomão (2000). Como produto, foram identificados sete compartimentos morfopedológicos preliminares, que refletem a natureza das referidas interações, as quais subsidiam as pesquisas de caráter evolutivo da paisagem e ou servem de base para o planejamento e uso dos solos.
PALAVRAS-CHAVE: Paisagem. Compartimentação Morfopedológica. Variação Lateral.

INTRODUÇÃO

A compartimentação morfopedológica da Bacia do Rio Taturi, localizado no município de Guaíra, região Oeste do Paraná, parte da releitura da proposta de Ab'Sáber (1969) que aponta três níveis para o entendimento do meio físico. O primeiro permite o conhecimento dos compartimentos topográficos e revelam a configuração do relevo. O segundo permite estudos específicos dos testemunhos materiais de processos morfogenéticos (elaboração das formas) no tempo (morfocronologia). O terceiro possibilita a dedução do comportamento atual da paisagem a partir dos dois anteriores somados a estudos experimentais.

Com base nos referidos níveis, Bade (2014) propôs a compartimentação das unidades de paisagem, a saber: Foz do Iguaçu, São Francisco, Cascavel, Marechal Cândido Rondon e Guaíra. Rocha (2016) destacou o papel dos processos dinâmicos em vertentes e dos sistemas pedológicos enquanto instrumentos de análise ambiental nas unidades de Cascavel, Foz do Iguaçu e São Francisco. Recentemente, Sanches (2018) buscou na relação solo-relevo, a compreensão da gênese dos processos erosivos lineares na unidade de Guaíra.

Nesse contexto surgiu o interesse pela compreensão de como a evolução dos sistemas

[1]Programa de Pós-Graduação em Geografia – Departamento de Planejamento Territorial e Geoprocessamento – Universidade Estadual Paulista (UNESP-Rio Claro) – Contato: rafaelsanches.geo@gmail.com.
[2]Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Estadual do Oeste do Paraná (UNIOESTE-Mal. C. Rondon).

pedológicos tem comandado a evolução geomorfológica no norte da Bacia Hidrográfica do Paraná 3 (BP3). Essa área é marcada pelo contato entre duas litologias mesozoicas, rochas sedimentares da Formação Caiuá e ígneas do Grupo Serra Geral/Formação Cascavel e três compartimentos geomorfológicos, planaltos de Campo Mourão, Cascavel e Umuarama (Maack, 2012), o que confere diversidade litológica, geomorfológica, dos processos em vertentes e evolução dos sistemas pedológicos, justificando a escolha da sub-bacia do Rio Taturi. Sendo assim, foi objetivo desse trabalho identificar as interações entre os solos, o relevo e o substrato rochoso, expressando-os por meio dos compartimentos morfopedológicos na escala 1:50.000. Essa delimitação é fundamentada na interação morfogênese-pedogênese, que lhes confere uma dinâmica de evolução que varia em função da declividade, da natureza das rochas, do material superficial, do clima, da formação vegetal e do solo (Barbalho, 2002).

MATERIAL E MÉTODOS

O método adotado refere-se à primeira etapa do roteiro metodológico de compartimentação das unidades morfopedológicas (Castro; Salomão, 2000). O mapeamento foi gerado pelo aplicativo *ArcGis* 10.3. Este processo se deu a partir da vetorização das cartas topográficas (Folhas 2799-1, 2799-2 e 2799-2) disponibilizadas pelo Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná (ITCG), na escala 1:50.000. Ainda, com dados obtidos pela Embrapa (2006), foram produzidas as cartas temáticas (litologia e solos). Também foi elaborado o mapa clinográfico, adotando as recomendações apontadas por De Biasi (1992). O mapa geomorfológico foi elaborado a partir de fotografias aéreas do cenário de 1980, fornecidas pelo ITCG, permitindo a obtenção desse documento a partir das recomendações de Tricart (1965) e Verstappen e Zuidam (1975).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das informações geradas por meio da cartografia temática, intermediária e geomorfológica, foi elaborado o mapa morfopedológico, que responde por uma síntese da interação dos elementos do meio físico. Por se tratar de uma área de contato entre duas litologias e, entendendo-se que o substrato litológico exerce forte influência nos padrões de distribuição dos sistemas pedológicos, no controle estrutural da rede de drenagem e na diversidade das formas de relevo, foi possível delimitar sete (07) unidades morfopedológicas

na bacia.

Assim, são essas as unidades morfopedológicas preliminares:

I – vales, planícies e terraços fluviais com solos hidromórficos;

II – topos restritos com Latossolos sobre a Formação Cascavel;

III – topos planos com Latossolos sobre a Formação Cascavel;

IV – topos suavemente escalonados com Latossolos sobre a Formação Caiuá;

V – vertentes dissecadas em domínio da Formação Cascavel e sistema lateral Latossolo-Nitossolo;

VI – vertentes dissecadas em domínio da Formação Caiuá e sistema lateral Latossolo-Argissolo;

VII – vertentes amplas em domínio de transição e Latossolos de textura média e/ou argilosa.

Esses sistemas foram difundidos pela literatura regional por meio dos trabalhos de Nakashima (1999), Rocha (2016), Magalhães (2013), Couto (2015) e Bueno (2015).

CONCLUSÕES

As alterações laterais e verticais da cobertura pedológica se refletem nos atributos do solo e carecem de investigações mais aprofundadas. Compreender como evoluem na paisagem pressupõe a identificação dos compartimentos morfopedológicos e o conhecimento de sua interação com outros elementos do sistema, tendo como base a relação solo-relevo. Assim, a compartimentação morfopedológica é uma importante ferramenta de compreensão da interação entre solos, relevo e rocha. E, quando relacionada ao uso de outras metodologias, passa a contribuir para explicação genético-evolutivo da dinâmica dos componentes da paisagem que a integra.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e às universidades UNESP-Rio Claro e UNIOESTE-Mal. C. Rondon-PR.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, A. N. Um conceito de geomorfologia a serviço das pesquisas sobre o Quaternário. Geomorfologia. IGEO-USP, n.18, São Paulo-SP, 1969.

BADE, M. R. Definição e caracterização das unidades de paisagem das bacias hidrográficas do Paraná III (Brasil/Paraguai). Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon-PR, 2014.

CASTRO, S. S.; SALOMÃO, F. X. T. Compartimentação morfopedológica e sua aplicação: considerações metodológicas. GEOUSP, São Paulo, n, 7, p. 27-37. 2000.

COUTO, E. V. Evolução denudacional de longo prazo e a relação solo-relevo no Noroeste do Paraná. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Paraná. Curitiba, 2015.

DE BIASI, M. A Carta Clinográfica: os métodos de representação e sua confecção. Revista do Departamento de Geografia, n. 6, p. 45-60. São Paulo, 1992.

ITCG – Instituto de Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. Dados Geoespaciais de Referência / Dados e Informações Geoespaciais Temáticas. Disponível em: <www.itcg.pr.gov.br/>. Acesso em: 26 jan. 2018.

MAGALHÃES, V. L. Gênese e evolução de sistemas pedológicos em unidades de paisagem do município de Marechal Cândido Rondon-PR. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá-PR, 2013.

MINEROPAR – Minerais do Paraná. Mapas geológicos 1:250.000. Disponível em: <http://www.mineropar.pr.gov.br/>. Acesso em: 26 jan. 2018.

NAKASHIMA, P. Sistema pedológico da região noroeste do estado do Paraná: distribuição e subsídios para o controle de erosão. Tese de Doutorado. São Paulo: FFLCH-USP, 1999.

ROCHA, A. S. da. As vertentes características e os sistemas pedológicos como instrumentos de análise para identificação das fragilidades e potencialidades ambientais na Bacia Hidrográfica do Paraná 3. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual de Maringá. Maringá, 2016.

SANCHES, R. M. Sistemas de transformação e sua relação com a erosão hídrica em solos de textura média em Terra Roxa-PR. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual do Oeste do Paraná. Marechal Cândido Rondon. 2018.

TRICART, J. Principes et méthodes de la géomorphologie. Paris, Masson, 1965.

VERSTAPPEN, H. T.; ZUIDAM, R. A. V. System of geomorphological survey. Netherlands. Manuel ITC Textbook, v. 7, cap. 7. 1975.

ATRIBUTOS MICROBIOLOGICOS DE SOLOS HIDROMORFICOS ORIGINADOS DE BASALTO NO PARANÁ

Amanda Cristina Beal Acosta[1], Carlos Alberto Casali[2], Elisandra Pocojeski[2], Isabella Araújo Peppe[1], Jessica Maiara Viceli[3].

RESUMO: Objetivo: Foi avaliar a dinâmica dos atributos microbianos em solos hidromórficos no Sudoeste do Paraná. Metodologia: Duas coletas de solo foram realizadas uma no inverno e outra na primavera, em quatro áreas da bacia do Rio Jirau, três de solos hidromórficos, (Área A. B e C) e uma área de referência bem drenada (Área D). Em cada área foi coletada oito amostras de solo, espaçado 10 m entre si, na camada 0-10 cm. As amostras foram acomodadas e levadas ao Laboratório de Solos da UTFPR, Campus Dois Vizinhos. Foram registrados no inverno um acúmulo médio de 120 mm e na primavera um acúmulo médio de 172 mm. Conclusão: Os solos hidromórficos apresentaram maior atividade microbiana que solos drenados, porém são sensíveis a oscilação do lençol freático, criando maior variação nessa atividade no decorrer do ano.
PALAVRAS-CHAVE: Matéria Orgânica, Atividade Microbiana, Qualidade do Solo.

INTRODUÇÃO

Os solos hidromórfios são naturalmente saturados por água e de importância para os ecossistemas naturais, pois contribuem com a estocagem de água e devolução aos rios e nascentes, reduzindo as enchentes e abastecendo aquíferos e lençóis freáticos, são reguladores do microclima, fazem retenção de sedimentos e funcionam como habitats, preservando a biodiversidade do ecossistema (Junk et al, 2012).

O uso adequado e conservação dos solos hidromórficos está relacionado a diversos fatores, como a atividade microbiana, já que ela tem papel fundamental nos processos mitigadores de degradação do solo, onde o baixo teor de matéria orgânica trará perda de microrganismos, ocasionando danos nas funções do solo, como também dificultará a reabilitação dos ecossistemas naturais (Rosa et al, 2011). Tendo em vista que os solos hidromórficos tem regime hídrico diferente de solos drenados, provavelmente a dinâmica microbiana do solo também será distinta, sendo necessário sua avaliação.

Os teores de Carbono (Cmic) e Nitrogênio (Nmic) microbiano e a Respiração basal do

[1]Acadêmica de Engenharia Florestal, UTFPR – Dois Vizinhos-PR, Estrada para Boa Esperança km 04 São Cristóvão, amaanda.23@hotmail.com, isa_peppe@hotmail.com.
[2]Professor Doutor, UTFPR – Dois Vizinhos-PR, epocojeski@gmail.com, carloscasali@utfpr.edu.br.
[3]Mestrado em Agroecossistemas, UTFPR – Dois Vizinhos-PR, jessicamviceli@gmail.com.

solo (RBS) são utilizados como indicadores de qualidade, pois respondem rapidamente a alterações ocorridas no sistema solo, contribuindo com a compreensão do deslocamento dos nutrientes presente como também é fator de importância no monitoramento de áreas perturbadas e/ou degradadas (Rosa et al.2011). A respiração e a atividade microbiana dos solos estão interligadas e sofrem influencias diretas de fatores como a umidade, temperatura, estrutura e textura do solo, relação C/N, teores de nutrientes e presença de matéria orgânica (Silva, et al 2010). Diante disso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a dinâmica dos atributos microbianos em solos hidromórficos originados de Basalto no Sudoeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na bacia do rio Jirau Alto, Município de Dois Vizinhos, Sudoeste do Paraná, com altitude média de 509 metros (latitude 25° 44’ 35’’ S e longitude 53° 4’ 30’’ W). A bacia é de pequeno porte, tendo o canal largura inferior a 10 metros, com área total de 34,72 km^2 e perímetro de 29,51 km, com área efetiva de 2.472,53 ha. O Regime de chuva variou em média anual nos últimos 10 anos de 1800 a 2200 mm ano^{-1}.

Duas coletas de solo foram realizadas no ano de 2018, no inverno e na primavera, em quatro áreas da bacia do Rio Jirau, sendo três delas com solos hidromórficos, onde duas eram permanentemente saturado por água (Área A e C), e uma temporariamente saturada por água (Área B), além de uma área de referência bem drenada (Área D). Em cada área foi coletada oito amostras de solo, espaçado 10 m entre si, com auxílio de uma pá de corte, na camada de 0-10 cm. Cada amostra foi acomodada em sacos plásticos e levadas ao Laboratório de Solos da UTFPR, Campus Dois Vizinhos. No período de inverno foi registrado um acúmulo médio de 120 mm, enquanto na primavera registrou-se um acúmulo médio de 172 mm.

No laboratório, as amostras de solo foram peneiradas em malha 2,0 mm e acondicionadas em geladeira. O teor de Cmic e Nmic foi pelo método de fumigação e extração, conforme Embrapa (1997) e Embrapa (2007), respectivamente, enquanto para respiração do basal do solo seguiu-se a metodologia de Anderson (1982). Para os esporos foi utilizada a metodologia de peneiramento úmido (Gerdemann; Nicolson, 1963). Realizou-se a análise da variância e quando significativo efetuou-se o teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade com o programa SASM AGRI.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as amostragens de solo, inverno e primavera, o teor de Cmic, Nmic e RBS foram maiores no solo das áreas A e C (tabela 1), as quais são as áreas com maior saturação

de água, dando destaque para a área A que a saturação é quase constante, enquanto a C é intermediária, sendo que a anaerobiose favorece o acúmulo da matéria orgânica e consequentemente o aumento dos nutrientes do local (Mello et al, 2015).

Tabela 1. Teor de Cmic, Nmic, RBS e esporos em solos hidromórficos no Sudoeste do PR. Dois Vizinhos, 2019.

Área	Inverno				Primavera			
	Cmic	Nmic	RBS	Esporos	Cmic	Nmic	RBS	Esporos
	-------- $mg.kg^{-1}$ --------		$mgC\text{-}CO_2.kg^{-1}$	$un.50ml\ solo^{-1}$	-------- $mg.kg^{-1}$ --------		$mgC\text{-}CO_2.kg^{-1}$	$un.50ml\ solo^{-1}$
A	563,5 a	483,8 a	1672,7 a	258,2 a	394,1 a	457,9 a	1510,1 a	91,8 c
B	181,4 c	295,0 ab	217,6 c	140,4 b	248,7 b	161,4 b	309,1 c	176,1 b
C	403,0 b	309,9 ab	661,5 b	172,5 ab	285,2 ab	511,5 a	628,9 b	102,4 c
D	202,8 c	219,4 b	152,1 c	239,0 a	304,0 ab	364,1 ab	254,1 c	237,6 a

Legenda: Letras iguais minúsculas nas colunas, possuem médias estatisticamente iguais a Tukey ao nível de 5%. Cmic: carbono microbiano; Nmic: nitrogênio microbiano; RBS: respiração basal do solo.

A área B é mais drenada que as áreas A e C, sendo saturada por água apenas quando o rio sai do seu curso natural, além de ser mais antropizada. Isso explica o menor teor de C e N mic, bem como a menor atividade biológica. Em ambas as coletas a área D (área controle) apresentou menores teores de C e N mic e RBS, por ser uma área bem drenada, tem menor umidade e consequente acúmulo de MOS, o que diminui a atividade biológica. Quanto maior a umidade e teor de material orgânico, mais rápida sua decomposição pelos microrganismos, contribuindo na correlação positiva entre C e N mic e a umidade (Almeida et al, 2009).

No inverno, foram encontrados mais esporos nas áreas na área A e D. Nesse período houve pouca pluviosidade, o que permitiu que os solos hidromórficos não ficassem saturados com água, favorecendo o desenvolvimento de fungos. A concentração de esporos varia de acordo com a pluviosidade da estação, onde a umidade favorece a germinação dos esporos (Scabora et al, 2011). Já na segunda coleta ocorreram maiores precipitações, levando a inundação das áreas mal drenadas, o que fez com que os maiores valores de esporos fossem encontrados nas áreas com boa drenagem, como a área controle (D) e a área B. Segundo Nozaki (2004), a presença de esporos de fungos aumenta nos períodos mais secos, o que explica ser encontrado mais esporos em áreas sem acúmulo de água.

Destaca-se que a área D apresentou maior estabilidade nas avaliações microbianas do solo em ambas as épocas de coleta, indicando que solos que não tem influência de oscilação do lençol freático possuem menor atividade biológica, porém constante, diferente de

[1]Acadêmica de Engenharia Florestal, UTFPR – Dois Vizinhos-PR, Estrada para Boa Esperança km 04 São Cristóvão, amaanda.23@hotmail.com, isa_peppe@hotmail.com.
[2]Professor Doutor, UTFPR – Dois Vizinhos-PR, epocojeski@gmail.com, carloscasali@utfpr.edu.br.
[3]Mestrado em Agroecossistemas, UTFPR – Dois Vizinhos-PR, jessicamviceli@gmail.com.

ambientes com oscilação do lençol freático que possuem maior atividade biológica, mas que oscilam com os períodos de pluviosidade e consequente flutuação do lençol freático.

CONCLUSÕES

Os solos hidromórficos possuem maior atividade microbiana que solos drenados, porém são sensíveis a oscilação do lençol freático, criando maior variação nessa atividade no decorrer do ano.

REFERÊNCIAS

Almeida, D., Filho, O. K., Felipe, A. F., Almeida, H. C., Carbono, nitrogênio e fosforo microbiano do solo sob diferentes coberturas em pomar de produção orgânica de maçã no sul do Brasil, Scielo - Bragantia vol.68 no.4 Campinas, 2009. Disponível em: http://dx.doi.org/10.1590/S0006-87052009000400028. Acesso em: Mar, 2019.

Anderson, J.P.E. Soil respiration. In: Page, A.L.; Miller, R.H.; Keeney D.R. (eds.). Method of analysis. 2ed. part 2. Madison, American Society of Agronomy. Soil Science Society of América. p.831-871. 1982.

Embrapa CNPAB - Determinação do carbono da biomassa microbiana do solo, método da fumigação-extração, Seropédica, RJ. 1997, Disponível em:< https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/27227/1/doc037.pdf?fbclid=IwAR16Hij61PTBuakA7q2mGw99yyMgekkoTW_y0rLpwWng3mg0g1EUbCQNdsM>, Accesso em: Mar, 2019.

Embrapa Agrobiologia, - Determinação do Nitrogênio da biomassa microbiana do solo (BMS-N), Comunicado Técnico 96 - Seropédica, RJ, 2007. Disponível em: < https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAB-2010/34388/1/cot096.pdf?fbclid=IwAR3Iv8CVcKPycYy7cS58bJ_B1ZfN8lGw7cNS5RtG1F4230juxI6mRz6UQ6E> Acesso em: Mar,2019.

Gerdemann, J. W; Nicolson, T. H. Spores of mycorrhizal endogohe species extracted from soil by wet sieving and decanting, Transactions of the Britishmycological society, Cambridge, v. 46, n 2, p. 235-244, 1963.

Junk, W. J. et al. Definição e classificação das Áreas Úmidas (AUs) brasileiras: base científica para uma nova política de proteção e manejo sustentável. Cuiabá, INAU, 2012. Disponível em: <http://www.inau.org.br/classificacao_areas_umidas_completo.pdf>. Acesso em: fev, 2019.

Marrenjo GJ, Pádua EJ, Silva CAS, Soares PC, Zinn YL. Impactos do cultivo por longo tempo de arroz inundado em Gleissolos. Pesq. agropec. Bras, 2016, 51:967-977.

Mello JM, Couto EG, Amorim RSS, Chig LA, Johnson MS, Lobo FA. Dinâmica dos atributos físico-químicos e variação sazonal dos estoques de C no solo em diferentes fitofisionomias do pantanal norte mato-grossense. Rev. Árvore, 2015.

Nozaki MH, Camargo M, Barreto M. Caracterização de Diaporthe citri em Diferentes Meios de Cultura, Condições de Temperatura e Luminosidade. Fitopatol. Bras., 2004, 29:429-432.

Osaki F. Distribuição espacial de microrganismos e fertilidade em solos de dois ecossistemas florestais: floresta ombrófila mista e povoamento florestal com *pinus* taeda l. em tijucas do sul-pr. Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal. Curitiba, 2008.

Rosa, D. B., Neto, M. R. H., Castilhos, D. D., Pauletto, E. A., Castilhos, L. H. R. M. V., - Biomassa microbiana e respiração basal de um solo construído e submetido a diferentes cultivos na área de mineração de carvão de candiotas/RS, - III Congresso Brasileiro de carvão mineral, Gramado-RS, 2011.

Scabora MH, Maltoni KL, Cassiolato AMR. Associação micorízica em espécies arbóreas, atividade microbiana e fertilidade do solo em áreas degradadas de cerrado. Ciência Florestal, 2011, 21:289-301,

A UMIDADE DO SOLO INFLUENCIA A AVALIAÇÃO VISUAL DA ESTRUTURA DO SOLO?

Bruna Emanuele Schiebelbein[1], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Luis Miguel Schiebelbein[2], Regiane Kazmierczak[1], Lúcia Helena Wiechetek[1]

RESUMO: A avaliação visual da estrutura do solo (VESS) é utilizada para avaliar o impacto do manejo sobre a qualidade estrutural do solo. Embora seja de fácil realização, a umidade do solo no momento da execução da técnica pode influenciar os resultados e conduzir a erros de interpretação. O objetivo do trabalho foi verificar a influência da umidade do solo no momento da determinação da qualidade estrutural do solo pela metodologia VESS, com o intuito de demonstrar a importância de padronizar a umidade do solo no momento das leituras e definir um protocolo seguro para a execução dessa rotina no campo. O estudo foi realizado em um Latossolo vermelho, de textura média situado na Fazenda Escola "Capão da Onça" da Universidade Estadual de Ponta Grossa - Paraná. A avaliação visual da estrutura do solo foi determinada em 20 pontos e em três condições de umidades distintas. Os dados foram submetidos a análise estatística descritiva e comparados pelo intervalo de confiança das médias a 5% de probabilidade. Com a redução da umidade do solo ocorreu aumento crescente dos escores visuais de qualidade do solo, indicando a necessidade de padronizar a umidade do solo para realização da análise.
PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do solo, VESS, escores visuais

INTRODUÇÃO

Os métodos de avaliação visual da estrutura do solo são considerados avaliações com teor prático e objetivo para verificar a qualidade física do solo, fornecendo suporte para seleção de práticas mecânicas e biológicas adequadas e capazes de melhorar as condições do solo para o crescimento das plantas (Ball et al., 2017). Nesta avaliação torna-se possível ainda, detectar mudanças na qualidade estrutural do solo, demostrando o seu potencial para realização de avaliações de monitoramento do solo, reduzindo as chances de desenvolver limitações físicas que influenciem negativamente o crescimento das plantas (Ball et al., 2017).

Uma das grandes limitações da utilização da metodologia é definir o momento adequado para sua realização. Um dos principais pontos levantados para a realização da

[1]Discentes, UEPG, bruna0736@gmail.com, regikazi@hotmail.com, luwick@gmail.com.
[2]Docente, UEPG, neydegiarola@gmail.com, lmschiebelbein@uepg.br.

análise é a exigência de novos estudos sobre a aplicabilidade do método e a influência dos fatores como a umidade e textura do solo, na atribuição dos escores visuais (Guimarães et al., 2017). Portanto, o objetivo deste trabalho foi verificar a influência da umidade na atribuição dos escores visuais pela metodologia da avaliação visual da estrutura do solo (VESS).

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo está localizada na Fazenda Escola "Capão da Onça" (FESCON), pertencente a Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), situada no município de Ponta Grossa, Paraná (25° 5'48,06" S e 50° 2'46,23" O), a uma altitude média de 1020 m.

O estudo foi realizado de Latossolo Vermelho, com textura franco-argilo-arenosa (323,750 g kg^{-1} de argila, 154,256 g kg^{-1} de silte e 521,994 g kg^{-1} de areia), cultivados no sistema plantio direto há mais de 25 anos.

A avaliação visual da estrutura do solo (VESS) (Ball et al., 2017), foi determinada em três épocas distintas, conforme variavam as condições de umidade gravimétrica do solo (U1- solo mais seco; U2- umidade intermediária; U3- solo mais úmido). Foram avaliados vinte pontos distribuídos em malha rígida de 5 x 4 m, com espaçamento entre linhas de 40 m e espaçamento entre pontos de 10 m de distância, formando um grid de amostragem.

Para a avaliação visual da estrutura do solo, foram abertas, com o auxílio de uma pá reta, mini-trincheiras de 0,30 m de largura por 0,40 m de comprimento e 0,30 m de profundidade, para a extração de amostras indeformadas (blocos). A avaliação da estrutura do solo baseou-se na aparência, na resistência e nas características das unidades estruturais do solo, sendo definida por cinco escores visuais (Ev) para a classificação da qualidade: de Ev = 1 (melhor qualidade estrutural) a Ev = 5 (pior qualidade estrutural) (Ball et al., 2017).

Os dados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk, e para avaliar a diferença dos escores visuais nas diferentes condições de umidades na área, adotou-se como critério o intervalo de confiança calculado a 95% de probabilidade, utilizando a distribuição *t* de Student. Na ausência de sobreposição entre os limites superiores e inferiores, considerou-se que as médias populacionais de cada área diferem entre si com 95% de confiança.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise de normalidade realizada, os dados não apresentaram distribuição normal. Na Figura 1, pode-se observar que a umidade U1 se diferenciou estatisticamente das

umidades U2 e U3, confirmando que, para este tipo de solo e textura, uma variação de aproximadamente 11 kg kg^{-1} já é suficiente para alterar os escores visuais obtidos pelo método VESS.

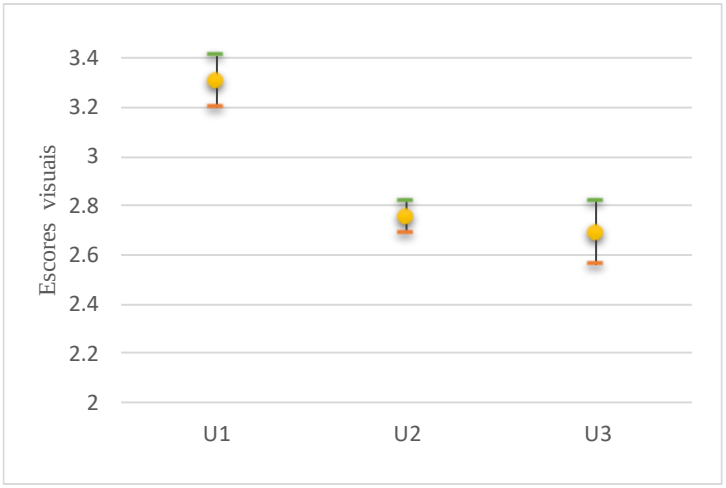


Figura 1: Intervalo de Confiança nas diferentes codições de umidades analisadas.

A semelhança entre os escores das umidades U2 e U3 na avaliação do VESS sugere que a avaliação foi realizada em épocas próximas, não sendo suficiente para alterar os escores visuais.

É observado ainda, uma tendência dos escores aumentarem com a redução do teor de umidade presente no solo (Figura 2), isso porque os agregados tornam-se mais difíceis de serem rompidos, necessitando uma aplicação de força maior para rompe-los, conforme foi observado no trabalho de Guimarães et al. (2017).

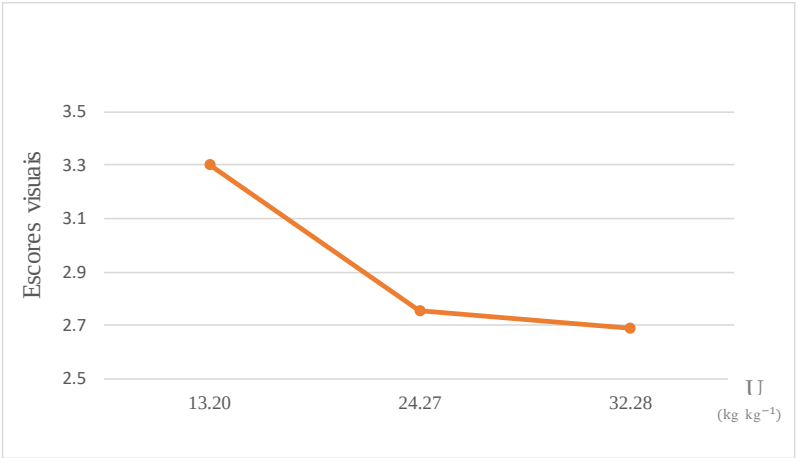


Figura 2: Relação entre os escores visuais e a umidade gravimétrica.

No momento da avaliação visual foi possível constatar que havia influência da umidade do solo nesta avaliação (Figura 3), o que foi confirmado pelo resultado estatístico.

[1]Discentes, UEPG, bruna0736@gmail.com, regikazi@hotmail.com, luwick@gmail.com.
[2]Docente, UEPG, neydegiarola@gmail.com, lmschiebelbein@uepg.br.

Figura 3: Estrutura do solo nas três condições de umidades avaliadas.

Utilizando a tabela proposta por Ball et al., (2007), que enquadra os valores mínimos de escores visuais para produtividade agrícola sem a necessidade de interferência para melhorar a qualidade estrutural do solo, pode-se concluir que necessita-se de melhorias a longo prazo no manejo do solo nesta área.

CONCLUSÕES

A umidade do solo influenciou os resultados da avaliação visual da estrutura do solo, demostrando a importância em padronizar a umidade do solo para a realização desta análise, sendo que a diminuição da umidade ocasiona o aumento dos escores visuais.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq e a UEPG por disponibilizarem recursos físicos e financeiros para a realização deste trabalho.

REFERÊNCIAS

Ball BC, Batey T, Munkholm LJ. Field assessment of soil structural quality - a development of the Peerdklamp test. Soil Use Manage. 2007; 23:329-337. http://dx.doi.org/10.1111/j.1473-2743.2007.00102.

Ball BC, Guimarães RML, Cloy JM, Hargreaves PR, Sheperd TG, McKenzie BM. Visual soil evaluation: A summary of some applications and potential developments for agriculture. Soil Till Res. 2017; 173:114-124. http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2016.07.006

Embrapa Solos. Manual de Métodos de Análise de Solos. 2° ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos; 2011.

Guimarães RML, Lamandé M, Munkholm LJ, Ball BC, Keller T. Opportunities and future directions for visual soil evaluation methods in soil structure research. Soil Till Res. 2017; 173:104-113. http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2017.01.016.

ACÚMULO DE NUTRIENTES EM GRÃOS DE SOJA SOB INFLUÊNCIA DE PLANTAS DE COBERTURA DE INVERNO E SISTEMAS DE MANEJO

Raquel da Silva Bartolomeu[1], Carlos Alberto Casali[2], Bruna Schneider Guimarães [3], Tales Tiecher[4], Lutécia Beatriz dos Santos Canalli[5]

RESUMO: Os sistemas de cultivo afetam diretamente a qualidade dos solos já que estão diretamente relacionados com o manejo do solo onde, manejos mais conservacionistas apresentam solos melhores. Devido aos altos investimentos feitos nas lavouras de grãos em adubação e insumos, a qualidade dos grãos vem se tornando cada vez mais importante, o presente trabalho buscou analisar o acúmulo de nutrientes em grãos de soja influenciados pela presença de plantas de cobertura em plantio direto e plantio convencional. Neste estudo, as plantas de cobertura afetaram de maneira igual os sistemas de cultivo porém, o sistema de plantio direto (SPD) se sobressai ao sistema de plantio convencional (SPC) em oitenta porcento dos nutrientes analisados.

PALAVRAS-CHAVE: adubação, sistemas de cultivo, análise de grãos.

INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto (SPD) é um sistema conservacionista baseado nos pilares do mínimo revolvimento do solo, da rotação de cultura e da permanência de palha na superfície do solo. Em áreas de produção de grãos ele veio para substituir o sistema de plantio convencional (SPC) que utiliza práticas de preparo de solo como aração e gradagem.

De acordo com Pires et. al. (2008), um SPD eficiente está ligado diretamente a quantidade e qualidade de matéria seca que se mantém disponível no solo para o aproveitamento da cultura posterior, além de que a cobertura do solo auxilia no controle de processos erosivos e melhora a qualidade físico-química. Para tanto, no SPD é fundamental o cultivo de plantas de cobertura em sucessão a cultivos comerciais. Segundo Lamas et. al. (2017), as plantas de cobertura são grandes fornecedoras de palha no SPD e protegem o solo contra processos erosivos, lixiviação de nutrientes e auxiliam no manejo de pragas e doenças da cultura.

[1]Acadêmica de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, raqbartolomeu@gmail.com
[2]Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Ciências do Solo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – Paraná.

Além da produtividade, o acúmulo de nutriente nos grãos de soja também deve ser considerado, pois a exportação de nutrientes é critério para recomendação de adubação para culturas juntamente com a disponibilidade de nutrientes no solo. Assim, compreender os efeitos que sistemas de manejo de solo e plantas de cobertura de inverno tem sobre o acúmulo de nutrientes nos grãos de culturas comerciais é fundamental para otimizar o uso de fertilizantes dentre dos sistemas de produção. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de sistemas de manejo de solo e de plantas de cobertura de inverno sobre o acúmulo de nutrientes nos grãos da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no ano de 1986 na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR) no município de Pato Branco, Sudoeste Paranaense, sobre um Latossolo Vermelho de textura argilosa. Os tratamentos consistiram nas seguintes plantas de cobertura de inverno: ervilhaca peluda (*Vicia villosa Roth*) + aveia (*Avena sativa*), aveia branca (*Avena sativa*), azevém (*Lolium multiflorum*), centeio (*Secale cereale*), ervilhaca comum (*Vicia sativa*), ervilhaca peluda (*Vicia villosa Roth*), nabo forrageiro (*Rhaphanus sativus L.*), tremoço branco (*Lupinus albus*) + aveia (*Avena sativa*), tremoço azul (*Lupinus angustifolium*), trigo (*Triticum spp*) e duas parcelas em pousio onde, uma delas foi limpa com herbicida. Todas esses tratamentos são manejados sob SPD e SCC, que consiste em uma aração e duas gradagens antes de cada cultivo. No período do verão sempre foram implantadas as culturas do milho ou soja. O experimento está sob delineado sob blocos ao acaso com três repetições e parcelas subdivididas.

No presente trabalho as plantas de cobertura foram implantadas em junho de 2017, sem utilização de fertilizantes. Elas foram manejadas até outubro de 2017 quando foram dessecadas e implantada a cultura da soja. A cultura foi implantada utilizado fertilizante NPK com formulação 2-28-20 na dose de 300 kg ha^{-1}. A cultura manejada seguindo as recomendações agronômicas, com controle de plantas daninhas, pragas e doenças quando necessário com uso de defensivos agrícolas.

Em fevereiro de 2018, quando a cultura atingiu a maturação, realizou-se a avaliação da sua produtividade de grãos. Após, amostras dos grãos foram enviados à Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV), onde foram secas a 65°C em estufa de ventilação forçada e moídas em moedor de tecido vegetal. Analisou-se os teores de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) seguindo as metodologias de Tedesco et. al, (1995). Após a realização das análises os

dados foram analisados pelo programa RBio, onde foi submetido a análise de variância e quando significativo foi aplicado o teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao analisar os teores de P, K, N, Ca, Mg dos grãos de soja cultivada sobre resíduos de plantas de cobertura de inverno não foi verificado variação estatística significativa, mostrando que a presença de plantas de cobertura independente da espécie mantem os mesmo teores nutricionais.

Já quando os valores foram submetidos ao teste de Scott-Knott para observar a variância entre SPD e SPC (Tabela 1) foi possível observar que os valores de P, K, Ca e Mg no SPD apresentam médias de dados maiores do que os valores em SPC, além disso, a variância dos teores de N dos grãos em SPD e SPC não apresentaram variação estatística significativa, sendo a soja uma cultura de grande importância na ciclagem de nitrogênio esse dado mostra que o fator acontece independente do sistema de cultivo.

Tabela 1 – Teores de N, P, K, Ca, Mg em grãos de soja cultivada sobre resíduos de plantas de cobertura de inverno manejadas sob SPD e SPC.

Tratamentos	**P_2O_5**	**K_2O**	**N**	**Ca**	**Mg**
		Kg/t^{-1}			
SPD	9,99 a	21,34 a	69,47^{NS}	1,75 a	2,23 a
SPC	9,01 b	20,28 b	69,73^{NS}	1,64 b	2,10 b
CV (%)	16,28	8,04	8,23	6,98	11,22

CONCLUSÕES

Conclui-se que as plantas de cobertura de inverno, independente da espécie não influenciaram o acúmulo de nutrientes nos grãos de soja, enquanto o Sistema Plantio Direto elevou o teor dos P, K, Ca e Mg comparativamente ao sistema de cultivo

[1]Acadêmica de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, raqbartolomeu@gmail.com
[2]Eng. Agrônomo, Prof. Dr. Ciências do Solo, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Dois Vizinhos – Paraná.

convencional.

REFERÊNCIAS

KURIHARA, C. H. Demanda de nutrientes pela soja e diagnose de seu estado nutricional. Dissertação de Doutorado – Programa de Pós Graduação em Solos e Nutrição de Plantas, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, fevereiro de 2004.

TEDESCO et al. Análises de Solo, Plantas e outros Materiais. Boletim técnico n°5, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, Brasil. 1995.

THIECER, Tales. Dinâmica do Fósforo em solo muito argiloso sob diferentes preparos de solo e culturas de inverno. Dissertação de Mestrado – Programa de Pós Graduação em Ciência do Solo, Área de Concentração em Processos Químicos e ciclagem de elementos, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, Rio Grande do Sul, fevereiro de 2011.

LAMAS, Fernando Mendes. Artigo: Plantas de cobertura: o que é isto? Revista digital EMBRAPA AGROPECUÁRIA OESTE. Dourados, Mato Grosso do Sul. Setembro de 2017. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/28512796/artigo---plantas-de-cobertura-o-que-e-isto

CLASSIFICAÇÃO DE IMAGENS DO SENSORIAMENTO REMOTO PARA FINS DE MAPEAMENTO DE SOLO

Leonardo Tullio[1],Weverton Carlos Ferreira Trindade[2]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi explorar as diversas ferramentas do *software* GIS Quantum GIS (QGIS 3.0.1), utilizando estas ferramentas para visualizar e manipular dados espaciais (vetores e rasters) e classificar imagens de satélites orbitais para fins de mapeamento de solo. Como resultado, foram gerados mapas da cidade de Ponta Grossa (Paraná) referentes ao Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) e à classificação da cobertura da terra utilizando o complemento *Semi-automatic Classification Plugin*. As ferramentas disponíveis no QGIS se mostraram eficazes na classificação e análise da vegetação e mapeamento do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Classes; QGIS; Mapas.

INTRODUÇÃO

Uma das formas de identificar e classificar os pixels de uma imagem de satélite é através da classificação supervisionada, onde o usuário identifica alguns dos pixels pertencentes às classes desejadas (áreas de treino) e o software localiza todos os demais pixels pertencentes àquelas classes (GANAN et al., 2005). Uma das ferramentas disponíveis para este tipo de classificação é o *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) (CONGEDO, 2018), um complemento para o software de uso livre QGIS.

O SCP tem sido amplamente utilizado nos mais diversos campos de estudo, como por exemplo análise de catástrofes ambientais (VIEIRA; TEODORO; GOMES, 2016) e impactos ecológicos (POTIĆ et al., 2017), efeitos da urbanização (DARMANTO; VARQUEZ; KANDA, 2017) e análise de áreas agrícolas (ESCOLÀ et al., 2017). O objetivo deste trabalho foi explorar as diversas ferramentas do *software* GIS Quantum GIS (QGIS 3.0.1), utilizando estas ferramentas para visualizar e manipular dados espaciais (vetores e rasters) e classificar imagens de satélites orbitais para fins de mapeamento do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Download e Pré-processamento das imagens

1Doutorando, UFPR, Curitiba-PR. leonardo.tullio@outlook.com
[2] Mestrando, UEPG, Ponta Grossa-PR.

A classificação supervisionada e o cálculo do Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI) foram realizados com base em imagens do Satélite Landsat 8 OLI, que conta com 12 bandas espectrais com resoluções de 15 metros (banda pancromática), 100 metros (bandas de infravermelho 1 e 2) e 30 metros (demais bandas).

O processamento, classificação e análise das imagens foram realizados no software QGIS 3.0.1, por meio do complemento *Semi-Automatic Classification Plugin* (SCP) 6.2.2.

No SCP, as imagens foram pré-processadas, onde foi realizada a conversão dos valores das bandas espectrais de *Digital Number* (DN) para *Top Of Atmosphere (TOA)* reflectance e a temperatura das bandas termais para graus Celsius. Como sugerido por Song et al. (2001), não foi realizada a correção atmosférica, já que o estudo não envolveu comparação de tempos ou lugares diferentes. Após o pré-processamento, as imagens foram cortadas utilizando um *shapefile* dos limites da cidade de Ponta Grossa.

Índice de Vegetação por Diferença Normalizada (NDVI)

Para cálculo do NDVI foram utilizadas as bandas vermelha (*Red*) e Infravermelha próxima (*NIR*). O cálculo foi feito utilizando a calculadora Raster, segundo a fórmula:

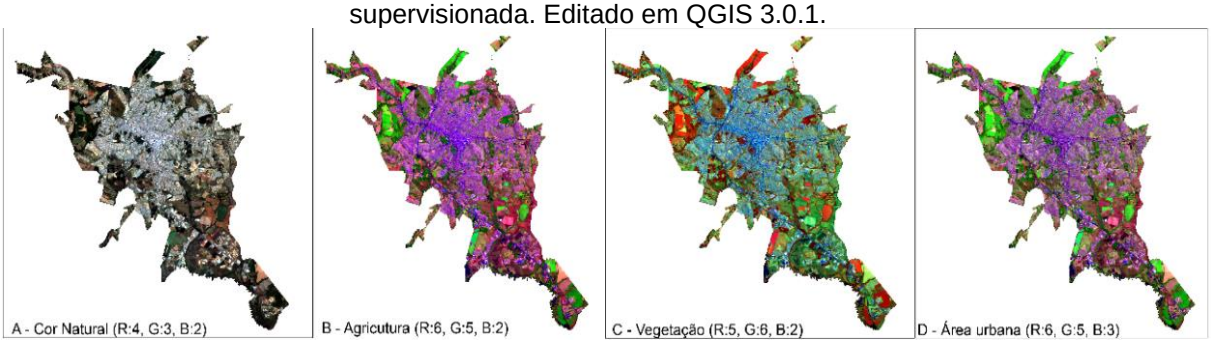
$$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$$

Classificação Supervisionada

A metodologia de classificação foi feita seguindo o manual criado por Araújo (2015), usando as classes e cores RGB do II Nível de Classes de Cobertura e Uso do Solo do IBGE (IBGE, 2006).

Conforme sugerido por Butler (2013) e Peters (2015), além da combinação RGB 4-3-2 para cor natural, foram usadas as combinações 6-5-2 para diferenciação e classificação de áreas agrícolas; 6-5-4 e 5-6-2 para diferenciação e classificação de vegetações, principalmente para diferenciar florestas de campo; 5-6-4 para classificação de corpos d'água; e 6-5-3 para classificação da área urbana (Figura 1).

Figura 1. Diferentes composições de bandas utilizadas para coleta de amostras na classificação supervisionada. Editado em QGIS 3.0.1.



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Classificação supervisionada

Utilizando as ferramentas de criação de ROI (*Region of interest*) por pontos e polígonos, foram coletados como amostra 1118 pixels de área urbanizada, 14817 pixels de lavoura, 3113 pixels de área florestal, 2027 pixels de área campestre e 308 pixels de corpos d'água continentais. A Figura 2 mostra as características espectrais (*signatures*) de cada tipo de amostra. A área urbanizada possuiu uma maior diversidade de valores espectrais, com média de desvio padrão de 0.037 para as 6 bandas, enquanto as amostras de corpos d'água apresentaram a menor diversidade, com média de desvio padrão de 0.012.

Figura 2. Plot das características (signatures) espectrais dos 5 tipos de amostras.

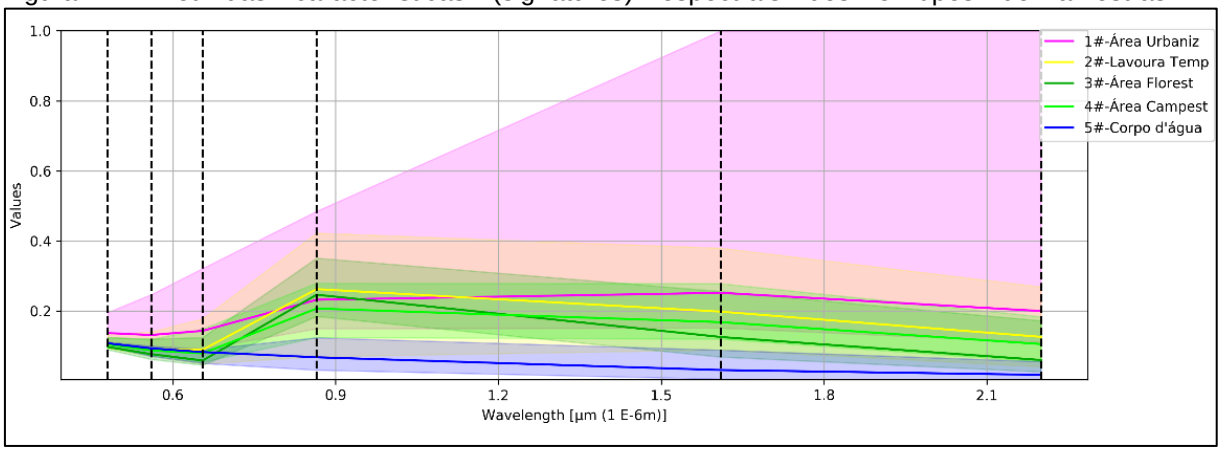
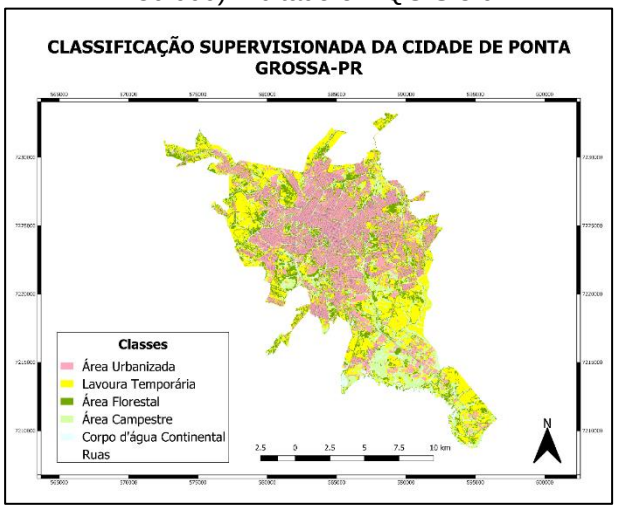


Figura 3. Resultado final da classificação (Raster) (Projetado em SAD69/ UTM 22S com escala 1:130 000). Editado em QGIS 3.0.1



De acordo com os dados gerados pelo algoritmo GRASS "*r.report*", a área urbanizada cobre 68 km^2 da cidade, lavouras cobrem 61 km^2, áreas florestais 37 km^2, áreas

1Doutorando, UFPR, Curitiba-PR. leonardo.tullio@outlook.com
[2] Mestrando, UEPG, Ponta Grossa-PR.

campestres 32 km^2 e corpos d'água 2 km^2. O mapa final, com os vetores de ruas e bacias hidrográficas incorporados, pode ser visualizado na Figura 3.

CONCLUSÃO

As ferramentas disponíveis no QGIS se mostraram eficazes na classificação e análise da vegetação e mapeamento do solo. Em relação a classificação supervisionada, o resultado se mostrou satisfatório, apesar do algoritmo classificar algumas áreas erroneamente, principalmente em relação a área urbana, que apresenta uma enorme diversidade de valores espectrais.

REFERÊNCIAS

ARAÚJO, M. P. DE. **QGIS: Classificação Supervisionada de Imagens Orbitais com o Semi-Automatic Classification Plugin**. Disponível em: <http://qgisbrasil.org/blog/2015/08/18/qgis-classificacao-supervisionada-de-imagens-orbitais-com-o-semi-automatic-classification-plugin/>. Acesso em: 8 março. 2019.

BUTLER, K. **Band Combinations for Landsat 8**. Disponível em: <https://www.esri.com/arcgis-blog/products/product/imagery/band-combinations-for-landsat-8/>. Acesso em: 8 março. 2019.

CONGEDO, L. **Semi-Automatic Classification Plugin Documentation**. Disponível em: <https://fromgistors.blogspot.com/p/user-manual.html?spref=scp>. Acesso em: 10 março de 2019.

DARMANTO, N. S.; VARQUEZ, A. C. G.; KANDA, M. Urban roughness parameters estimation from globally available datasets for mesoscale modeling in megacities. **Urban Climate**, v. 21, p. 243–261, set. 2017.

ESCOLÀ, A. et al. Using Sentinel-2 images to implement Precision Agriculture techniques in large arable fields: First results of a case study. **Advances in Animal Biosciences**, v. 8, n. 02, p. 377–382, 1 jul. 2017.

GANAN, J. R. et al. Mapeamento da cultura da soja com imagens Landsat 5/TM utilizando algoritmos de classificação supervisionada. **Anais XII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto**, 2005.

IBGE. **Manual Técnico de Uso da Terra**. 2. ed. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2006.

PETERS, J. **The Many Band Combinations of Landsat 8**. Disponível em: <https://www.harrisgeospatial.com/Learn/Blogs/Blog-Details/TabId/2716/ArtMID/10198/ArticleID/15691/The-Many-Band-Combinations-of-Landsat-8.aspx>. Acesso em: 8 abril. 2019.

POTIĆ, I. M. et al. Remote sensing role in environmental stress analysis: East Serbia wildfires case study (2007–2017). **Journal of the Geographical Institute'Jovan Cvijic**, v. 67, n. 3, p. 249–264, 2017.

VIEIRA, D.; TEODORO, A.; GOMES, A. Analyzing land surface temperature variations during Fogo Island (Cape Verde) 2014-2015 eruption with Landsat 8 images. **Earth Resources and Environmental Remote Sensing/GIS Applications**, 2016.

PROPRIEDADES ELETROQUÍMICAS DE SOLOS ARENOSOS

Lucas Augusto de Assis Moraes[1], Juliana Gimenes de Moraes[2], Tamires Firmino[3], João Tavares Filho[4].

RESUMO: A baixa reatividade dos solos arenosos aumenta a necessidade de manejos que melhorem seus teores de matéria orgânica. Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi analisar os efeitos de diferentes sistemas de reforma canavieira (convencional, com soja e adubo verde) nos teores de matéria orgânica e substâncias húmicas, e a relação destas, com as propriedades eletroquímicas e químicas de solo arenoso. Nossos resultados permitem concluir que a área com adubo verde, ocorreu incremento significativo dos teores de COT, AF e AH, e diminuiu o grau de floculação (GF). Além disso, o COT, AF e AH apresentaram correlações significativas com os pH, ▲pH, PCZestimado, GF e CTC.

PALAVRAS-CHAVE: Cana-de-açúcar; Eletroquímica; Matéria orgânica.

INTRODUÇÃO

Os solos arenosos apresentam baixa área de superfície específica e, portanto, de baixa reatividade e capacidade de retenção de cátions. Dessa forma, promover o aumento da reatividade destes solos, seria fundamental para melhoria das propriedades físicas, químicas e biológicas dos mesmos.

Nesse sentido, ações de manejo de com usos de adubos verdes podem ser alternativas para a melhoria da qualidade de solos arenosos, pois, a elevada quantidade de solo matéria orgânica adicionada por estas plantas ao solo condiciona a presença de substâncias húmicas como os ácidos fúlvicos, ácidos húmicos e humina (Fontana et al., 2006; Rosa et al., 2017). Estas substâncias, tendem a gerar cargas no solo, e assim, aumentar a reatividade das partículas, devido a elevada concentração de grupos funcionais carboxílicos e fenólicos, além de uma baixa constante de dissociação e característica anfótero (Sposito 2008; Dick et al., 2009).

Segundo Rosa et al. (2017) o uso de adubos verdes aumenta os teores das substâncias húmicas em relação a áreas sem uso de adubos verdes. Canellas et al (2007) indicaram correlação positiva entre as substâncias húmica e a CTC.

Posto isto, esta pesquisa tem por objetivo analisar os efeitos de diferentes sistemas de reforma (convencional, com soja e adubo verde) nos teores de matéria orgânica e substâncias húmicas, e a relação destas, com as propriedades eletroquímicas e químicas de solo arenoso.

[1]Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Moraes1002@gmail.com .
[2]Discente do curso de Agronomia, UEL, juliana.gmuel@gmail.com ; [3]Mestranda em Agronomia, IAPAR, tamiresfirmino.tf@gmail.com ; [4]Prof. Dr. Depto de Agronomia, UEL, tavares@uel.br .

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado em áreas pertencentes a Usina Da Mata, localizada em Valparaíso-SP. Dessa forma, foram selecionadas, em agosto de 2017, três áreas de (4º Ciclo; 5 anos após a reforma) com diferentes tipos de reformas: **I)** Reforma Convencional, com dessecação química da soqueira e posterior incorporação com gradagens pesadas e niveladoras, e sulcação; **II)** Reforma com Soja: sistema convencional e semeadura da soja; **III)** Reforma com Adubo Verde: após a dessecação da soqueira e gradagem, foi realizada a semeadura do adubo verde (*Crotalária juncea*), com posterior plantio direto da cana-de-açúcar. Como área testemunha, foi utilizado uma área de Mata Nativa; tendo as áreas classificadas com solos de textura arenosa ou areia franca. Em cada área, coletou-se oito amostras na camada de 0,00 – 0,10 m, em caminhamento zig-zag, a 0,25 cm do sulco.

As análises eletroquímicas e químicas de solo seguiram-se conforme Embrapa (2009). Já as substâncias húmicas (SH, AF, AH e HU), foram determinadas conforme metodologia de Benites et al (2003). E quanto, as análises estatísticas, estas foram executadas sob delineamento inteiramente casualizado, submetendo-se os dados a análise de variância (Teste F, p–valor<0,05) e comparando-se as médias pelo teste Tukey (p–valor<0,05). Também, foi realizada a correlação entre as substâncias húmicas e as propriedades eletroquímicas e químicas por meio da correlação de Pearson (p–valor < 0,05). Todas análises estatísticas foram realizadas com uso do software R (R Studio team, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pode ser observado (Figura 1, A, B e C) que após cinco anos da reforma do canavial, o uso de adubo verde incrementou os teores de COT e os de AF e AH, em relação ao sistema de reforma com soja e convencional. Entretanto, para HU, o sistema convencional apresentou teores semelhantes com o da Mata Nativa (Figura 1, D). Em relação à ADA e o GF, o sistema com uso de adubo verde foi o promotor dos menores valores de ADA e por conseguinte, o maior de GF (Figura 1, E e F). Quanto a relação entre as substâncias húmicas (SH) e as propriedades eletroquímicas, constatou-se que as frações mais reativas, AF e AH, inferem significativamente no balanço de cargas, retratadas pelas correlações negativas com o pH, ▲pH, PCZest., ADA e o GF. No que se refere as propriedades químicas, os ácidos de baixo peso molecular, AF e AH, demonstraram correlação positivas com a CTC: Efetiva e Potencial. De outro maneira, enquanto os AF e AH obtiveram maior correlação com cátions ácidos (H^+ e Al^{3+}) e cátions básicos monovalentes, a fração mais estável das SH, a HU apresentou correlação positiva com cátions básicos polivalentes (Tabela 1).

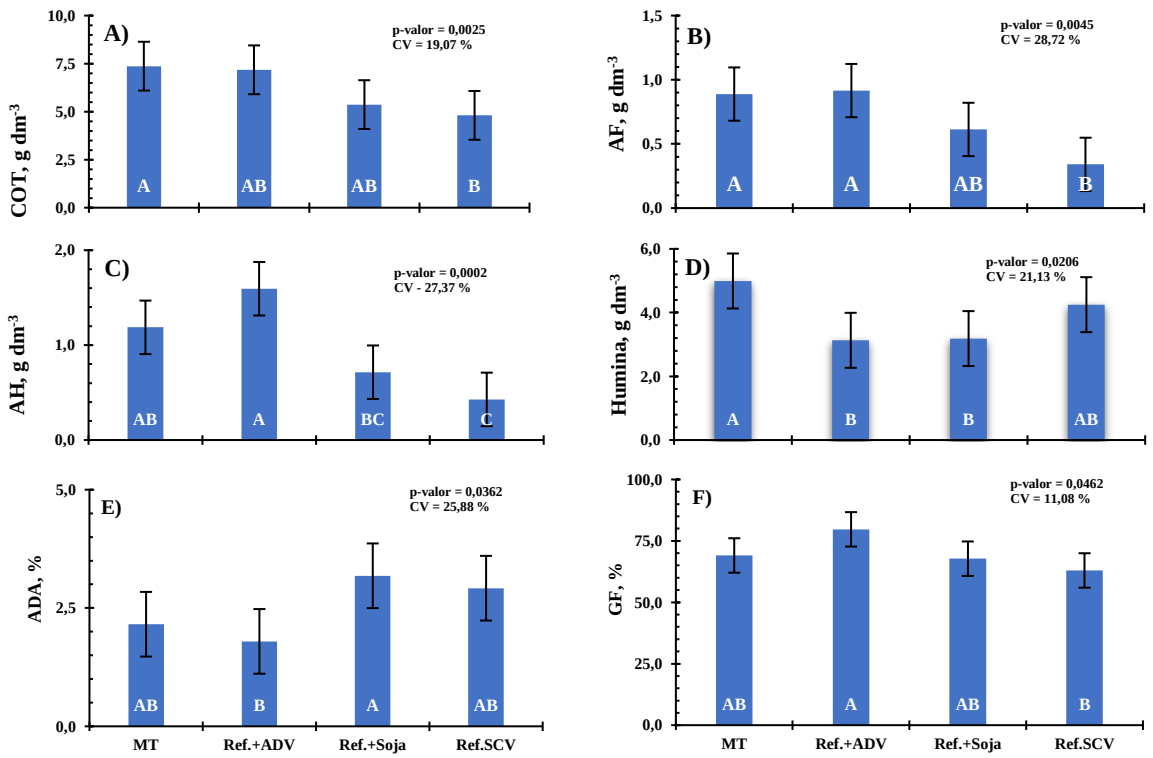


Figura 1. Diferentes sistemas de reforma de canavial (Com Adubo Verde, Soja e Sistema Convencional) e sua influência as substâncias húmicas (**A**, COT; **B**, Ácido Fúlvico; **C**, Ácido Húmico; e, **D**, Humina), na dispersão de argila **(E)** e no grau de floculação **(F),** na camada de 0,00 – 0,10 m, após cinco anos (4º Ciclo) da reforma. As barras indicam diferença média significativa. OBS: Ref.: reforma; ADV: Adubo verde; SCV: Convencional.

Tabela 1. Correlação entre as substâncias húmicas e as propriedades eletroquímicas e químicas do solo, após cinco anos de diferentes sistemas de reforma em cana-de-açúcar.

	Propriedades Eletroquímicas					**Propriedades Químicas**						
						CTC		**Cátions ácidos**		**Cátions básicos**		
	pH	**▲pH**	**PCZ**	**ADA**	**GF**	**t**	**T**	**Al^{3+}**	**H+Al**	**Ca^{2+}**	**Mg^{2+}**	**K^{+}**
COT	ns	ns	-0,51*	-0,44*	0,44*	0,68*	0,78***	ns	ns	0,50*	ns	0,90***
AF	-0,50*	-0,56*	-0,65**	-0,42*	0,49*	0,48*	0,74**	0,53*	0,62*	ns	ns	0,81***
AH	-0,74**	-0,43*	-0,74***	-0,47*	0,50*	ns	0,80***	0,65**	0,87**	ns	-0,58*	0,83***
HU	ns	ns	ns	ns	ns	0,74**	0,55*	ns	ns	0,72**	0,59*	ns

Correlação de Pearson (r^2), p-valor < 0,05. Observação: (*), (**), (***) e ns, respectivamente, significativos a: < 0,05, < 0,01, < 0,001 e não significativo. Análises: pH $CaCl_2$; ▲pH e PCZestimado, calculados respectivamente: (pH KCl – pH H_2O) e (2*pH KCl – pH H_2O). Análises: Al^{3+}, Ca^{2+} e Mg^{2+}, extraídos com KCl 1 mol L^{-1}; K^{+}, extraído com Mehlich-1; e, t = CTC Efetiva; T = CTC Potencial; V% = Saturação por bases.

Os teores de COT, AF e AH na área de reforma com adubo verde, pode ser relacionado a decomposição e a humificação da cobertura vegetal na superfície do solo ao longo do tempo. Isso porque, o plantio do canavial foi realizado em modo plantio direto nesta área. Segundo Rosa et al (2017) a não incorporação dos adubos verdes permiti uma decomposição mais lenta, e, portanto, prolongando a presença das SH, como AF e AH, no solo (Figura 1, A, B e C). Já a maior quantidade de HU no sistema convencional de reforma, evidencia que em função do baixo aporte de matéria orgânica no período de reforma, somada a uma condição edafoclimática de solos arenosos e altas temperaturas, isto tende a catalisar decomposição da matéria orgânica. Nesse sentido, o que infere em uma menor relação O:C

[1]Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina – UEL, Moraes1002@gmail.com .
[2]Discente do curso de Agronomia, UEL, juliana.gmuel@gmail.com ; [3]Mestranda em Agronomia, IAPAR, tamiresfirmino.tf@gmail.com ; [4]Prof. Dr. Depto de Agronomia, UEL, tavares@uel.br .

e maior relação H:C, devido a oxidação da matéria orgânica (Dick et al., 2009) constituindo uma estrutura mais humificada e de maior estabilidade e teores no solo.

Sobre a relação das substâncias húmicas e as propriedades eletroquímicas, é necessário considerar fatores como a elevada área de superfície específica da matéria orgânica e a alta concentração da grupos funcionais carboxílicos e fenólicos dos AF e AH (Sposito, 2008). Desse modo, os AF e AH, tendem a gerar cargas e por conseguinte, alterar o balanço de cargas nas partículas. Logo, promovendo efeitos significativos ao pH, ▲pH, PCZ, ADA e o GF. E acerca da correlação dos AF e AH com cátions ácidos e básicos monovalentes, isto talvez esteja ligada – como discutido, a elevada reatividade destas frações húmicas. Assim, alta quantidade cargas negativas produzida pelos AF e AH, denotam uma forte interação destas frações com os íons citados (Diehl et al., 2008). Por outro lado, a forte correlação da HU com Ca^{2+} e Mg^{2+}, exprime a condição, já retratada pela literatura (Muner; Oades, 1989) da associação mais estável da matéria orgânica com os cátions polivalentes.

CONCLUSÕES

O manejo com uso de adubos verdes em períodos de reforma de canavial contribui para o aumento do COT e das substâncias húmicas, sobretudo, das frações mais reativas: AF e AH. Estas frações, inferem no balanço de cargas das partículas, aumentando a capacidade de troca de cátions e o grau de floculação.

AGRADECIMENTOS

A CAPES pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor e ao CNPq, pela concessão de bolsa produtividade ao último autor (orientador).

REFERÊNCIAS

Benites VM, Madari B, Machado PLOA. Extração e fracionamento quantitativo de substâncias húmicas do solo: um procedimento simplificado de baixo custo. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2003. 7p. (Embrapa Solos. Comunicado técnico, 16).

Canellas LP, Baldotto MA, Busato JG, Marciano CR, Menezes SC, Silva NM, Rumjanek VM, Velloso ACX, Simões ML, Martin-Neto L. (2007). Estoque e qualidade da matéria orgânica de um solo cultivado com cana-de-açúcar por longo tempo. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, 31(2), 331-340. https://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000200015

Diehl, R.C., Miyazawa, M., Takahashi, H., 2008. Compostos orgânicos hidrossolúveis de resíduos vegetais e seus efeitos nos atributos químicos do solo. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, 32, p. 2653-2659. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000700007

Dieckow J, Bayer C, Conceição PC, Zanatta, JA, Martin-Neto L, Milori DB, Salton JC, Macedo MM, Mielniczuk J, Hernani LC. (2009), Land use, tillage, texture and organic matter stock and composition in tropical and subtropical Brazilian soils. **European Journal of Soil Science,** 60: 240-249. https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2008.01101.x

Fontana A, Pereira MG, Loss A, Cunha TJF, Salton JC. (2006). Atributos de fertilidade e frações húmicas de um Latossolo Vermelho no Cerrado. **Pesq. Agrop. Bras.,** 41(5), 847-853. https://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2006000500018

Muneer M, Oades JM. (1989). The role of Ca-organic interactions in soil aggregate stability .III. Mechanisms and models. **Soil Research** 27, 411-423. https://doi.org/10.1071/SR9890411

Rosa DM, Nóbrega LHP, Mauli MM, Lima GP, Pacheco FP. (2017). Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agronômica**, 48(2), 221-230. https://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20170026

SPOSITO G. **The chemistry of soil**. New York, Oxford University Press. 2008, 342p.

AVALIAÇÃO DA CO-INOCULAÇÃO DE RIZOBACTÉRIAS NATIVAS E ESTIRPES COMERCIAIS DE *Bradyrhizobium* NA CULTURA DA SOJA

Jhonatan Rafael Wendling Hartmann Hister[1], Bruna Gasparrini Tondelo[2], Guilherme Rossano[2], Nataniel Osmar Risse[2], Lucas Mateus Hass[2], Luciana Grange[3]

RESUMO: O Brasil é um país modelo na aplicação dos benefícios da fixação biológica do N_2 pela utilização de estirpes de *Bradyrhizobium* e na utilização de microrganismos associativos na cultura da soja. Neste sentido, o presente trabalho teve por objetivo avaliar a interação de rizobactérias nativas obtidas de solos da região oeste do Paraná na co-inoculação com estirpes comerciais de *Bradyrhizobium* sp., a fim de identificar possíveis estirpes com potencial agronômico. O experimento a campo foi conduzido em sistema de Delineamento em Blocos Casualizados (DBC), sendo 10 tratamentos: 8 combinações de bactérias nativas com *Bradyrhizobium* sp., um controle positivo e um negativo. As avaliações realizadas foram em relação a nodulação e produtividade estimada da cultura e submetidos a teste tukey a 5%. De acordo com os resultados, para todos os parâmetros avaliados (número de nódulos, massa seca de nódulos e produtividade) os tratamentos T2 (estirpe nativa 208) e T6 (estirpe nativa 302) apresentaram as melhores médias, sendo assim necessária uma melhor investigação quanto ao potencial como promotoras associativas do crescimento vegetal, a fim de que sejam candidatas na co-inoculação com estirpes padrões em culturas comerciais.

PALAVRAS-CHAVE: fbn, bpcv, nodulação.

INTRODUÇÃO

Um dos principais fatores responsáveis pela expansão e competitividade da cultura da soja é a sua capacidade em realizar simbiose com bactérias pertencentes às espécies *Bradyrhizobium japonicum* e *Bradyrhizobium elkanii*, fixar nitrogênio atmosférico e suprir toda a necessidade de Nitrogênio da cultura, sendo assim desnecessária a utilização de fertilizantes nitrogenados (Bortoleti et al., 2017).

Segundo Hungria et al. (2005) algumas bactérias possuem o complexo da enzima nitrogenase e por isso são capazes de fixar o nitrogênio atmosférico e converter este em

[1]Acadêmico, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, jhonatan.ufpr@gmail.com.
[2]Acadêmicos, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.
[3]Docente do Departamento de Ciencias Agrárias, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

produtos assimiláveis para as plantas. Alguns destes microrganismos têm capacidade de promover o crescimento vegetal através de diferentes mecanismos quando inoculadas nas sementes ou no solo e são, por isso, conhecidas como RPCP (Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas) (Batista, 2012). As RPCPs podem solubilizar fosfatos minerais ou outros nutrientes do solo; podem produzir compostos como fitormônios (Auxinas, citocininas e giberilinas) (Batista, 2012).

Levando em consideração a importância da Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN) realizada pelo Bradyrhizobium na soja e do papel das RPCP no solo e associação com as plantas o objetivo do trabalho foi avaliar a ação de diferentes estirpes de RPCP isoladas da região oeste paranaense co-inoculadas com a estirpe comercial de Bradyrhizobium no incremento agronômico da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

A área utilizada para o experimento está localizada na Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, na cidade de Palotina – PR. O delineamento utilizado foi o Delineamento em Blocos Casualizados (DBC) com 4 repetições para cada tratamento. Foram determinados 9 tratamentos, com 1 controle positivo (inoculação somente com a estirpe comercial de *Bradyrhizobium* sp.) e os tratamentos de co-inoculação das rizobactérias nativas da região oeste do Paraná (identificadas com numerações de acordo com a ordem no isolamento inicial) com a estirpe comercial do *Bradyrhizobium* sp., sendo: T1 – *B.* + 203; T2 - *B.* + 208; T3 - *B.* + 493; T4 - *B.* + 57; T5 - *B.* + 219; T6 - *B.* + 302; T7 - *B.* + *Azospirillum* sp.; T8 - *B.* + 505; T9 - *Bradyrhizobium* sp.; e T10 – controle sem inoculação.

As avaliações Realizadas foram: Número de Nódulos (NNOD); Massa seca dos nódulos (MSNOD); Massa seca das raízes (MSRAIZ); e Produtividade Estimada (PROD). O teste estatístico para comparação de médias realizado foi o teste Tukey no programa SISVAR com 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, todos os tratamentos, sob co-inoculação com as estirpes nativas candidatas, conseguiram incrementar os aspectos avaliados, menos o T4 (tabela 1). Para a variável MSNOD houve diferenças significativas entre os tratamentos T2 e T9. As maiores médias para NNOD foram obtidas pelos tratamentos T2 e T6 (estirpes nativas 208 e 302) com 40,04 de e 39,25 de NNOD e T9 com 18,79 de NNOD.

Tabela 1: Resultados obtidos através das variáveis analisadas de Número de Nódulos por planta (NNOD),

Massa seca de nódulos (MSNOD), Massa seca da Raiz (MSRAIZ) e Produtividade Estimada (PROD).

Tratamento	NNOD*	MSNOD* (g)	MSRAIZ* (g)	PROD (sc/ha)*
T1	25,71 ab	0,14 ab	0,69 a	75,54 a
T2	40,40 a	0,17 a	0,80 a	77,23 a
T3	24,67 ab	0,11 ab	0,64 a	106,60 a
T4	13,71 b	0,08 b	0,49 a	77,86 a
T5	34,75 ab	0,15 ab	0,73 a	79,30 a
T6	39,25 a	0,14 ab	0,70 a	92,35 a
T7	29,54 ab	0,12 ab	0,75 a	89,14 a
T8	27,96 ab	0,11 ab	0,74 a	87,74 a
T9	18,79 ab	0,09 b	0,65 a	87,38 a
T10	13,03 b	0,07 b	0,41 a	79,32 a

*Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de SNK a 5% de probabilidade.

Não houve diferença significativa para massa seca de raiz (MSRAIZ) e número de nódulos (NNOD), ainda assim, os tratamentos T2 (estirpe nativa 208) e T6 (estirpe nativa 302) apresentaram a maior média entre para estes dois parâmetros. Segundo Antunes et al. (2011) e Li e Alexander (1988) o número de nódulos e a massa seca dos nódulos são indicadores usuais de eficiência da nodulação.

Os tratamentos T3 e T6 obtiveram as melhores médias para PROD, mesmo que não sendo significativo estatisticamente, corroborando com resultados obtidos por Gitti (2016), onde o autor observa que os tratamentos apresentam aumento da produtividade da soja quando se adiciona alguma tecnologia de inoculação ou co-inoculação.

CONCLUSÕES

Levando em consideração que o trabalho foi realizado em solo natural, onde pode haver interferência de populações nativas de bactérias presentes no local do experimento em todas as parcelas, as bactérias 208 e 302 em diversos parâmetros avaliados se sobressaíram sob as demais, inclusive comparadas ao tratamento com inoculação isolada de *Bradyrhizobium*, podendo ter assim um potencial de incrementar a produtividade da cultura, sendo de extrema importância estas serem melhor instigadas quanto ao seu potencial como promotoras de crescimento vegetal, afim de que sejam candidatas na co-inoculação com

[1]Acadêmico, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina, jhonatan.ufpr@gmail.com.
[2]Acadêmicos, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.
[3]Docente do Departamento de Ciencias Agrárias, Universidade Federal do Paraná – Setor Palotina.

estirpes de bactérias comerciais.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, J. E. L.; GOMES, R. L. F.; LOPES, A. C. A.; ARAÚJO, A. S. F.; LYRA, M. C. C. P.; FIGUEIREDO, M. V. B. **Eficiência simbiótica de isolados de rizóbio moduladores de feijão-fava (Phaseolus lunatus L.).** R. Bras. Ci. Solo, 35:751-757, 2011.

BATISTA, B. D. Bactérias que crescem próximas às raízes e que são estimuladas pelos exsudatos radiculares são chamadas rizobactérias. 2012. **Dissertação** (mestrado em ciências) – Universidade de São Paulo Escola superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

BORTOLETI, A.; FREITAS, E. S.; VIEIRA, J. R.; GONÇALVEZ, L. G.; OLIVEIRA, J. A. G. A importância da cultura da soja e a inoculação junto à fixação biológica de nitrogênio atmosférico. **Rev. Conexão Eletrônica** – Três Lagoas, MS - Volume 14 – Número 1, 2017.

GITTI, D. C. **Inoculação e Coinoculação na Cultura da Soja.** Eng. Agr. Dr. Pesquisador da Fundação MS. 2016.

HUNGRIA, M.; FRANCHINI, J. C.; CAMPO, R. J.; GRAHAM, P. H. The importance of nitrogen fixation to soybean cropping in South America. In: WERNER, D.; NEWTON, W. E. (eds). **Nitrogen Fixation in Agriculture, Forestry**, Ecology, and the Environment. Netherlands: Springer, 2005, p. 25-42.

LI, D.; ALEXANDER, M. Co-inoculation with antibioticproducing bacteria to increase colonization and nodulation by rhizobia. Plant and Soil, Dordrecht, v.108, p.211-219, 1988.

EFEITO DA ADUBAÇÃO DE ZINCO SOBRE OS TEORES DE PROTEÍNAS DE RESERVA EM GRÃOS DE FEIJÃO

Wagner Deckij Kachinski[1], Fabrício William Ávila[2], André Rodrigues dos Reis[3], Marcelo Marques Lopes Muller[4], Leandro Rampim[4], Julio Cezar Borecki Vidigal[5]

RESUMO: As proteínas de reserva nos grãos de feijão relacionam-se diretamente com a qualidade nutricional para alimentação humana. O zinco (Zn) é um micronutriente que tem papel fundamental na síntese proteica nos vegetais. O objetivo desse trabalho foi estudar a resposta da aplicação de Zn via solo e, ou, foliar sobre a concentração das proteínas de reserva nos grãos de cultivares de feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) amplamente cultivadas no Estado do Paraná. O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. Nas parcelas foram avaliados dois tratamentos de Zn via solo (sem e com Zn aplicado no sulco de semeadura) e nas subparcelas foram estudados oito tratamentos de épocas e número de aplicações foliares de Zn. Após a colheita foram analisadas as proteínas de reserva dos grãos. A aplicação de Zn via solo se mostrou eficaz em elevar os teores de albuminas, globulinas e prolaminas nos grãos de feijão.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade nutricional, micronutriente, *Phaseolus vulgaris* L.

INTRODUÇÃO

O feijão-comum é rico em proteínas e micronutrientes como o Zn, sendo uma importante leguminosa na dieta da população no continente sul-americano (BLAIR, 2013).

O teor de proteínas nas sementes relaciona-se diretamente no desenvolvimento inicial da planta (Henning et al., 2010). Neste caso, o zinco (Zn) atua na estabilidade do material genético, sendo fundamental na síntese proteica nos vegetais (Marschner, 2012).

Os grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) apresentam em torno de 20 a 25% de proteínas (Borém; Carneiro, 2015), sendo que os teores de proteínas de reserva se encontram em torno

[1]Mestre em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* Cedeteg. Rua Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, CEP 85040-167, Guarapuava-PR. E-mail: wdkachinski@hotmail.com
[2]Professor, Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO. E-mail: fwavila@unicentro.br
[3]Professor, Faculdade de Ciências e Engenharia, UNESP/Tupã-SP. E:mail: andrereis@tupa.unesp.br
[4]Professores, Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mail: mmuller@unicentro.br; lrampim@unicentro.br
[5]Discente do curso de Mestrado em Agronomia, PPGA/UNICENTRO. E-mail: juliocezarvidigal@hotmail.com

de 80% do total de proteínas (Duranti; Gius, 1997).

Este trabalho teve por objetivo estudar a influência da aplicação de Zn via solo e, ou, foliar sobre o teor de proteínas de reserva em duas cultivares de feijoeiro-comum amplamente cultivadas no Estado do Paraná (estado que apresenta maior produção de feijão no Brasil).

MATERIAL E MÉTODOS

Dois experimentos de campo com a cultura do feijoeiro-comum (conduzidos ao mesmo tempo na área experimental), foram realizados no *Campus* Cedeteg do Departamento de Agronomia da UNICENTRO (Universidade Estadual do Centro-Oeste), em Guarapuava, estado do Paraná. Um experimento foi realizado utilizando a cultivar BRS Esteio (feijão preto) e outro com a cultivar IPR Campos Gerais (feijão carioca), sendo que ambas as cultivares receberam os mesmos tratamentos.

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições em esquema de subdivididas. Nas parcelas foi estudado o fator Zn via solo, composto por dois tratamentos de aplicação de Zn no sulco de semeadura (sem e com 4 kg ha^{-1} de Zn), usando os adubos formulados sem Zn (12-27-06) e com Zn (2-27-06 + 1% Zn).

Nas subparcelas foi estudado o fator Zn via foliar, composto por oito tratamentos de épocas e número de aplicações foliares de Zn, sendo: 1) sem pulverização foliar (SPF); 2) única pulverização foliar realizada no estádio de florescimento (E1); 3) única pulverização foliar realizada no estádio inicial de enchimento de grãos (E2); 4) única pulverização foliar realizada no estádio final de enchimento de grãos (E3); 5) duas pulverizações foliares realizadas nos estádios de florescimento e início de enchimento de grãos (E1+E2); 6) duas pulverizações foliares realizadas nos estádios de florescimento e final de enchimento de grãos (E1+E3); 7) duas pulverizações foliares realizadas nos estádios inicial e final de enchimento de grãos (E2+E3); e 8) três pulverizações foliares realizadas no estádio de florescimento e estágios inicial e final de enchimento de grãos (E1+E2+E3). Em todos os tratamentos, o Zn foi aplicado na dose de 600 g ha^{-1} por meio de um pulverizador costal. A fonte de Zn utilizada para o preparo da calda de pulverização foi o $ZnSO_4.7H_2O$ p.a. (marca Merck®).

Após a colheita, com material de grãos secos e moídos, foram realizadas as análises de teores de albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas, determinadas de acordo com Bradford (1976), no Laboratório de Biologia do curso de Engenhara de Biossistemas da Universidade Estadual Paulista (UNESP), *Campus* de Tupã-SP.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em ambas as cultivares, houve efeito significativo da interação (Zn via solo × Zn via foliar) para os teores de albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas (Figura 1).

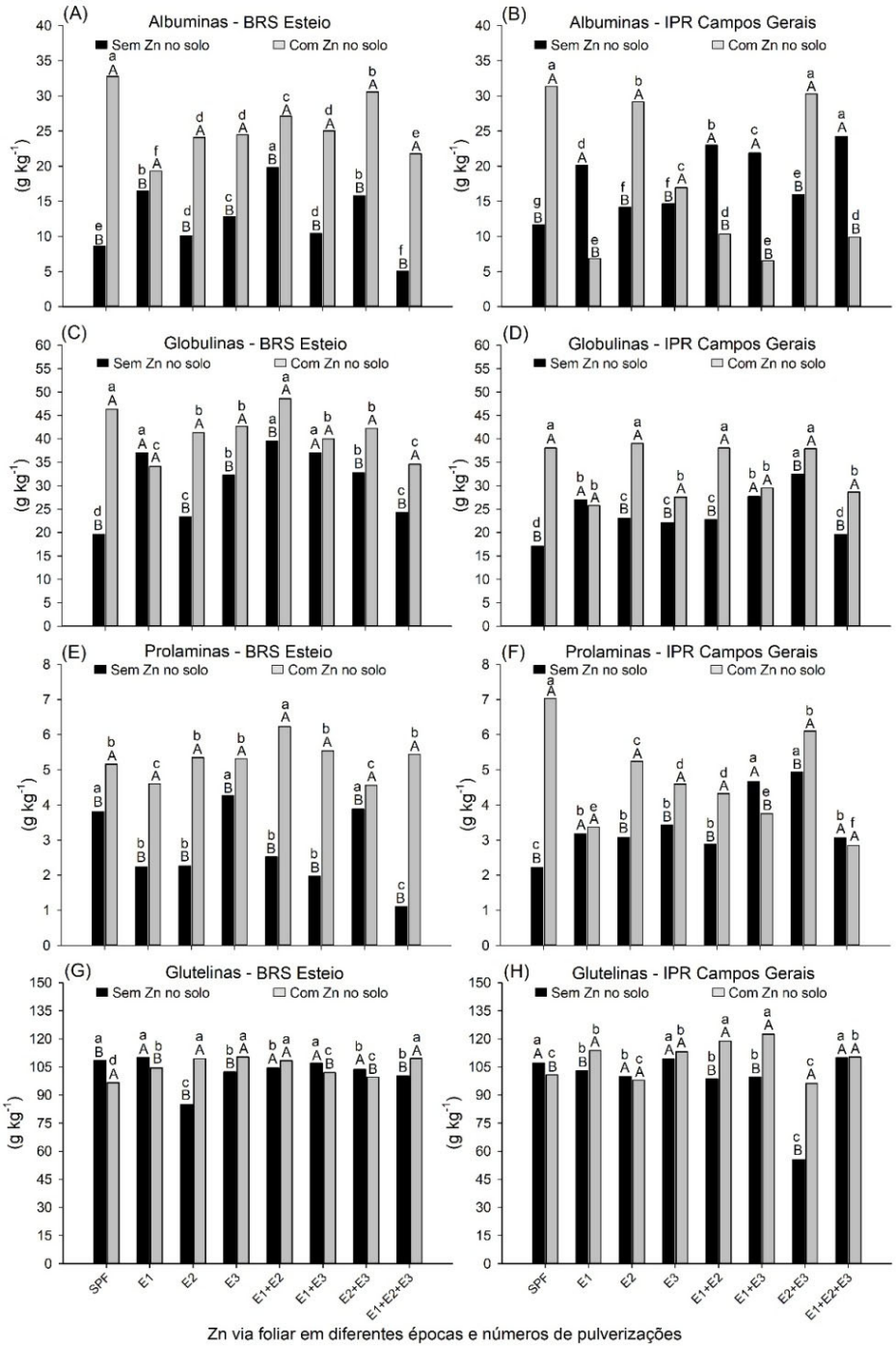


Figura 1. Teores de proteínas de reserva albuminas (Figuras 1A e 1B), globulinas (Figuras 1C e 1D), prolaminas (Figuras 1E e 1F) e glutelinas (Figuras 1G e 1H) nos grãos em feijoeiro-comum 'BRS Esteio' e 'IPR Campos Gerais', em função da aplicação de Zn via solo (sem e com Zn no solo) e via foliar em diferentes épocas e números de pulverizações, na safra de verão 2017/2018.
Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott, $p < 0,05$). Letra minúscula compara os tratamentos de doses de Zn via foliar dentro de cada tratamento de doses de Zn via solo, e letra maiúscula compara os tratamentos de doses de Zn via solo dentro de cada tratamento de doses de Zn via foliar.

Em geral, a aplicação de Zn no solo foi eficaz em elevar os teores das proteínas de reserva nos grãos de feijão em ambas as cultivares, principalmente sobre os teores de albuminas (Figura 1A e 1B), globulinas (Figura 1C e 1D) e prolaminas (Figura 1E e 1F).

No decorrer do ciclo, o efeito do Zn no metabolismo da planta foi favorecido pela adubação via solo, pois, proporcionou à planta o fornecimento de Zn de maneira lenta e gradual durante o ciclo da cultura. O Zn é essencial no metabolismo do DNA/RNA, na expressão gênica e disposição da cromatina (Marschner, 2012), sendo constituinte da RNA polimerase na regulação dos ribossmos (Taiz e Zeiger, 2004), além de agir na enzima RNAse que hidrolisa o RNA, mantendo normalizada a síntese proteica (Malavolta; Vitti; Oliveira, 1997).

CONCLUSÕES

A aplicação de Zn via solo aumenta o teor de proteínas nos grãos de feijão-comum de forma mais eficiente que quando aplicado via foliar, melhorando a qualidade nutricional do grão.

REFERÊNCIAS

Blair, M. W. Mineral biofortification strategies for food staples: the example of common bean. J Agr Food Chem. 2013; 61:8287-8294. DOI: 10.1021/jf400774y

Borém, A.; Carneiro, J. E. S. A Cultura. In: Carneiro, J. E.; Paula Júnior, T. J.; Borém, A., editors. Feijão: do plantio a colheita. Viçosa – MG: Editora UFV; 2015. p. 09-15.

Bradford, M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. Anal Biochem. 1976; 72:248- 259. DOI: 10.1016/0003-2697(76)90527-3

Duranti, M; Gius, C. Legume seeds: protein contente and antinutritional value. Field Crops Res. 1997; 53:31-45. DOI: 10.1016/S0378-4290(97)00021-X

Henning, F. A. et al. Composição química e mobilização de reservas em sementes de soja de alto e baixo vigor. Bragantia. 2010; 69:727-734. DOI: 10.1590/S0006-87052010000300026.

Malavolta, E.; Vitti, G. C.; Oliveira, S. A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicação. Piracicaba: Potafos; 1997.

Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. 3ª ed. London: Academic Press; 2012.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 3 ed. Porto Alegre: Artmed; 2004.

ESPECTROSCOPIA NIR NA PREDIÇÃO DA MINERALOGIA DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITO E BASALTO NO ESTADO DO PARANÁ

Jaqueline Cazado Felix[1], Pedro Rodolfo Siqueira Vendrame[2], Geisi Loures Guerra[3], Rosana Kostecki de Lima[4], Thierry Becquer[5], Maria de Fátima Guimarães[6]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar o emprego da espectroscopia de infravermelho próximo na predição de atributos mineralógicos de solos desenvolvidos de arenito e basalto no Estado do Paraná. No total, foram utilizadas 224 amostras coletadas de 60 - 80 cm. Foram determinados os teores de Fe_2O_3, Al_2O_3, SiO_2, por ataque sulfúrico, e calculados os teores de caulinita e gibbsita. Além disso, foram coletados os espectros de todas as amostras, nos comprimentos de onda de 1100 – 2500 nm. Modelos lineares de regressão foram construídos e testados para o conjunto de solos, de acordo com o material de origem. Os atributos mineralógicos apresentaram correlação com as bandas de absorção dos espectros. No entanto, os modelos gerados a partir do banco de amostras de solos oriundos de basalto e arenito conjuntamente, não foram satisfatórios.

PALAVRAS-CHAVE: Basalto. Arenito, Caulinita. Óxidos de ferro. NIR.

INTRODUÇÃO

A natureza do mineral e sua concentração determinam propriedades importantes do solo, como a capacidade de troca catiônica, disponibilidade de nutrientes, estrutura, cor, entre outras (Schulze, 2002; Osman, 2013).

O método de determinação da mineralogia mais utilizado é a difração de raios X (DRX), método qualitativo (Whitting e Allardice, 1986), que pode ser considerado lento. Na tentativa de desenvolver um método mais rápido técnicas de espectroscopia de reflectância difusa tem sido empregadas (Terra et al., 2015; Ramaroson et al., 2018). Os minerais do solo absorvem a luz nos comprimentos de onda do UV, Visível, NIR e MIR. As assinaturas espectrais são devido à forte absorção dos grupos OH, SO_4, CO_3, além de combinações fundamentais de H_2O e CO_2 (White e Roth, 1986).

O objetivo do trabalho foi utilizar a espectroscopia de infravermelho próximo na predição de atributos mineralógicos de solos tropicais.

[1]Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, jcazfelix@yahoo.com.br.
[2]Professor do Departamento de Geociências, Universidade Estadual de Londrina, vendrame@uel.br.
[3]Doutoranda em Ciência Animal, Universidade Estadual de Londrina, geisi_guerra@hotmail.com.
[4]Mestranda em Geografia, Universidade Estadual de Londrina, rosanakostecki@hotmail.com.
[5]Pesquisador do Institut de Recherche pour le Développement – França, thierry.becquer@ird.fr.
[6]Professora do Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, mfatima@uel.br.

MATERIAL E MÉTODOS

Em quatro áreas das regiões norte e noroeste do Estado do Paraná, coletou-se 224 amostras de solos desenvolvidos de basalto e de arenito, na camada 60 – 80 cm. As amostras foram secas ao ar, peneiradas a 2,0 mm, antes da realização das análises de referência.

A determinação dos teores de $Fe_2O_3^{as}$, $Al_2O_3^{as}$, SiO_2^{as} foram realizadas por ataque sulfúrico (Teixeira et al., 2017). Os resultados obtidos foram utilizados no cálculo dos teores de caulinita (Ct^{as}) e gibbsita (Gb^{as}). Também foram calculadas as razões $RKGb^{as}$, e as relações moleculares Ki^{as} ($Ki = SiO_2 / Al_2O_3$) e Kr^{as} ($Kr = SiO_2 / (Al_2O_3 + Fe_2O_3)$) (Reatto et al., 2008).

Para a coleta dos espectros, 5,0 g de cada amostra foi colocada em cubeta com lente de quartzo de 0,05 m de diâmetro. As leituras foram realizadas em um espectrometro modelo Foss NIRS System XDS (Foss NIR System, Silver Spring, MD, USA), a cada 2 nm, na região do Vis-NIR, e cada espectro foi constituído pela média de 32 leituras.

Para a construção e validação dos modelos de predição, utilizou-se os comprimentos de onda na faixa do infravermelho próximo, entre 1100 e 2500 nm. Diferentes combinações de transformações dos espectros foram testadas (pré-tratamentos): primeira e segunda derivadas isoladas e combinadas com diferentes polinômios e intervalo de suavização; normalização padronizada do sinal (SNV), com e sem correção de linha de base do espectro (SVND); correção da linha de base isolada (Detrend) (Barnes et al., 1989).

Após a coleta dos espectros, uma análise de componentes principais (ACP) foi utilizada. Na sequência, utilizou-se a distância de Mahalanobis (H) para separar os grupos para a criação dos modelos, com 2/3 das amostras para calibração (150 amostras) e 1/3 para validação (74 amostras).

A regressão dos mínimos quadrados parciais (PLS) foi utilizada para relacionar as respostas espectrais com os teores das análises de referência. O pré-tratamento empregado para a realização da ACP e da PLS foi SNV.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores médios de $Fe_2O_3^{as}$, $Al_2O_3^{as}$ e SiO_2^{as} foram de 174 g kg^{-1}, 183 e 157 g kg^{-1}, respectivamente. As elevadas amplitudes para os teores de óxidos totais podem ser atribuídas as diferenças nos materiais de origem (tabela 1).

Tabela 1. Análise exploratória das características mineralógicas de solos desenvolvidos de basalto e arenito, Estado do Paraná.

Basalto e Arenito (224 amostras)					
Atributos	**Mínimo**	**Média**	**Máximo**	**DP**	**CV %**
$Fe_2O_3^{as}$ g kg^{-1}	58,26	174,82	446,58	82,70	47,30
$Al_2O_3^{as}$ g kg^{-1}	61,30	183,63	531,51	81,33	44,29
SiO_2^{as} g kg^{-1}	28,03	157,76	306,56	71,60	45,39
Ct^{as} g kg^{-1}	60,30	338,87	658,46	153,80	45,39
Gb^{as} g kg^{-1}	0,00	76,22	516,79	58,78	77,12

A caulinita apresentou alta correlação com os espectros NIR. As maiores correlações foram encontradas em 1236 – 1646 nm e 1860 – 2130 nm, corroborando com Ramaroson et al. (2018).

Tabela 2. Coeficiente de correlação de Pearson entre os atributos mineralógicos e a intensidade de absorbância nas regiões de absorção para os solos de basalto e arenito.

Atributos	**1236 – 1646**	**1860 - 2128**	**2130 – 2260**	**2356 – 2408**
			Nm	
$Fe_2O_3^{as}$	-0,85*	0,92*	0,67*	0,80*
$Al_2O_3^{as}$	-0,86*	0,89*	0,71*	0,82*
SiO_2^{as}	-0,90*	0,91*	0,76*	0,85*
Ct^{as}	-0,90*	0,91*	0,76*	0,85*
Gb^{as}	-0,40*	0,46*	0,31*	0,39*

*Significativo a 5% de probabilidade.

Para a etapa de calibração observou-se bons resultados para $Fe_2O_3^{as}$, $Al_2O_3^{as}$, SiO_2^{as} e Ct^{as}, com maiores valores de R^2_c, menores valores de SEC_c, e $RPD_c > 2$. Os resultados do ataque sulfúrico são amplamente utilizados nos estudos de gênese e mineralogia. Os resultados encontrados para $Fe_2O_3^{as}$, $Al_2O_3^{as}$, SiO_2^{as} na etapa de calibração foram melhores do que os encontrados por Vendrame et al. (2012) e Ramaroson et al. (2018).

Tabela 3. Parâmetros da etapa de calibração dos modelos NIRS para características mineralógicas de solos de arenito e basalto, Estado do Paraná.

Atributos	**N**	**SEC_c**	**$RMSEC_c$**	**R^2_c**	**RPD_c**	**RER_c**
$Fe_2O_3^{as}$	149	16,86	16,80	0,95	4,57	14,32
$Al_2O_3^{as}$	149	18,94	18,87	0,93	3,89	11,40
SiO_2^{as}	149	26,94	26,85	0,85	2,62	9,07
Ct^{as}	149	57,87	57,68	0,85	2,62	9,07
Gb^{as}	149	23,72	23,63	0,69	1,80	7,37

A etapa de validação da predição foi desenvolvida apenas para os atributos com valores de $R^2_c > 0,70$ na etapa de calibração.

No conjunto total de amostras, não foi possível validar os modelos de predição, devido a utilização conjunta de materiais de origem muito discrepantes. Uma alternativa será a confecção de modelos utilizando os materiais de origem separadamente.

CONCLUSÕES

Os atributos mineralógicos apresentaram correlação com as bandas de absorção dos espectros, com destaque para $Fe_2O_3^{as}$, $Al_2O_3^{as}$, SiO_2^{as} e Ct^{as}.

REFERÊNCIAS

Barnes, R.J.; Dhanoa, M.S.; Lister, S.J. Standard normal variate transformation and de-trending of near-infrared diffuse reflectance spectra. **Appl Spectrosc,** v.43, n.5, p.772-777, 1989. https://doi.org/10.1366/0003702894202201

Osman, K.T. **Soils: principles, properties and management.** New York: Springer, 2013. 271p.

Ramaroson, V.H.; Becquer, T.; SÁ, S.O.; Razafimahatra, H.; Delarivère, J.L.; Blavet, D.; Vendrame, P.R.S.; Rabeharisoa, L.; Rakotondrazafy, A.F.M. Mineralogical analysis of ferralitic soils in Madagascar using NIR spectroscopy. **Catena,** v.169, p.102-109, 2018. https://doi.org/10.1016/j.catena.2017.07.016

Reatto, A.; Bruand, A.; Martins, E.S.; Muller, F.; Silva, E.M.; Carvalho, O.A. Variation of the kaolinite and gibbsite content at regional and local scale in Latosols of the Brazilian Central Plateau. **C R Geosci**, v.340, p.741 – 748, 2008. https://doi.org/10.1016/j.crte.2008.07.006

Schulze, D.G. An Introduction to Soil Mineralogy. In: DIXON, J.B.; SCHULZE, D.G. **Soil Mineralogy with Environmental Applications.** 7 ed. Soil Science Society of America, Inc. Madison, Wisconsin, USA. 2002. p. 1-36.

Teixeira, P.C.; Campos, D.V.B.; Fontana, A. Ataque Sulfúrico. In: Teixeira, P.C.; Donagemma, G.K.; Fontana, A.; Teixeira, W.G. **Manual de análise de solo.** 3.ed. rev. e ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2017. p.255-257.

Terra, F.S.; Demattê, J.A.M.; Viscarra Rossel, R.A. Spectra libraries for quantitative analyses of tropical Brazilian soils: Comparing vis-NIR and mid-IR reflectance data. **Geoderma**, v. 255-256, p. 81-93, 2015. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2015.04.017

Vendrame, P.R.S.; Marchão, R.L.; Brunet, D.; Becquer, T. The potential of NIR spectroscopy to predict soil texture and mineralogy in Cerrado Latosols. **Eur J Soil Sci,** v.63, p.743-753, 2012. https://doi.org/10.1111/j.1365-2389.2012.01483.x

White, J. L.; Roth, C. B. Infrared spectroscopy. In: Campbell, G. S.;Jackson, R. D., *et al* (Ed.). **Methods of Soil Analysis, Part. I: Physical and Mineralogical Methods**. 2. Wisconsin, EUA,: Madison, 1986. p.291–326.

Whitting, L.D.; Allardice, W.R. X-ray diffraction techniques. In: Klute, A., ed. **Methods of soil analysis.** Part 1. Physical and mineralogical methods. 2 ed. Madison, American Society of Agronomy, 1986. p.331-359.

ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE DOSES DE CAMA DE AVIÁRIO E CALCÁRIO

Fabiana Barrionuevo[1], Vacilania Pacheco[2], Lucas Sartor Mayer[3], Rachel Muylaert Locks Guimarães[4], Luís César Cassol[5]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de doses de cama de aviário e calcário nos atributos físicos do solo. Utilizou-se delineamento de blocos ao acaso, dividido em quatro blocos e doze parcelas. As doses de calcário e cama de aviário aplicadas foram: 0; 2; 4; 8 e 0; 4; 8; 12 Mg ha^{-1} respectivamente. Foram coletadas amostras de solo com anel volumétrico nas profundidades 0-5 e 5-10 cm e avaliados os atributos físicos densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total. As variáveis foram tratadas individualmente pela ANOVA, utilizando o teste Tukey ao nível de significância de 5%. Verificou-se que as doses de cama de aviário e calcário não tiveram influência significativa sobre os atributos físicos do solo avaliados.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação, manejo do solo, densidade do solo.

INTRODUÇÃO

Recentemente na agricultura as práticas de manejo do solo passaram a incluir o uso integrado de compostos químicos como a calcário, com dejetos animais para manter o status de elementos essenciais e o ambiente físico ideial do solo. Ambos os elementos, podem representar resultados promissores como condicionadores das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo. Posto isso, observa-se que há uma carência de estudos buscando observar uma possível interação entre ambos os componentes (cama de aviário e calcário) e o quanto estes podem influenciar nas características físicas do solo ao longo dos anos. Objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de doses de cama de aviário e calcário nos atributos físicos do solo.

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 099.752.369-79, fabi.w.b@hotmail.com.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 086.218.569-64, vacilania.vp@gmail.com.
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 075.907.959-50, lucassmayer100@gmail.com.
[4]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 036.001.089-05 rachelguimaraes@utfpr.edu.br.
[5]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 587.672.900-00, cassol@utfpr.edu.br.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado no ano de 2011 na área experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Câmpus Pato Branco. O solo pertence a classe Latossolo Vermelho distroférrico (Embrapa, 2006). Neste trabalho avaliou-se o ano 2018, sendo o sétimo ano de experimento.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, dividido em quatro blocos e doze parcelas. As parcelas principais foram submetidas a doses de calcário dolomítico (PRNT 82%) 0; 2; 4 e 8 Mg ha^{-1}, aplicadas em superfície, quando o pH-$CaCl_2$ e a saturação por bases da área eram de 4,5 e 41%, respectivamente, na camada de 0-20 cm. As subparcelas foram submetidas a doses de cama de aviário correspondentes a 0; 3,2; 6,4 e 9,6 Mg ha^{-1} (base seca), aplicadas anualmente, antecedendo a cultura de inverno. A cama de aviário vem sendo aplicada, nas mesmas doses e parcelas, desde 2011, quando se deu início o experimento.

Para análise dos atributos físicos do solo densidade e os parâmetros relacionados com a porosidade (macro, micro e porosidade total) bem como umidade, foram coletadas amostras indeformadas de solo com anel volumétrico (5x6 cm) após a colheita de milho. Os anéis foram retirados no centro das parcelas, em duas profundidades 0-5 e 5-10 cm e avaliados conforme metodologia descrita por Klein (2012). Para a análise estatística foi utilizado o software Genes (Cruz, 1997). As variáveis foram tratadas individualmente pela ANOVA, utilizando o teste Tukey ao nível de significância de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verificou-se que as doses de cama de aviário e calcário não tiveram influência significativa sobre os atributos físicos do solo avaliados (tabela 1). Ou seja, a aplicação de doses de cama de aviário e calcário não proporcionou incremento na qualidade física do solo, independente da profundidade de amostragem. Desta forma, com o manejo adotado, não há a necessidade de aplicação de nenhum dos componentes avaliados para melhoria das características físicas do solo avaliado.

Tabela 1 - Densidade do solo (Ds) (g cm^{-3}), porosidade total (PT) (cm^3 cm^{-3}), microporosidade (Mi) (cm^3 cm^{-3}) e macroporosidade (Ma) (cm^3 cm^{-3}) no perfil do solo para diferentes doses de cama de aviário e calcário.

	Ds (g cm^{-3})			
Cama aviário/ Calcário (Mg ha^{-1})	0	2	4	8

Profundidade 0-5 cm				
0	1,00^{ns}	1,08^{ns}	1,08^{ns}	0,96^{ns}
4	0,99^{ns}	0,95^{ns}	1,07^{ns}	1,02^{ns}
8	1,07^{ns}	1,03^{ns}	1,02^{ns}	0,97^{ns}
12	0,96^{ns}	1,01^{ns}	0,96^{ns}	0,91^{ns}
Profundidade 5-10 cm				
0	1,13^{ns}	1,09^{ns}	1,15^{ns}	1,08^{ns}
4	1,14^{ns}	1,14^{ns}	1,11^{ns}	1,12^{ns}
8	1,15^{ns}	1,11^{ns}	1,06^{ns}	1,10^{ns}
12	1,11^{ns}	1,13^{ns}	1,14^{ns}	1,12^{ns}
PT (cm^3 cm^{-3})				
Profundidade 0-5 cm				
0	0,643^{ns}	0,626^{ns}	0,651^{ns}	0,661^{ns}
4	0,651^{ns}	0,667^{ns}	0,617^{ns}	0,646^{ns}
8	0,632^{ns}	0,637^{ns}	0,637^{ns}	0,674^{ns}
12	0,676^{ns}	0,656^{ns}	0,667^{ns}	0,675^{ns}
Profundidade 5-10 cm				
0	0,616^{ns}	0,627^{ns}	0,676^{ns}	0,602^{ns}
4	0,605^{ns}	0,614^{ns}	0,618^{ns}	0,594^{ns}
8	0,590^{ns}	0,619^{ns}	0,630^{ns}	0,630^{ns}
12	0,612^{ns}	0,599^{ns}	0,616^{ns}	0,601^{ns}
(Mi) (cm^3 cm^{-3})				
Profundidade 0-5 cm				
0	0,459^{ns}	0,497^{ns}	0,502^{ns}	0,469^{ns}
4	0,495^{ns}	0,462^{ns}	0,490^{ns}	0,461^{ns}
8	0,503^{ns}	0,502^{ns}	0,503^{ns}	0,455^{ns}
12	0,461^{ns}	0,486^{ns}	0,460^{ns}	0,434^{ns}
Profundidade 5-10 cm				
0	0,480^{ns}	0,477^{ns}	0,481^{ns}	0,448^{ns}
4	0,466^{ns}	0,457^{ns}	0,474^{ns}	0,472^{ns}
8	0,472^{ns}	0,463^{ns}	0,453^{ns}	0,465^{ns}
12	0,453^{ns}	0,460^{ns}	0,468^{ns}	0,459^{ns}
Ma (cm^3 cm^{-3})				
Profundidade 0-5 cm				
0	0,184^{ns}	0,129^{ns}	0,149^{ns}	0,192^{ns}
4	0,156^{ns}	0,205^{ns}	0,128^{ns}	0,185^{ns}
8	0,129^{ns}	0,135^{ns}	0,134^{ns}	0,219^{ns}
12	0,215^{ns}	0,170^{ns}	0,208^{ns}	0,241^{ns}
Profundidade 5-10 cm				
0	0,136^{ns}	0,150^{ns}	0,195^{ns}	0,160^{ns}
4	0,139^{ns}	0,157^{ns}	0,145^{ns}	0,121^{ns}
8	0,118^{ns}	0,157^{ns}	0,177^{ns}	0,165^{ns}
12	0,159^{ns}	0,139^{ns}	0,148^{ns}	0,142^{ns}

[1]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 099.752.369-79, fabi.w.b@hotmail.com.
[2]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 086.218.569-64, vacilania.vp@gmail.com.
[3]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 075.907.959-50, lucassmayer100@gmail.com.
[4]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 036.001.089-05 rachelguimaraes@utfpr.edu.br.
[5]Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), 587.672.900-00, cassol@utfpr.edu.br.

[ns] não-significativo.

Tais valores podem ser correlacionados com Lima (2007) que, ao avaliar os atributos físicos de um Latossolo Vermelho de textura média, sob diferentes níveis de adubação com cama aviária, verificou que as diferentes doses aplicadas não implicaram em aumento significativo da porosidade total e dos microporos tanto nas profundidades de 0 a 20 cm como de 20 a 40 cm.

CONCLUSÕES

As diferentes doses de cama de aviário e calcário não influenciaram nas propriedades físicas do solo.

AGRADECIMENTOS

À UTFPR – Câmpus Pato Branco pelo apoio e estrutura para realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

Cruz CD. Programa Genes - Aplicativo Computacional em Genética e Estatística. Viçosa, MG: Editora UFV, 1997. v1. 442 p.

Embrapa. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2. Ed., Sistemas de Produção, Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA Solos, 2006. 306 p.

Klein VA. Física do Solo. 2 ed. Passo Fundo: Ed. Universidade Passo Fundo, 2012. 240 p.

Lima LP et al. Avaliação física de um latossolo vermelho textura média, influenciada pela aplicação de dejetos de suínos e cama aviária. Dissertação, Universidade Federal de Uberlândia – MG, 2007.

FERTILIDADE DO SOLO E CRESCIMENTO DE MUDAS DE TANGERINA SATSUMA SOB APLICAÇÃO DE GESSO AGRÍCOLA

Talia Aksenen[1], Maciel Korzune[2], Alisson John de Souza[3], Maria Isabel Pelegrini[4], Renato Vasconcelos Botelho[5]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi estudar a fertilidade do solo e crescimento de tangerina Satsuma (*Citrus unshiu Marc*.) em relação a aplicação de gesso agrícola no sistema orgânico. O delineamento experimental foi em DIC com oito repetições, composto por dois tratamentos de gesso, 0 (sem gesso) e 6 Mg ha $^{-1}$, aplicado a lanço em área total (exceto na região da coroa das mudas de tangerina), sem incorporação. Após 12 meses, o gesso agrícola não afetou os valores de pH da solução do solo, reduziu e aumentou os teores de Al $^{3+}$ e S-SO $_4$ $^{2-}$ da camada superficial do solo, respectivamente, e elevou os teores de Ca $^{+2}$ e P-Mehlich da camada subsuperficial do solo. A gessagem não afetou o crescimento das mudas de tangerinas, mas, elevou a maior disponibilidade de enxofre no solo. Em geral, a calagem (realizada em área total), fosfatagem com fosfato natural reativo (realizada em área total e posteriormente nas covas de plantio) e as adubações orgânicas (realizadas nas covas de plantio) não aumentaram a taxa de crescimento das mudas .
PALAVRAS-CHAVE: *Citrus* spp, Gessagem , enxofre.

SOIL FERTILITY AND GROWTH OF TANGERINE SATSUMA CHANGES UNDER AGRICULTURAL PLASTER APPLICATION

ABSTRACT:
The present work was studied for soil fertility and Satsuma tangerine growth (*Citrus unshiu Marc.)* And verify the effect of the applications of agricultural gypsum on the organic system. The experimental design was in DIC with eight replicates, composed of two treatments of gypsum, 0 (without gypsum) and 6 Mg ha $^{-1}$, applied over the total area of tangerine seedlings, without incorporation. After 12 months, the gypsum sucrose did not affect the pH values of the soil solution, reduced and increased the contents of Al $^{3+}$ and S-SO $_4$ $^{2-}$ of the soil surface layer, respectively, and raised the levels of Ca $^{+2}$ and P-Mehlich of

[1]Estudante de agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste,taliaaks@gmail.com.
[2] Mestrando em agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR.
[3]Estudante de agronomia, Centro Universitário Campo Real, Guarapuava - PR.
[4] Estudante de agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR.
[5] Professor doutor orientador, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR.

the soil subsurface layer. The gessage did not affect the growth of tangerine seedlings, but increased the availability of sulfur in the soil. In general, liming is performed in total and phosphate with reactive natural phosphate (realization in areas and in total plantations) and as organic fertilization (planting in planting of plants) were necessary for the nutrition of the tangerine seedlings. However, a growth rate of seedlings was low.
KEYWORDS: *Citrus spp*., Gessing, sulfur.

INTRODUÇÃO

Dentre as espécies de citros cultivadas no Brasil, destaca-se, também, a produção da tangerina Satsuma (*Citrus unshiu Marc*.), que é bem adaptada ao clima e ao solo das regiões Sul e Sudeste do País, isso fez do Brasil o terceiro maior produtor de tangerinas do mundo, com aproximadamente 52 mil hectares plantados produzindo um milhão de toneladas(FAO, 2016).Com o aumento da produtividade nas lavouras de citros, com o melhoramento e obtenção de novas cultivares de porta-enxerto e enxerto associados com novas técnicas de manejo do solo e tratos culturais das plantas, Com isso, as plantas passaram a exigir mais nutrientes, necessitando de reposição dos mesmo para a manutenção da fertilidade do solo. (GIORGETTI, CASTRO e MANCUSO, 2015). A calagem, predominantemente realizada através da aplicação de calcário agrícola, é eficiente em corrigir a acidez e fornecer Ca^{2+} e Mg^{2+} para a camada superficial do. Porém, nos sistemas conservacionistas de cultivo, que pregam a conservação da matéria orgânica e manutenção de cobertura viva e morta na superfície do solo, com o mínimo revolvimento possível do solo, a acidez em subsuperfície prejudica o crescimento do sistema radicular em profundidade, especialmente devido à toxidez de Al^{3+} e deficiência de Ca^{2+} . Neste caso, o uso do gesso agrícola ($CaSO_4.2H_2O$), é uma forma de fornecer Ca^{2+} e S- SO_4^{2-} e neutralizar o Al^{3+} tóxico em subsuperfície, que favorece o crescimento do sistema radicular em profundidade, aumentando a tolerância das plantas ao estresse hídrico e melhorando a eficiência na absorção de nutrientes, especialmente aqueles considerado móveis, como o ânion NO_3^-.(RITCHEY e SOUSA, 1997; SILVA et al., 1997; SOUSA et al., 2005; SOUSA et al., 2007) Diferentemente da calagem, o pH da solução do solo praticamente não muda com a prática da gessagem.O objetivo deste trabalho foi estudar a fertilidade do solo e crescimento de mudas de tangerina Satsuma em sistema de cultivo orgânico de produção, em função da aplicação de gesso agrícola neste sistema.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi realizado com mudas de tangerina Satsuma, em sistema de cultivo orgânico com manejo de plantas de cobertura nas entrelinhas. O experimento foi instalado no campo

experimental do Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), município de Guarapuava-PR. De acordo com a classificação de Köppen-Geiger, na região predomina o clima temperado de altitude – Cfb, com temperaturas médias menores que 18 e 22º C nos meses mais frio e mais quente, respectivamente. A área experimental apresenta topografia plana, e o solo classificado como Latossolo Bruno Distrófico de textura muito argilosa. As mudas de tangerina Satsuma, sobre porta-enxerto citrumelo Swingle [*Citrus paradisi Macf.* X *Poncirus trifoliata* (L.)], foram plantadas em meados de setembro de 2017, espaçadas em 3 × 7 m (distância entre plantas na linha de plantio x distância na entrelinha), sendo que o experimento foi composto de quatro linhas com 10 plantas cada, totalizando 40 plantas, e ocupando uma área total de 840 m^{2}. Para o plantio das mudas foram abertas covas de dimensões 40 × 40 cm, sendo misturado ao solo das covas as quantidades de 3,75 kg $cova^{-1}$ de "cama de frango" (fonte de adubo orgânico) e 1,25 kg cova de fosfato natural reativo moído. Logo após o plantio das mudas de tangerina, foi adicionado os tratamentos de gesso agrícola, composto pelas doses 0 (sem gesso) e 6 Mg ha^{-1} , aplicado a lanço em área total (exceto na região da coroa das mudas de tangerina), sem incorporação. Assim, o delineamento experimental foi em DIC com oito repetições, composto por dois tratamentos de gesso.Nas mudas de tangerina foram feitas as seguintes avaliações: altura de planta e diâmetro do caule na região do colo em três épocas, 34, 132 e 206 dias após plantio (DAP). Em 31 de agosto de 2018 foram feitas amostragem de solo nas entrelinhas das parcelas com e sem gesso, estratificadas em cinco camadas (0-10, 10-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de profundidade). Para cada camada foram retiradas três amostras simples e homogeneizadas para compor uma amostra composta da parcela, perfazendo 40 amostras (8 parcelas com 5 profundidades).Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de médias ($p < 0,05$), com auxílio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todas as camadas de solo estudadas, o valor de pH ($CaCl_{2}$) do solo não variou significativamente com a aplicação do gesso agrícola. O gesso agrícola não é um corretivo de acidez de solo, embora alguns trabalhos mostram que, na prática, possa ocorrer pequenas variações de pH devido à ação do gesso agrícola com o tempo. Em experimento realizado por Souza et al. (2012), também não se verificou alteração no pH com a aplicação de gesso, mesmo após um período de 55 meses. Em geral, os valores de pH do solo foram baixos,

[1]Estudante de agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste,taliaaks@gmail.com.
[2] Mestrando em agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR.
[3]Estudante de agronomia, Centro Universitário Campo Real, Guarapuava - PR.
[4] Estudante de agronomia, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR.
[5] Professor doutor orientador, Universidade Estadual do Centro Oeste, Guarapuava - PR.

considerando que foi aplicado o calcário agrícola aproximadamente 12 meses antes da análise de solo. Todas as mudas apresentaram crescimento, desenvolvimento e teores de clorofilas próximos entre os tratamentos sem e com gesso, não sendo verificado diferença estatística. Analisando as variações de altura de planta e diâmetro do caule entre as três épocas avaliadas. Enfatiza que neste trabalho não foi feita nenhuma adição de fertilizantes químicos com nutrientes prontamente disponíveis.

CONCLUSÕES

Após 12 meses, em relação a fertilidade do solo o gesso agrícola não afetou os valores de pH da solução do solo, reduziu e aumentou os teores de Al^{3+} e S - SO_4^{2-} da camada superficial do solo, respectivamente, e elevou os teores de Ca^{+2} e P-Mehlich da camada subsuperficial do solo. Em relação ao crescimento das mudas de tangerina a gessagem não afetou significativamente, mas, elevou o teor de S nas folhas, consequente da maior disponibilidade deste nutriente no solo. Em geral, a calagem (realizada em área total), fosfatagem com fosfato natural reativo (realizada em área total e posteriormente nas covas de plantio) e as adubações orgânicas (realizadas nas covas de plantio) não foram suficientes para aumento da taxa de crescimento das mudas.

REFERÊNCIAS

MÜLLER, M. M. L.; TORMENA, C. A.; GENÚ, A. M.; KRAMER, L. F. M.; MICHALOWICZ, L.; CAIRES, E. F. Structural Quality of a No-Tillage Red Latosol 50 Months After Gypsum Aplication**,** Rev Bras Cienc Solo**,** 2012;36: 1005-1013.

SILVA M. A. C. et al. Aplicação superficial de calcário em pomar de laranjeira pêra em produção. Rev Bras Frutic, Jaboticabal – SP,2009; 29: 606-612.

SANCHES A. C.; SILVA, A. P.; TORMENA. C. A.; RIGOLIN, A. T. Impacto do cultivo de citros em propriedades químicas, densidades do solo e atividade microbiana de um podzólico vermelho-amarelo. Rev Bras de Cien Solo**;**1999:91-99.

CONDUTIVIDADE ELÉTRICA E ATRIBUTOS FÍSICOS DE LATOSSOLO BRUNO EM SISTEMAS DE MANEJO MECÂNICO E BIOLÓGICO

Leandro Rampim[1], Jhonatan Spliethoff[2], Cristiano Andre Pott[1], Perivaldo Matheus Conrado[3], Aline Mariele Czekalski[3], Vitor Hugo Outeiro[3]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi analisar correlações entre a condutividade elétrica aparente do solo com os atributos físicos e produção vegetal em Latossolo Bruno submetido a diferentes sistemas de manejo. O experimento foi conduzido na Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, em parcelas subsubdivididas organizadas em esquema fatorial 2 x 2 x 3, sendo com ou sem escarificação, semeadura com disco duplo ou haste sulcadora e cobertura (pousio, nabo forrageiro e aveia preta), respectivamente. A avaliação foi realizada por medição da condutividade elétrica aparente, com equipamento Veris CE da marca Stara®. Concomitante a isso, fez-se avaliação dos atributos de qualidade física do solo, como: velocidade de infiltração básica de água, porosidade total do solo, macroporosidade, microporosidade e densidade do solo. Calculou-se o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis físicas e a condutividade elétrica do solo. A condutividade elétrica aparente do solo não apresenta correlação com os atributos físicos do solo: densidade do solo, Velocidade de infiltração básica de água no solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade de Latossolo Bruno de textura muito argilosa ao estudar diferentes sistemas de manejos, envolvendo escarificação, disco duplo ou haste sulcador e adubos verdes.

PALAVRAS-CHAVE: compactação, Veris, agricultura de precisão.

INTRODUÇÃO

A avaliação e o monitoramento das propriedades físicas do solo são cruciais para fazer a gestão e a manutenção da sustentabilidade dos sistemas agrícolas (Oliveira et al., 2013). Nesse contexto, a agricultura de precisão (AP) pode auxiliar os agricultores na tomada de decisões de gestão para diferentes sistemas visto que, com suas ferramentas é possível fazer o levantamento da variabilidade espacial do solo nas áreas agrícolas (Bernardi et al., 2014).

Dentre as ferramentas de agricultura de precisão disponíveis para avaliar essa

[1]Professor Adjunto B, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), lrampim@unicentro.br, cpott@unicentro.br
[2]Doutorando Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), jhonatanspliethoff@hotmail.com
[3]Mesntrado(a) PPGA, UNICENTRO, perivaldomattheus@gmail.com, alinemarieleczkalski@gmail.com, vitorhugooutEiro@yahoo.com.br

variabilidade espacial do solo, a medição da condutividade elétrica aparente do solo tem-se mostrado bastante interessante, pois apresenta correlação com diversos atributos físicos do solo (Machado et al., 2016). Peralta e Costa (2013), ao estudarem as relações da condutividade elétrica aparente do solo, demonstraram que essa ferramenta foi eficiente em determinar zonas de manejo de solos argentinos com diferentes texturas. Corassa et al. (2016) ao estudarem Latossolo Vermelho Distrófico, observaram correlação positiva da condutividade elétrica aparente com produtividade do milho.

Tendo em vista que a maioria das técnicas de avaliação da qualidade física do solo apresentam grandes dificuldades de avaliação, o presente trabalhou buscou avaliar dinâmica e relações da condutividade elétrica aparente do solo com os atributos físicos Latossolo Bruno de textura muito argilosa submetido a diferentes sistemas de manejos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na FAZESC, Fazenda Escola da Universidade Estadual do Centro Oeste – UNICENTRO, Guarapuava – PR, com altitude de 1.100 m. O experimento foi executado a campo no período de maio de 2017 a dezembro de 2018, em sistema de semeadura direta (SSD) em solo classificado como Latossolo Bruno.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com parcelas sub-subdivididas, organizadas em esquema fatorial 2 x 2 x 3, com quatro repetições, totalizando 48 unidades experimentais (U.E.). Os fatores avaliados foram: escarificação (área com ou sem escarificação) nas parcelas, associado a semeadura de milho, sendo sistema disco duplo (DD) ou haste sulcadora (HS) nas subparcelas e cobertura do solo nabo forrageiro, aveia preta, pousio, que foram sucedido por aveia preta + nabo forrageiro; aveia preta + nabo forrageiro + ervilhaca comum + tremoço azul + centeio e pousio, respectivamente nas subsubsuparcelas.

Foi realizado a avaliação da Condutividade Elétrica aparente do solo (CEa) com equipamento Veris CE Stara® aos 360 e 480 dias após escarificação (DAE).

Também foi realizado a avaliação da Densidade do solo (DS), Macroporosidade (MA), Microporosidade (MI) e Porosidade total (PT) sendo utilizada a metodologia das amostras indeformadas do solo, coletadas com anéis volumétricos de 100 cm^3 nas camadas de 0,0-0,1, 0,1-0,2, 0,2-0,3 m, além da avaliação de Velocidade de Infiltração Básica de água no solo (VIB).

Os dados das variáveis coletadas foram submetidos à análise de variância, teste de médias e análise de correlação de Pearson.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os diferentes sistemas de manejo afetaram a densidade do solo, porosidade total, macroporosidade, microporosidade e velocidade de infiltração básica de água no solo aos 360 e 480 dias após escarificação (DAE) em função dos manejos, entretanto, a condutividade elétrica aparente (CEa) não identificou tais diferenças (Tabela 1).

Tabela 1. Correlação de Pearson entre a condutividade elétrica aparente (CEa) e os atributos físicos de Latossolo Bruno. Guarapuava/PR, 2019.

	360 DAE	480 DAE
CE x VIB	0,14^{ns}	0,16^{ns}
CE x PT	0,18^{ns}	-0,13^{ns}
CE x MI	0,09^{ns}	0,04^{ns}
CE x MA	0,09^{ns}	-0,11^{ns}
CE x DS	0,27^{ns}	0,18^{ns}
VIB x PT	0,16^{ns}	-0,14^{ns}
VIB x MI	-0,38^{ns}	-0,01^{ns}
VIB x MA	0,36^{ns}	-0,07^{ns}
VIB x DS	-0,36^{ns}	0,21^{ns}
PT x MI	0,03^{ns}	0,09^{ns}
PT x MA	0,78**	0,48^{+}
PT x DS	-0,58**	-0,47^{+}
MI x MA	-0,60**	-0,83**
MI x DS	0,36**	0,25^{ns}
MI x PRP	0,10^{ns}	0,07^{ns}
MA x DS	-0,69**	-0,48^{+}

CEa: condutividade elétrica aparente; VIB: velocidade de infiltração básica de água; PT: porosidade total; MI: microporsidade; MA: macroporosidade; DS: densidade do solo; 360 DAE e 480 DAE (Dias após escarificação). ^{ns}: não significativo; ($^{+}$) 10 %; e (**) 1 % de probabilidade de erro.

Além disso, ocorreu diferenças expressivas no comportamento dos atributos físicos aos 360 DAE e 480 DAE. Essas diferenças ao longo do tempo estão associadas ao poder de resiliência do solo em função dos seus ciclos de contração e expansão (Gubiani et al., 2015). Estudos mostram que em 180 dias após a escarificação, um Latossolo Vermelho recupera suas propriedades físicas como densidade e porosidade e em 540 dias, sua resistência à

[1]Professor Adjunto B, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), lrampim@unicentro.br, cpott@unicentro.br
[2]Doutorando Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGA), Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), jhonatanspliethoff@hotmail.com
[3]Mesntrado(a) PPGA, UNICENTRO, perivaldomattheus@gmail.com, alinemarieleczkalski@gmail.com, vitorhugooutеiro@yahoo.com.br

penetração (Drescher et al., 2016).

Na CEa, aos 360 dias após escarificação, verificou-se que a CEa não foi capaz de capturar as diferenças de manejo realizadas no experimento. Contudo, Medeiros et al. (2018) sugere que a condutividade elétrica aparente possa ser utilizada especificamente para determinar zonas de manejo de solo, já que esta é sensível ao tipo de solo.

CONCLUSÕES

A condutividade elétrica aparente do solo não apresenta correlação com os atributos físicos do solo: densidade do solo, Velocidade de infiltração básica de água no solo, porosidade total, macroporosidade e microporosidade de Latossolo Bruno de textura muito argilosa ao estudar diferentes sistemas de manejos, envolvendo escarificação, disco duplo ou haste sulcador e adubos verdes.

AGRADECIMENTOS

Agradecimentos aos órgãos de fomento Fundação Araucária, SENAR/PR, SETI/PR, CNPQ, CAPES, pelo suporte financeiro.

REFERÊNCIAS

Bernardi AC de C, Naime JM, Resende A V, Bassoi LH, Inamasu RY. Agricultura de precisão: resultados de um novo olhar.Embrapa. Brasilia, DF. 2014.

Drescher MS, Reinert DJ, Denardin JE, Gubiani PI, Faganello A, Drescher GL. Duração das alterações em propriedades físico-hídricas de Latossolo argiloso decorrentes da escarificação mecânica. Pesq Agropec Bras, 2016; 51:159-168.

Gubiani PI, Lier Q de J Van, Drescher MS, Mezzomo HC, Veiga CMC. Relação entre densidade do solo e conteúdo de água em repetidos ciclos de contração e expansão em um Latossolo. Rev Bras Cienc Solo, 2015; 39:100-108.

Machado Siqueira G, Dafonte Dafonte J, Paz González A, Valcarcel Armesto M, Farias de França Silva Ê, Karlla Lima Costa M, Alves Silva R. Measurement of apparent electrical conductivity of soil and the spatial variability of soil chemical properties by electromagnetic induction. Afr J Agric Res, 2016; 11:3751-3762.

Medeiros WN, Valente DSM, Queiroz DM de, Pinto F de A de C, Assis IR de. Apparent soil electrical conductivity in two different soil types. Rev Cienc Agron, 2018; 49:43-52.

Peralta NR, Costa JL Delineation of management zones with soil apparent electrical conductivity to improve nutrient management. Comput Electron Agr, 2013; 99:218-226.

CONTROLE DA ACIDEZ DE UM CAMBISSOLO HÁPLICO APÓS APLICAÇÃO SUPERICIAL DE CORRETIVOS MICRONIZADOS, SOB PLANTIO DIRETO

Jéssica Alves Nogaroli[1], Adriel Ferreira da Fonseca[2]

RESUMO: Objetivou-se com esse trabalho, avaliar os valores de pH e saturação por bases (V), ao longo de 45 meses, após a aplicação superficial e sem incorporação de corretivos, nas camadas do solo. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em parcelas subdivididas com quatro repetições. Nas parcelas foram estudados quatro corretivos (calcário dolomítico – CD, calcita micronizada granulada – CMG, dolomita micronizada granulada – DMG, e suspensão carbonatada – SC). Nas subparcelas, além do controle, foram estudadas doses dos corretivos visando elevar a V para 50, 70 e 90 %. Foram coletadas amostras de solos das camadas 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm, ao longo do tempo (0, 5, 11, 23, 34 e 45 meses) e determinados os atributos de fertilidade. Os CMG, DMG e SC quando comparados ao CD foram mais eficientes em aumentar e manter pH e V ao longo do tempo, somente na camada de 0-5 cm. Os CMG, DMG e SC, embora tenham maior finura que o CD, foram ineficientes no controle da acidez abaixo da camada de 0-5 cm. As doses de corretivos mais recomendada para um Cambissolo Háplico, deve elevar a V entre 50 e 70 %. OS CMG, DMG e SC apresentaram menor diferença entre a V estimada e obtida, na camada de 0-5 cm do que CD.

PALAVRAS-CHAVE: reação do solo, corretivos peletizados, corretivos fluidos.

INTRODUÇÃO

Em plantio direto (PD), o controle da acidez do solo ocorre com aplicação superficial de corretivos, sem incorporação. A reação do corretivo, portanto, é lenta e gradual para corretivos comuns, como por exemplo, o calcário dolomítico (CD). Alternativamente, têm-se os corretivos micronizados – calcita micronizada granulada (CMG), dolomita micronizada granulada (DMG) e suspensão carbonatada (SC) – os quais controlam a acidez e são fontes de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) para o sistema solo-planta (Dos Santos et al., 2016a,b). As principais características dos CMG, DMG e SC são reação rápida (<30 dias) e partículas pequenas (1,9 a 6,6 μm); e podem se apresentar peletizadas, como CMG e DMG ou em suspensão com água (fluida), como a SC – após micronização do carbonato de Ca.

A partir disso, as hipóteses são que, em solos com alto poder tampão e carga variável (como o Cambissolo), os CMG, DMG e SC, aplicados na superfície e sem incorporação,

[1]Professora, Tuiuti - Campus Barigui, R. Sydnei A.R. Santos, 238, Curitiba, jessica_jas@icloud.com.
[2]Professor, UEPG - Campus Uvaranas, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Ponta Grossa.

podem ser mais eficientes do que CD, aumentando o pH e a V abaixo do ponto de aplicação (subsolo). Portanto, o objetivo deste estudo foi mensurar os valores de pH e V, ao longo de 45 meses após aplicação superficial (sem incorporação) de corretivos, no perfil de um Cambissolo Háplico, sob PD.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em um Cambissolo Háplico, em Palmeira (PR). Antes da instalação, o solo apresentava, na camada 0-20 cm: 4,3 de pH ($CaCl_2$); 145,6 $mmol_c$ dm^{-3} de capacidade de troca catiônica (CTC) e 29 % de V. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcela subdividida, com quatro repetições. Nas parcelas (384 m^2) foram estudados quatro corretivos (calcário dolomítico – CD, calcita micronizada granulada – CMG, dolomita micronizada granulada – DMG, e suspensão carbonatada – SC). Nas subparcelas (96 m^2) além do controle, foram estudadas doses dos corretivos visando elevar a V para 50, 70 e 90 %. O poder relativo de neutralização total (PRNT) de CD, CMG, DMG e SC foi de 952, 963, 1006 e 770 g kg^{-1}, respectivamente. Todo os corretivos foram aplicados em área total, na superfície do solo, sem incorporação, uma única vez em junho/2012.

Após a aplicação dos corretivos, no decorrer do período de junho/2012 a março/2016, a área foi cultivada com trigo (2012 e 2014), soja (2012/13 e 2014/15), aveia preta (2013 e 2015) e milho (2013/14 e 2015/16). Amostras de solo das camadas de 0-5, 5-10, 10-20, 20-40 e 40-60 cm foram coletadas após 0 (início), 5 (após trigo/2012), 11 (após soja 2012/13), 23 (após milho 2013/14), 34 (após soja 2014/15) e 45 (após milho 2015/16) meses da aplicação dos corretivos. Essas amostras foram secas a 40ºC, durante 48 horas, moídas e peneiradas (2,0 mm). Em seguida, foram determinados os valores de pH, H+Al, Ca, Mg e potássio (K) trocáveis de acordo com os métodos regionais (Pavan et al., 1992) e a V foi calculada levando em consideração os valores de H+Al, Ca, Mg e K trocáveis.

A análise estatística foi realizada utilizando o SAS (SAS, 2004) e os seguintes comandos: variância: PROC GLM e teste de Tukey ($\alpha = 0,05$) para comparar os corretivos; regressão: PROC REG para ajustar as doses; perfil: PROC GLM e REAPEATED para comparar os efeitos de doses, corretivos e meses.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve interações entre os corretivos, doses e meses após a aplicação nos valores de pH e V, geralmente na camada 0-5 cm e por isso, será a única camada apresentada (Figura

1). Os CM (CMG < DMG < SC) aumentaram o pH e a V a partir de 5 meses, enquanto o CD aumentou a partir de 23 meses, em todas as doses aplicadas. Assim, a CMG, DMG e SC apresentaram maior reatividade do que CD, em um Cambissolo Háplico sob PD. No entanto, após 23 meses, os CMG, DMG e SC apresentaram ligeiro decréscimo no pH e V, indicando menor efeito residual do que CD.

Mesmo que a CMG, DMG e SC apresentem partículas de finura muito inferior ao CD (CM: 1,91 a 6,58 µm e CD: 269 µm) este fato não favoreceu sua reação na camada 5-60 cm. A ausência da reação (5-60 cm do solo) pode ser atribuída: (i) a maior acidez potencial (Rheinheimer et al., 2018), (ii) a dissolução/dissociação afastada da zona de acidez; (iii) a limitada neutralização nos grupos funcionais (Vargas et al., 2019); e (iv) o poder tampão é influenciado pelos óxidos e hidróxidos (Cho et al., 2019).

No entanto, no PD, a V estimada não é alcançada em toda a camada 0-20 cm, mas apenas, em algumas partes, como na camada 0-5 cm. Nesse trabalho, foi observado que a diferença entre o V estimado e o medido é menor com CMG, DMG e SC do que com CD. Desta forma, a CMG, DMG e SC apresentam maior eficiência de reatividade. Além disso, as doses dos corretivos visando V entre 50-70% apresentaram melhores resultados. Isso indica que, para o Cambissolo Háplico, a dose visando V a 70%, comumente utilizada em Latossolo, pode não ser a mais recomendada.

CONCLUSÕES

A CMG, DMG e SC aumentam e mantém os valores de pH e V, apenas na camada de 0-5 cm, durante 5 a 23 meses após a aplicação superficial, sem incorporação, em um Cambissolo Háplico, sob PD. No entanto, as partículas finas da CMG, DMG e SC não favorecem a sua reação na camada de 5-60 cm do solo. A dose de corretivo, mais recomendada para um Cambissolo Háplico, deve visar a V entre 50 e 70%. A diferença entre a V estimada e medida é menor em solo com CMG, DMG e SC do que com CD, principalmente na camada de 0-5 cm.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq, a CAPES, a Omya do Brasil e a UEPG (C – LABMU).

REFERÊNCIAS

Cantarella H, Van Raij B, Quaggio JA. Soil and plant analyses for lime and fertilizer recommendations in Brazil. Commun Soil Sci Plant Anal. 1998; 29:1691-1706.

Cho S, Dinwoodie G, Fu Y, Abboud S, Turchenek L. An assessment of long-term soil acidification trends in Alberta, Canada. Ecol Indic. 2019; 98: 712–722. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.11.020

[1]Professora, Tuiuti - Campus Barigui, R. Sydnei A.R. Santos, 238, Curitiba, jessica_jas@icloud.com.
[2]Professor, UEPG - Campus Uvaranas, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, Ponta Grossa.

Dos Santos JA, Da Fonseca AF, Zocco D, Vieira I. Exchangeable cations and available phosphorus in soils with variable charge after application of special liming materials. Afr. J. Agric. Res. 2016a; 11: 2744-2760. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11128

Dos Santos JA, Da Fonseca AF, Zocco D, Vieira I. Special liming materials for acidity control of soils with variable charge. Afr. J. Agric. Res. 2016b; 11: 2920-2936. https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11127

Havlin JL, Tisdale SL, Nelson WL, Beaton JD. Soil Fertility and Nutrient Management: An Introduction to Nutrient Management, 8th ed. Pearson, Upper Saddle River, New Jersey. 2014.

Pavan et al. Manual de análise química do solo e controle de qualidade, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina. 1992.

Rheinheimer DS, Tiecher T, Gonzatto R, Zafar M, Brunetto G. Residual effect of surface-applied lime on soil acidity properties in a longterm experiment under no-till in a Southern Brazilian sandy Ultisol. Geoderma. 2018; 313: 7–16. http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2017.10.024

SAS System. SAS Institute Inc. SAS OnlineDoc® 9.1.2. Cary, NC: SAS Institute. 2004.

Vargas JPR, Santos DR, Bastos MC, Schaefer G, Parisi PB. Application forms and types of soil acidity corrective: Changes in-depth chemical attributes in long-term period experiment. Soil Till Res. 2019; 185: 47-60. https://doi.org/10.1016/j.still.2018.08.014

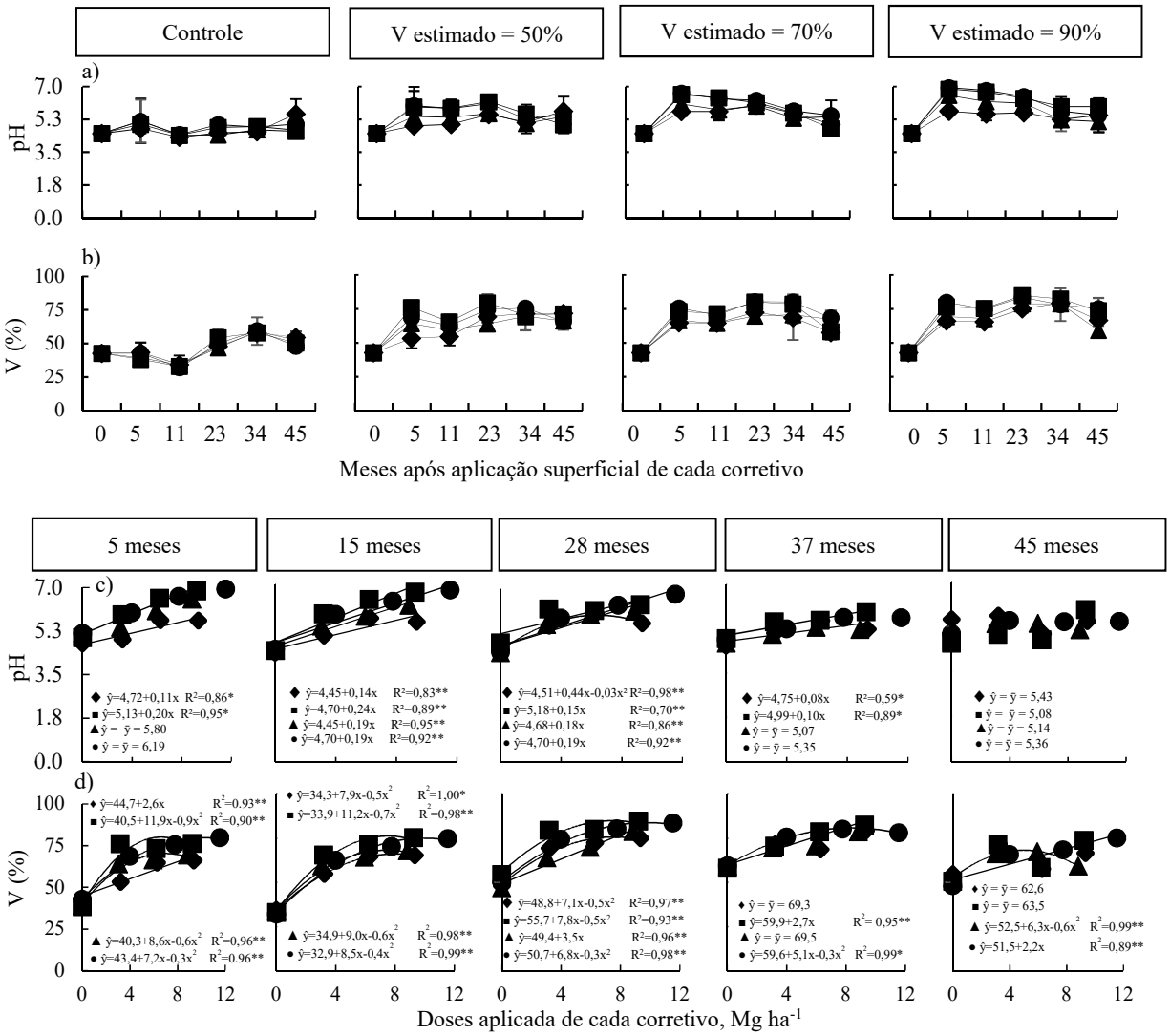


Figura 1. Valor de pH e de saturação por bases (V) (a e b: *n*=16±DP e c e d: *n*=4) de um Cambissolo Háplico após 5, 11, 23, 34 e 45 meses após a aplicação superficial de corretivos nas doses visando V para 50, 70 e 90% mais o tratamento controle, na camada 0-5 cm. (♦) Calcário dolomítico. (■) Calcita e (▲) Dolomita micronizada granulada. (●) Suspensão carbonatada. *: P < 0.05. **: P < 0.01.

USO DA COMPOSIÇÃO MINERAL COMO INDICADOR DE CONTAMINAÇÃO POR SOLO NA SILAGEM PRODUZIDA NO BRASIL

Eloá Moura Araujo[1], Patrick Schmidt[2], Julierme Zimmer Barbosa[3]; Charles Ortiz Novinski[4]; Elinton Weinert Carneiro[5], Antônio C. V. Motta[6].

RESUMO: O Brasil é um dos maiores produtores de leite e carne do mundo. A silagem de milho é um importante recurso, complementando o pasto e garantindo o alto desempenho animal ao longo do ano. Nosso objetivo foi avaliar a composição mineral das silagens de milho produzidas em quatro estados do Brasil: Goiás, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina. O conteúdo total dos elementos foi extraído por digestão assistida por micro-ondas e a determinação de 31 elementos foi conduzida em espectrômetro de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). A forte e consistente correlação observada entre os elementos Fe e Ti nas amostras de silagem indicaram uma prevalente contaminação por solo nas amostras. A análise canônica discriminou com sucesso as amostras de acordo com sua origem, reforçando a hipótese de que a composição elementar é um efetivo indicador de contaminação. A fim de garantir a qualidade da silagem, os agricultores devem usar estratégias para reduzir o contato e retenção do solo durante o processo de ensilagem.
PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays* L., qualidade, ICP-MS.

INTRODUÇÃO

A silagem tem sido a principal forma de conservação de forragens (Daniel et al., 2019) e a silagem de milho é conhecida como uma das melhores opções como suplemento alimentar devido seu alto rendimento, qualidade e aceitabilidade (Bernardes e Rêgo, 2014). Segundo Daniel et al. (2019), o Brasil possui aproximadamente 4 milhões de hectares de milho para a produção de silagem.

A contaminação por solo na silagem é uma situação bem conhecida (Pontes et al., 2018). Bernardes e Rêgo (2014) descobriram que mais de 80% dos agricultores usam o solo para cobrir o filme plástico após a selagem do solo. Este procedimento diminui as perdas e preserva melhor a qualidade nutricional da silagem, pois a cobertura é mais efetiva no

[1]Pós-doutoranda, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR, eloamoura@usp.br.
[2]Professor Associado, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR.
[3]Professor, Centro Universitário Ingá, Rod. PR 317, 6114 Parque Industrial 200, CEP 87035-510, Maringá/PR.
[4]Doutorando, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR.
[5]Professor, Universidade do Oeste de Santa Catarina, R. Dirceu Giordani, 696, CEP 89820-000, Xanxerê /SC.
[6]Professor Associado, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR.

controle do aquecimento da silagem. No entanto, isso pode aumentar o risco de contaminação da silagem pelo solo. Geralmente o Fe presente no solo se encontra em uma forma pouco solúvel e de baixa acessibilidade, mas o baixo pH encontrado na silagem promove a redução do Fe, aumentando sua solubilidade e bioacessibilidade, constituindo um risco para os animais que se alimentam de silagens altamente contaminadas (Hansen e Spears, 2009).

Apesar da grande relevância, faltam informações sobre a composição mineral da silagem de milho produzida no Brasil. Nosso objetivo foi quantificar a composição elementar das silagens de milho produzidas em MG, SC, PR e GO e testar essa forma de *fingerprint* como indicador de contaminação por solo.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletadas amostras de silagem de milho em quatro importantes bacias leiteiras do país, entre maio e setembro de 2010, sendo: sudoeste do estado de Goiás-GO (n = 14); sul do estado de Minas Gerais-MG (n = 20); Toledo, no estado do Paraná-PR (n = 19); oeste do estado de Santa Catarina-SC (n = 20).

Após secas e moídas (< 1mm), as amostras foram digeridas em HNO_3 e H_2O_2 assistida em micro-ondas. A análise multi-elementar foi conduzida em espectrofotômetro de massa com plasma acoplado indutivamente (ICP-MS). Foram determinados macro, micro e elementos potencialmente tóxicos.

Para acessar as interações entre os elementos foram obtidas correlações de Pearson ($p < 0.05$). Para investigar os relacionamentos entre os quatro grupos de amostras, foi realizada uma análise de correlação canônica (Statistica, versão 8.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com as análises de correlação realizadas (Figura 1), é possível observar uma forte correlação entre Fe, Al, Ti e V, sugerindo que o Fe e Al encontrados nas amostras de silagem vêm principalmente da contaminação pelo solo. Para confirmar essa hipótese e estudar a relação dos quatro grupos de amostras (MG, GO, PR e SC), foi realizada uma análise canônica (Figura 2), que confirmou a análise de ANOVA (dados não mostrados) realizada e as correlação previamente observadas: os níveis de Fe, Al, Ti e V foram os mais determinantes na formação das varáveis canônicas e os níveis destes elementos se distinguiram de acordo com o estado de origem.

O Ti apresenta forte característica litofílica, e seu conteúdo em plantas é geralmente

inferior a 7 mg kg^{-1} (Kabata-Pendias, 2010). Desta forma, Ti tem sido identificado como um indicador válido de contaminação por solo em amostras de plantas devido à sua abundância no solo e absorção insignificante pelas plantas (Cook et al., 2009). Assim, para as amostras de silagem estudas, o teor de Ti foi um importante indicador de contaminação pelo solo em silagens de milho no Brasil.

CONCLUSÕES

Neste trabalho, 73 amostras de silagem de milho foram coletadas em quatro dos mais importantes estados produtores de leite do Brasil (Goiás, Minas Gerais, Paraná e Santa Catarina). Os altos níveis de Fe dectados sugeriram a ocorrência de contaminação por solo nas silagens. Essa hipótese foi confirmada pela forte correlação entre os teores de Fe e Ti e estado de origem. Diante da prevalente contaminação por solo observada, sugere-se que os produtores devem considerar a adoção de estratégias para controlar a entrada do solo no processo de ensilagem uma vez que essa contaminação pode reduzir a qualidade geral do material produzido.

REFERÊNCIAS

Bernardes, T.F., Rêgo, A.C., 2014. Study on the practices of silage production and utilization on Brazilian dairy farms. J. Dairy Sci. 97, 1852–1861. doi:10.3168/jds.2013-7181

CONAB (2018). The National Supply Company. Disponível em: http://www.conab.gov.br. Acesso em: 04/04/2019.

Cook, L.L., McGonigle, T.P., Inouye, R.S., 2009. Titanium as an Indicator of Residual Soil on Arid-Land Plants. J. Environ. Qual. 38, 188. doi:10.2134/jeq2007.0034

Costa, N.R., Andreotti, M., Alexandre, C., Crusciol, C., Gustavo, C., 2017. Yield and nutritive value of the silage of corn intercropped with tropical perennial grasses 63–73. doi:10.1590/S0100-204X2017000100008

Daniel, J.L.P., Bernardes, T.F., Jobim, C.C., Schmidt, P., Nussio, L.G., 2019. Production and utilization of silages in tropical areas with focus on Brazil * 1–13. doi:10.1111/gfs.12417

Hansen, S.L., Spears, J.W., 2009. Bioaccessibility of iron from soil is increased by silage fermentation 2896–2905. doi:10.3168/jds.2008-1933

Kabata-Pendias, A., 2010. Trace Elements in Soils, 4th ed. John Wiley & Sons, Ltd, Chichester, UK. doi:10.1002/9781444319477

Pontes, L. da S., Tullio, G.F., Martins, A. de S., Moletta, J.L., Porfírio-da-Silva, V., 2018. Corn yield for silage and grains in different integrated crop-livestock 315–323. doi:10.5935/1806-6690.20180036

[1]Pós-doutoranda, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR, eloamoura@usp.br.
[2]Professor Associado, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR.
[3]Professor, Centro Universitário Ingá, Rod. PR 317, 6114 Parque Industrial 200, CEP 87035-510, Maringá/PR.
[4]Doutorando, Departamento de Zootecnia, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR.
[5]Professor, Universidade do Oeste de Santa Catarina, R. Dirceu Giordani, 696, CEP 89820-000, Xanxerê /SC.
[6]Professor Associado, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, R. dos Funcionários 1540, CEP 80035-050, Curitiba/PR.

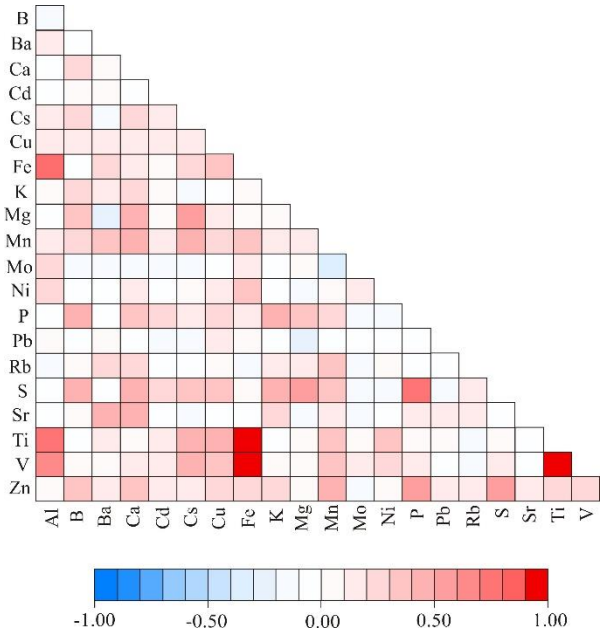


Figure 1. Correlações de Pearson entre as concentrações dos elementos determinados em silagens de milho provenientes do Brasil.

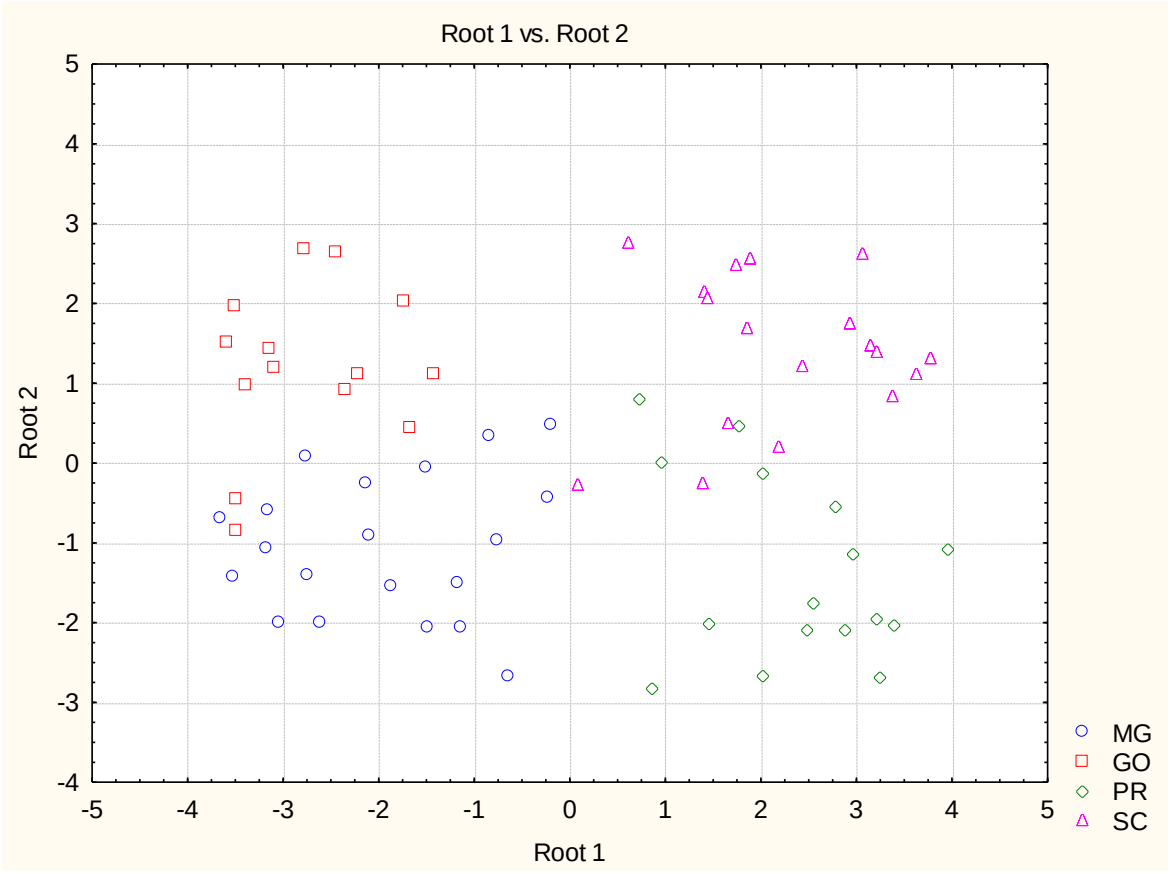


Figure 2. Análise canônica das amostras de silagem de Minas Gerais (MG), Goiás (GO), Paraná (PR) e Santa Catarina (SC).

AVALIAÇÃO DA COMPACTAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO

Tiago Moroni Wizintener[1], Eduardo Moscateli[2], Aline Roberta de Carvalho Silvestrin[3]

RESUMO: O uso do solo com a agricultura e o manejo inadequado podem alterar a estrutura do solo, resultando em compactação. O objetivo deste estudo foi avaliar a compactação do solo, por meio da resistência do solo à penetração, em diferentes sistemas de produção. O experimento ocorreu na Fazenda Gralha Azul (PUCPR) e constou na avaliação da resistência do solo à penetração em plantio milho e soja em sistema convencional, berinjela, pomar de maçã, área de pousio há 2 anos e pastagem de Tifton 85. Considerando as camadas superficiais do solo, as áreas com cultivo de milho e berinjela apresentaram os menos valores, enquanto a pastagem apresentou os maiores. A resistência do solo aumentou em profundidade em todos os tratamentos, com exceção da pastagem. Conclui-se que o manejo do solo influencia a resistência do solo à penetração, sendo a pastagem perene o sistema de maior impacto.

PALAVRAS-CHAVE: Compactação do solo, plantio convencional, pastagem perene.

SOIL COMPACTION EVALUATION IN DIFFERENT AGRICULTURAL PRODUCTION SYSTEMS

ABSTRACT: The use of the soil in agriculture and its inadequate management can alter soil structure, resulting in compaction. The objective of this study was to evaluate soil compaction through soil resistance to penetration, in different production systems. The experiment was carried out at Fazenda Gralha Azul (PUCPR) and evaluated soil resistance to corn and soybean planting in conventional system, eggplant, apple orchard, fallow area for 2 years and Tifton 85 pasture. Considering the superficial layers of soil, the maize and eggplant culture areas showed the lowest values, while the pasture presented the highest values. Soil resistance increased in depth in all treatments, with the exception of pasture. It is concluded that soil management influences soil resistance to penetration, with perennial pasture being the most impacted system.

KEYWORDS: Soil compaction, conventional tillage, perennial pasture.

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná. wizintenerctba@gmail.com.
[2]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.
[3]Docente do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.

INTRODUÇÃO

A compactação do solo é um fator prejudicial para a agricultura, gera redução no crescimento radicular das plantas, redução da infiltração de água no solo e favorece os processos erosivos. Segundo Silva (1999), o aumento ou melhora da produção sem deixar o solo compactado é um assunto de grande discussão.

O uso de solo em diferentes sistemas de produção normalmente resulta em alteração da sua estrutura, resultando e compactação, que pode ser relacionados a forças externas como, pisoteio de animais e tráfego de maquinas sobre o local (CAMARGO e ALLEONI, 2006).

O presente estudo teve como objetivo avaliar a resistência do solo em diferentes sistemas de produção agrícola, em diferentes profundidades.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo ocorreu na Fazenda Experimental Gralha Azul, PUC, localizada no município de Fazenda Rio Grande, PR. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico. O estudo ocorreu em março de 2019, com a utilização do penetrômetro de impacto em unidade quilopascal (KPa).

O experimento constou de seis sistemas agrícolas de produção: 1) *Zea mays* (milho) em plantio em sistema convencional; 2) *Solanum melongena* (berinjela); 3) *Pirus malus, L*. (macieira); 4) *Glycine max* (soja) recém colhida em sistema de plantio convencional; 5) área de pousio há dois anos e 6) Pastagem Tifton 85. A resistência do solo à penetração foi avaliada nas profundidades de 5, 10, 15, 20, 25, 30, 35, 40, 45, 50 e 55 cm. Logo em seguida foram retiradas amostras de solos, para determinação de umidade gravimétrica e granulometria do solo (Embrapa, 1997).

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado. As médias foram submetidas ao teste de homogeneidade de Levene's, análise de variância (ANOVA), e as médias com diferenças significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 95%, utilizando o Software STATISTICA 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A umidade gravimétrica obtida nas diferentes áreas foi de 25% na berinjela, 33% na pastagem de Tifton 85, 34% na área de pousio, 30% no pomar de maçã, 35% na soja e 29% no milho. A textura do solo foi classificada com argilosa, com teores de argila variando entre

41 e 55% nas diferentes áreas.

Foram observadas diferenças significativas entre os diferentes sistemas de produção em relação à resistência do solo à penetração (Tabela 1). Analisando as camadas superficiais do solo, onde se encontra maior quantidade de raízes, observou-se que a berinjela e o milho apresentaram menor resistência a penetração, resultado explicado pelo preparo intenso do solo na época anterior ao plantio. O pomar de maçã, soja e a área de pousio apresentaram resistência intermediária. Enquanto a área de pastagem apresentou os maiores valores de resistência do solo, em todas as profundidades, provavelmente devido ao pisoteio constante dos animais, resultando na compactação do solo.

Segundo Rosolem et. al. (1999), valores de resistência do solo iguais ou superiores a 1300 KPa reduzem pela metade o crescimento das raízes seminais adventícias do milho, influenciando no comprimento e quantidade das raízes.

Tabela 1. Resistência do Solo à penetração (KPa) em profundidades de 5, 10, 15, 20...55 cm, nos diferentes meios de cultivo.

Profundidade (cm)	Milho	Beringela	Macieira	Soja	Pousio	Pastagem
5	536,3 a	1077,8 ab	1397,3 b	1111,9 b	961,4 ab	2149,8 c
10	913,9 a	810,1 a	1214,5 a	1066,8 a	1228,6 a	3467,4 b
15	1343,6 b	639,0 a	1336,0 b	1429,3 b	1646,9 b	3387,1 c
20	1371,7 b	781,4 a	1399,5 b	1442,7 b	1872,0 c	3092,3 d
25	1479,1 a	1241,6 a	1351,4 a	1436,5 a	1991,7 b	3658,9 c
30	1483,9 a	1234,8 a	1398,1 a	1515,1 a	2039,2 b	3173,4 c
35	1448,1 a	1240,2 a	1477,5 a	1505,1 a	2019,7 b	2547,0 c
40	1380,0 a	1435,8 a	1500,7 ab	1484,9 a	1878,3 b	2302,6 c
45	1231,5 a	1422,6 a	1426,6 a	1467,7 a	1890,6 b	2313,0 b
50	1171,2 a	1427,4 ab	1330,6 ab	1357,6 ab	1717,4 b	2390,4 c
55	1264,9 a	1444,9 a	1250,9 a	1297,4 a	1575,7 a	2155,6 b

Fonte: Os autores (2019).

O gráfico 1 demonstra a variação da resistência do solo à penetração nos diferentes sistemas de produção, em diferentes profundidades. Observa-se que as áreas que recebem preparo frequente do solo apresentam menor resistência em camadas superficiais e o valor aumenta com o aumento da profundidade analisada. Na área de pastagem a resistência em superfície é alta, aumenta em profundidade e em 55 cm apresenta redução, chegando a valores próximos a superfície.

Segundo Marchão et. al. (2009), a elevada compactação nos solos, onde se tem a criação de animais normalmente está relacionada ao superpastejo, pois a compressão do terreno se torna ainda maior com a remoção da vegetação pelo pastejo, ocasionado

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná. wizintenerctba@gmail.com.
[2]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.
[3]Docente do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.

diminuição na infiltração do solo, uma possível erosão e mau desenvolvimento de raízes.

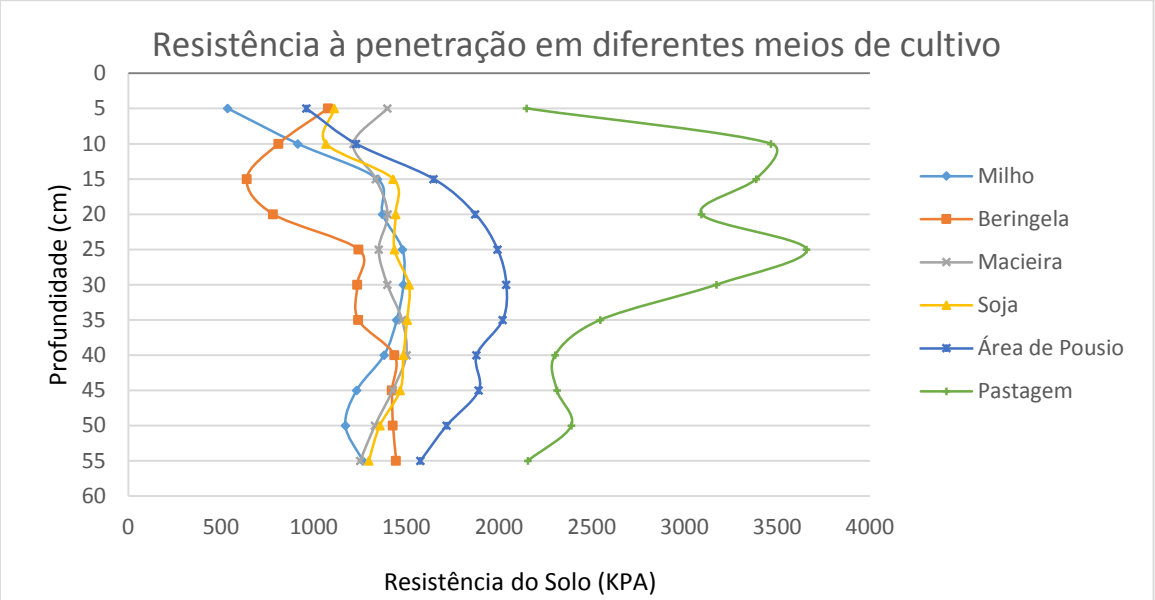


Gráfico 1. Resistência à penetração em diferentes meios de cultivo.

CONCLUSÕES

Os diferentes sistemas de manejo alteram a resistência do solo à penetração, sendo a pastagem perene o sistema de maior impacto.

REFERÊNCIAS

CAMARGO, O. A.; ALLEONI, L.R.F. Causas da Compactação do solo. **Embrapa**. 2006. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Causas+da+compacta%25E7%25E3o+do+solo_000fhdniwzj02wyiv80efhb2a465jfj9.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solos. **Embrapa**. Rio de Janeiro, 1997. 212 p. Disponível em:<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Manual+de+Metodos_000fzvhotqk02wx5ok0q43a0ram31wtr.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

MARCHÃO, R. L. et al. Impacto do Pisoteio Animal na Compactação do Solo Sob Integração Lavoura-Pecuária no Oeste Baiano. **Embrapa**. Planaltina, DF, 2009. 6 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/697303/1/comtec163.pdf> Acesso em: 20 mar. 2019.

ROSOLEM, C.A. et al. Crescimento radicular de plântulas de milho afetado pela resistência do solo à penetração. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.821-828, 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/pab/v34n5/8428.pdf> Acesso em 20 de março de 2019.

CÁLCIO, MAGNÉSIO E ACIDEZ DO SOLO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS

Luciano Grillo Gil[1], Ivan Bordin[1], Osmar Maziero Buratto[2] Henrique Giordani Martini Ferreira[3]

RESUMO: O sistema de rotação de cultura é uma prática muito estudada para os manejos de plantas invasoras, pragas e doenças, no entanto, essa prática também pode alterar a fertilidade do solo. O objetivo foi avaliar o efeito do teor de cálcio, magnésio e acidez do solo em sistemas de rotação de culturas. Foram instalados, em sistema de plantio direto, seis tratamentos de rotação de culturas: 1 (milho/soja, milho/soja, milho/soja); 2 (aveia branca/soja, centeio/milho, trigo/soja); 3 (aveia + centeio/soja, aveia + nabo/milho, braquiária/soja); 4 (canola/milho, crambe/milho, cártamo/soja); 5 (mourisco/nabo/milho, feijão/soja, mourisco/aveia/soja) e 6 (trigo/milho + braquiária, canola/milho, feijão/soja). Cada sistema de rotação tem ciclo de 3 anos. A amostragem de solo foi realizada em março de 2018, nas camadas 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm de profundidade. Houve efeito da acidez na camada 0-5 cm, onde tratamento 3 acidificou menos o solo. Sistema de rotação com plantas de cobertura no inverno acidifica menos a camada superficial do solo.

PALAVRAS-CHAVE: acidificação, fertilidade, plantio direto.

INTRODUÇÃO

Sistemas de rotação de cultura em plantio direto tendem a acumular nutrientes e matéria orgânica nas camadas superiores devido à localização dos fertilizantes, da concentração dos resíduos vegetais na superfície e do não revolvimento do solo (Sá, 1993), no entanto, os sistemas de rotação influenciam a dinâmica dos nutrientes no solo em função da adubação, absorção e exportação de nutrientes.

Conhecer dinâmica de nutrientes ao longo do perfil do solo em função dos sistemas de rotação é importante para o manejo da calagem, visto que determinados sistemas irão influenciarão a fertilidade do solo ao longo do tempo (Santos et al., 2001; Santos e Tomm, 1996, Edmeades et al., 1981). O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência dos sistemas de rotação no teor de cálcio, magnésio, pH, acidez potencial (H+Al) e saturação por bases

[1]Pesquisador, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR. E-mail: lggil@iapar.br. [2]Acadêmico de Agronomia, UNOPAR, Avenida Paris, 675 – Londrina – PR. [3]Mestrando em Agricultura Conservacionista, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR.

(V) no perfil do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Londrina-PR, situado geograficamente a 23º 22'Sul e 51º 10' Oeste, com altitude de 585 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 21,1ºC e precipitação média anual de 1641 mm. O solo é classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico, textura argilosa.

Foram instalados seis tratamentos de rotação de culturas, em sistema de plantio direto, adaptadas à região (Tabela 1). O tratamento 1 tem como característica sucessão soja/milho, o tratamento 2 e 5 como máximo cultivo de grãos; o tratamento 3 como máxima produção de cobertura (palha) do solo; o tratamento 4 como produção de grãos oleaginosos; e tratamento 6 como diversificado. Cada sistema de rotação tem ciclo de 3 anos e foi implantado no inverno de 2014, após o fim dos 3 anos o ciclo se inicia novamente. Os tratos culturais durante o período do experimento foram realizados conforme a necessidade de cada cultura. O histórico da área é de onze anos de cultivo no sistema de plantio direto de aveia preta no inverno e milho e soja no verão, cultivados de forma alternada. No inicio do experimento, foi realizada uma calagem superficial de 2 toneladas por hectare de calcário dolomítico PRNT 80%.

Tabela 1 - Tratamentos de rotação de culturas. Londrina, Paraná, Brasil.

Tratamento.	2014	2014/2015	2015	2015/2016	2016	2016/2017
	inverno	verão	inverno	verão	inverno	verão
1	milho	soja	milho	soja	milho	soja
2	aveia branca	soja	centeio	milho	trigo	soja
3	aveia + centeio	soja	aveia + nabo	milho	braquiária	soja
4	canola	milho	crambe	milho	cártamo	soja
5	mourisco/nabo	milho	feijão	soja	mourisco/aveia	soja
6	trigo	milho + braquiária	canola	milho	feijão	soja

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições, com 300 m2 (20 m x 15 m) cada parcela

A amostragem de solo foi realizada após 3 anos completos dos sistemas, em março de 2017, foram coletadas amostras das camadas 0-5 cm, 5-10 cm, 10-20 cm e 20-40 cm de profundidade. As amostras foram secas ao ar livre, passadas em peneira com abertura de 2,0 mm. Foi determinado pH em $CaCl_2$ 0,01M, o teor de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) pelo extrator Mehlich-1, acidez potencial (H+Al) pelo SMP, e também foi calculada a saturação por bases (V) conforme metodologias descritas em (Pavan, et. al. 1992).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada de 0-5 cm, de acordo com a análise de variância, $p<0,05$, houve diferença entre os tratamentos para todas as variáveis analisadas, exceto para o teor de Ca e Mg. O pH do solo nos tratamentos 3 e 5, 5,95 e 5,90, respectivamente, foram superiores ao tratamento 6, 5,33, conforme teste Tukey, $p<0,05$. A acidez potencial foi menor no tratamento 3, 3,79 $cmol_c\ dm^{-3}$, em comparação ao tratamento 6, 5,25 $cmol_c\ dm^{-3}$, conforme teste Tukey, $p<0,05$. A saturação por bases foi maior no tratamento 3, 74,1%, em relação ao tratamento 6, 62,4% (Tabela 2). Não houve diferença estatística entre as médias dos tratamentos para as variáveis analisadas nas camadas 5-10, 10-20 e 20-40 cm (Tabela 2).

Tabela 2 - Tratamentos de rotação de culturas. Londrina, Paraná, Brasil

Tratamentos	pH	H+Al	Ca	Mg	V
		----------$cmol_c\ dm^{-3}$----------			%
			Camada 0-5 cm		
1	5,45 ab	4,78 ab	5,77	3,09	66,4 ab
2	5,58 ab	4,69 ab	5,77	3,14	65,9 ab
3	5,95 a	3,79 b	6,37	3,99	74,1 a
4	5,83 ab	4,05 ab	6,67	3,59	72,7 ab
5	5,90 a	4,08 ab	6,37	3,96	72,4ab
6	5,33 b	5,25 a	5,16	3,09	62,4b
			Média das camadas		
5-10 cm	5,17	5,46	4,59	2,42	57,09
10-20 cm	5,30	4,62	4,41	1,90	58,07
20-40 cm	5,48	3,99	3,81	1,70	58,12

Nos sistemas de rotação de culturas em plantio direto, a camada superficial tem maior

[1]Pesquisador, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR. E-mail: lggil@iapar.br. [2]Acadêmico de Agronomia, UNOPAR, Avenida Paris, 675 – Londrina – PR. [3]Mestrando em Agricultura Conservacionista, IAPAR, Rodovia Celso Garcia Cid, km 375 – Londrina – PR.

variação, devido ao não revolvimento do solo e ser mais influenciada pela adubação e reciclagem de nutrientes via palhada (Caires et al., 2006). O Tratamento 3, com culturas de grãos no verão, e plantas de cobertura do solo no inverno, sem a adição de fertilizantes, demonstrou acidificar menos solo, pois as variáveis relacionadas à acidez foram influenciadas pelas culturas, na absorção de nutrientes (exportação e reciclagem) e acidificação pela adubação nitrogenada analisadas (Franchini et al., 2000), no tratamento 3 houve menor exportação de nutrientes (dados não publicados).

CONCLUSÕES

O sistema de rotação de culturas com plantas de cobertura no inverno acidifica menos a camada superficial do solo

REFERÊNCIAS

Caires EF, Garbuio FJ, Alleoni LRF, Cambri MA. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Ciência do Solo (Impresso), Viçosa, v. 30, n.1, p. 87-98, 2006.

Edmeades DC, Judo M, Sarathchandra SU. The effect of lime on nitrogen mineralization as measured by grass growth. Plant Soil, 60:177-186, 1981.

Franchini JC, Borkert, CM, Ferreira MM, Gaudencio CA. Soil fertility changes on no-tillage crop rotation systems. Rev. Bras. Ciênc. Solo [online]. 2000, vol.24, n.2, pp.459-467. ISSN 1806-9657. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000200022

Pavan MA, Bloch MF, Zempulski HC, Miyazawa M. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. Circular técnica, Londrina: IAPAR, 1992. 40p.

Sá JCM. Manejo da fertilidade do solo no sistema plantio direto. In: EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Trigo. Plantio direto no Brasil. Passo Fundo, 1993. p.37-60.

Santos HP, Fontaneli RS, Tomm GO. Efeito de sistemas de produção de grãos e de pastagens sob plantio direto sobre o nível de fertilidade do solo após cinco anos. R. Bras. Ci. Solo, 25:645-653, 2001

Santos HP, Tomm GO. Estudos da fertilidade do solo sob quatro sistemas de rotação de culturas envolvendo trigo em plantio direto. R. Bras. Ci. Solo, 20:407-414, 1996

EFICIÊNCIA DA ESCARIFICAÇÃO BIOLÓGICA SOBRE A RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO EM LATOSSOLO BRUNO SUBMETIDO A COMPACTAÇÃO

Ernani Garcia Neto[1], Allan Deckij Kachinski[2], Luiz Otávio Pfann Denardi[2], Guilherme Augusto Hipólito dos Santos[2], Cristiano Andre Pott[3]

RESUMO: Uma das maneiras de controlar a compactação é através de práticas vegetativas, evitando assim o revolvimento ou práticas mecânicas. Procurando alternativas para a descompactação do solo, este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do cultivo de nabo forrageiro como escarificador biológico sobre a resistência à penetração do solo. O delineamento experimental utilizado foi de fatorial (2x2) em blocos ao acaso com quatro repetições. O primeiro fator foi a compactação do solo (com e sem compactação) e o segundo fator o uso de plantas de cobertura (nabo forrageiro e pousio). Foi avaliado a resistência à penetração do solo de 0 a 30cm de profundidade. O nabo forrageiro se mostrou eficiente como escarificador biológico.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo do solo; *Raphanus sativus*; descompactação biológica.

INTRODUÇÃO

O substrato fundamental para a atividade agropecuária é o solo. No entanto, muitas vezes os sistemas de produção colocam seu manejo em segundo plano, causando nele um desequilíbrio. Práticas incorretas de manejo do solo podem causar impacto direto em alguns atributos físicos do solo, podendo ocasionar compactação.

Uma das causas mais comuns da compactação é o tráfego de veículos de trabalho em áreas de produção, que implica na redução do volume de macroporos no solo, aumentando sua densidade (Brady e Weil, 2013).

Ainda segundo Brady e Weil (2013), a resistência à penetração (RP) é uma propriedade do solo que indica sua capacidade de resistir a deformações, e esta aumenta juntamente com a densidade. Sendo assim, as raízes de plantas encontram maior dificuldade para se desenvolver em solos compactados e todas as etapas fisiológicas da cultura instalada são prejudicadas. Consequentemente, há potencial de redução de produtividade.

[1]Mestrando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR, E-mail: ernani_gn@htmail.com
[2]Academico de Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR
[3]Professor Adjunto, Departamento de Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR.

A resistência à penetração (RP) se tornou um parâmetro de avaliação do grau de compactação. A resistência exercida pelo solo à deformação pode ser medida pela força de penetração de uma haste com ponta cônica (penetrômetro), de maneira a simular a resistência encontrada pelas raízes durante seu desenvolvimento (Molin, et al., 2012).

Do ponto de vista físico, algumas plantas têm a capacidade de formar poros no solo durante seu crescimento radicular (Lima et al., 2012). A essa prática se dá o nome de escarificação biológica, que se apresenta como uma forma de manejo eficiente quando a escarificação mecânica não é indicada.

Dentre os adubos verdes, o nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) se destaca por possuir sistema radicular rústico, capaz de se desenvolver em profundidade (Gatzke, 2017).

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do cultivo de nabo forrageiro como escarificador biológico sobre a resistência à penetração do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Campo Experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, Campus Cedeteg, em Guarapuava, Paraná, Brasil. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno distrófico, com textura muito argilosa (Michalowicz, 2012). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb.

A área experimental foi composta por 16 parcelas distribuídas em 4 blocos, sendo cada parcela composta por área total de 40 m². O delineamento experimental utilizado foi de fatorial (2x2), blocos ao acaso com quatro repetições e quatro tratamentos. O primeiro fator foi a compactação do solo (com e sem compactação) e o segundo fator o uso de plantas de cobertura (nabo forrageiro e pousio). Foi avaliado a resistência à penetração do solo (RP) com penetrômetro eletrônico marca Falker, modelo PLG1020.

A compactação do solo na área experimental foi realizada através de um trator com peso total de 6 Mg, com 20 passadas consecutivas, sendo compactada a área total de cada parcela. A umidade do solo média nos dias do processo de compactação do solo variou em torno de 0,50 g g^{-1}. A semeadura do nabo, cv. Trado, 20 kg ha^{-1} de sementes foi realizada no dia 29 de junho de 2018, sobre palhada de feijão, em área de plantio direto.

A avaliação de RP foi realizada na profundidade de 0 a 30 cm, com cinco repetições em pontos aleatórios dentro de cada parcela. Foi avaliada a umidade do solo no momento de cada avaliação, utilizando medidor eletrônico de umidade MP406 Moisture

Probe Meter. As variáveis foram submetidas a análise de variância, e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da avaliação da RP são apresentados na Figura 1. Os valores médios de umidade encontrados foram de 0,37 g g^{-1} para todos os tratamentos. Os resultados evidenciam que para a camada de 0 a 5 cm e 5 a 10 cm, os tratamentos com nabo forrageiro diferiram estatisticamente dos tratamentos em pousio, tanto para a área sem compactação, como para a área com compactação, apresentando os menores valores de RP, sendo o tratamento com nabo forrageiro e sem compactação (NSC), na camada 0 a 5 cm, a menor RP (0,47 MPa) e o tratamento pousio com compactação (PCC), na camada 5 a 10 cm, a maior RP (1,8 MPa). Freddi et al. (2007) observaram que valores entre 1,0 e 5,7 MPa, alterou a morfologia do sistema radicular e reduziu a produtividade do milho. Reinert et al. (2008), constaram que as plantas de cobertura podem modificar a estrutura do solo através da resistência e força de suas raízes.

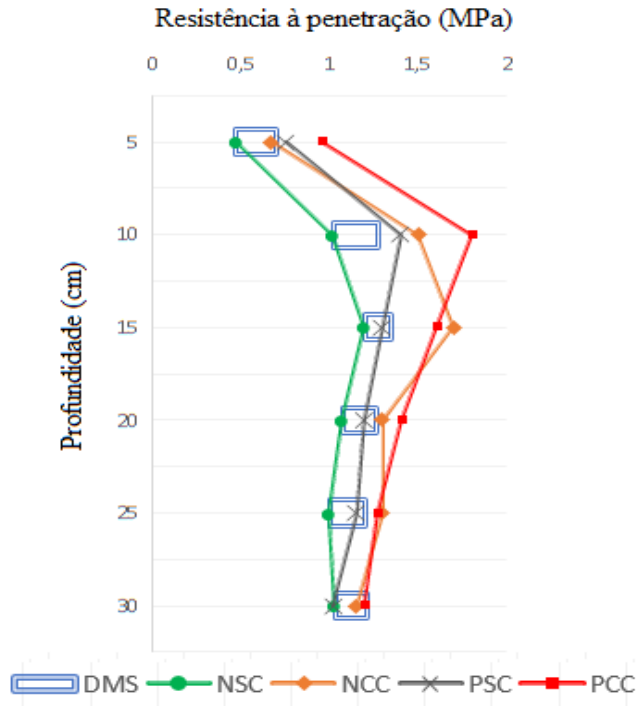


Figura 1: Resistencia à Penetração (RP) em Mpa, em função dos quatro tratamentos estudados: nabo sem compactação (NSC); nabo com compactação (NCC); pousio sem compactação (PSC); pousio com compactação (PCC) e em função das profundidades analisadas : 0 a 5cm; 5 a 10cm; 10 a 15cm; 15 a 20cm; 20 a 25cm; 25 a 30cm. DMS= Diferença mínima significativa.

Para as camadas de 10 a 15 cm, 15 a 20 cm, 20 a 25 cm e 25 a 30 cm não houve

diferença estatística entre os tratamentos com nabo e em pousio, porém nota-se que os tratamentos com nabo apresentam valores menores de RP. A partir da camada de 5 a 10 cm, nota-se o efeito da compactação no solo, diferindo estatisticamente em relação aos tratamentos sem compactação. Oliveira et al. (2012) afirmaram que houve aumento de RP com o tráfego de trator de 11 t, em relação à condição sem tráfego na camada de 0 a 10 cm. Nota-se que há uma tendência de redução da RP em profundidade.

CONCLUSÕES

O nabo forrageiro contribuiu de maneira positiva na qualidade física do solo reduzindo os valores de resistência à penetração, mostrando ser eficiente como escarificador biológico.

REFERÊNCIAS

Brady N, Weil R. Elementos da natureza e propriedades do solo. 3.ed. Santana: Bookman, 133 e 134p. 2013.

Ferreira DF. Sisvar: a computer statistical analysis system. Ciênc. Agrotec. 2011; 35:1039-1042. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542011000600001.

Freddi OS, Centurion JF, Beutler AM, Aratani RG, Leonel CL. Compactação do solo no crescimento radicular e produtividade da cultura do milho. R. Bras. Ci. Solo, 2007; 31:627-636. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000400003.

Gatzke, V. Uso de aveia preta e nabo forrageiro no período outonal sobre atributos físicos do solo e produtividade do trigo. Cerro largo: Universidade Federal da Fronteira Sul. 2017.

Lima VMP, Oliveira GC, Serafim ME, Curi N, Evangelista AR. Intervalo Hídrico Ótimo como indicador de melhoria da qualidade estrutural de Latossolo degradado. Rev. Bras. Ciênc. Solo, 2012; 36:71-78. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000100008.

Michalowicz L. Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho- cevada-feijão- trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em Plantio Direto. Guarapuava. Dissertação mestrado – PPGA/UNICENTRO, 2012.

Molin JR, Dias CTS, Carbonera L. Estudos com penetrometria: Novos equipamentos e amostragem correta. Rev. Bras. Eng. Agríc. Ambient. 2012;16:584-590. http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662012000500015.

Oliveira PRDE, Centurion JF, Centurion MAPC, Franco HBJ, Pereira FS, Bárbaro Júnior LS, Rossetti KV. Qualidade física de um Latossolo Vermelho cultivado com soja submetido à níveis de compactação e de irrigação. R. Bras. Ci. Solo, 2012;36:587-597.http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000200028.

Reinert DJ. et al. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em Argissolo Vermelho. R. Bras. Ci. Solo, 2008;1805-1816. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500002.

CALAGEM À LONGO PRAZO EM PLANTIO DIRETO: EFEITO NA SATURAÇÃO POR BASES EM PROFUNDIDADE

Albert Matheus Melinski[1], Sandra Mara Vieira Fontoura[2], Volnei Pauletti[3], Lenir Fátima Gotz[4]

RESUMO: A calagem realizada em superfície gera uma frente de alcalinização que avança em profundidade de acordo com o tempo e a dose aplicada. O objetivo deste trabalho foi avaliar a efeito dos níveis de calagem e de plantas em rotação na saturação por bases (V%) em profundidade em sistema plantio direto. O estudo foi conduzido em experimento de longo prazo (2004-1014), aplicando-se quatro tratamentos que consistiram de níveis de calagem (sem aplicação e aplicação para elevar a V% para 65, 75 e 100% na camada 0-20 cm) e três sistemas de rotação de culturas, com diferentes espécies semeadas no inverno (cobertura e grão). A calagem, após 120 meses, proporcionou aumento da V% até 60 cm de profundidade. Maiores doses de calcário e a presença de trigo na rotação de culturas proporcionaram maior efeito da calagem em profundidade no solo. Conclui-se que a calagem realizada na superfície do solo em plantio direto proporciona aumento, ao longo prazo, do V% até 60 cm de profundidade e que a inclusão do trigo na rotação foi mais efetiva no aumento da saturação em profundidade que de nabo e aveia preta.

PALAVRAS-CHAVE: Calagem superficial, Semeadura direta, Perfil do solo.

INTRODUÇÃO

No sistema de plantio direto (SPD) a calagem é realizada na superfície do solo, sem incorporação, tornando os efeitos mais relevantes na camada superficial de 0-5 cm (Shoninger et al., 2010) e 0-10 cm (Pauletti et al., 2014). Estudos conduzidos em longo prazo, verificaram efeito em camadas mais profundas, até 20 cm (Pauletti et al., 2014), 40 cm (Tissi et al., 2004) e 60 cm (Caires et al., 2002).

A aplicação de calcário em superfície forma uma frente de alcalinização, e seu avanço em profundidade é proporcional à dose utilizada e ao tempo após a aplicação. Quanto maior a dose aplicada, maior é o avanço da frente alcalina e a eficiência do corretivo ocorrerá por períodos mais prolongados (Kaminski et al., 2005), formando um gradiente de acidez da

[1]Mestrando, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR, albert_matheus@hotmail.com.
[2]Pesquisadora, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, FAPA, Colônia Entre Rios, Guarapuava-PR.
[3]Docente, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR.
[4] Mestranda, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR.

superfície do solo para baixo. A movimentação do calcário no perfil do solo é facilitada pela presença de canais preferenciais e bioporos, que se formam devido à melhoria dos atributos físicos e químicos do solo em consequência do não revolvimento e manutenção da palha sob a superfície (Conyers et al., 2004). Além disso, alguns estudos sugerem que os resíduos de plantas de cobertura podem facilitar o deslocamento dos cátions trocáveis em profundidade, beneficiando o efeito da calagem em subsuperfície (Franchini et al., 2001).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a efeito dos níveis de calagem e variação das espécies cultivadas no inverno na saturação por bases (V%) em profundidade no SPD à longo prazo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em experimento de longo prazo, instalado em área de SPD na estação experimental da Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA), no município de Guarapuava – PR. O solo do local do experimento é um Latossolo Bruno, textura argilosa.

Os tratamentos consistiram na aplicação de quatro níveis de calagem (sem aplicação e aplicação para elevar o V% para 65, 75 e 100% na camada 0-20 cm) e três sistemas de rotação de culturas, com diferentes espécies semeadas no inverno (cobertura e grão). Nas parcelas principais foram alocados os três sistemas de rotação de culturas e estas foram divididas em subparcelas, onde foram distribuídas as doses de calcário. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições. A calagem foi realizada em junho de 2004, consistindo em 0,0, 2,2, 4,29 e 8,36 t ha^{-1}, para sem aplicação, 65, 75 e 100% de V. A adubação mineral e os tratos culturais foram realizados conforme a recomendação regional para as culturas. Em 2014, 120 meses após a aplicação do calcário, foi realizada a coleta de amostras de solo nas profundidades 0-10; 10-20; 20-40; 40-60 cm, realizando-se a análise química de rotina e cálculo do V%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e em caso de variação significativa, submetidas ao teste de Tukey – 5% de probabilidade ou regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de calcário aumentou a V% até 60 cm de profundidade, sendo que quanto maior a dose do corretivo, maior a elevação da saturação por bases em todas as camadas analisadas (Figura 1). Caíres et al. (2002), também observaram aumento da V% até a profundidade de 60 cm, em Latossolo vermelho sob plantio direto, 92 meses após a sua aplicação.

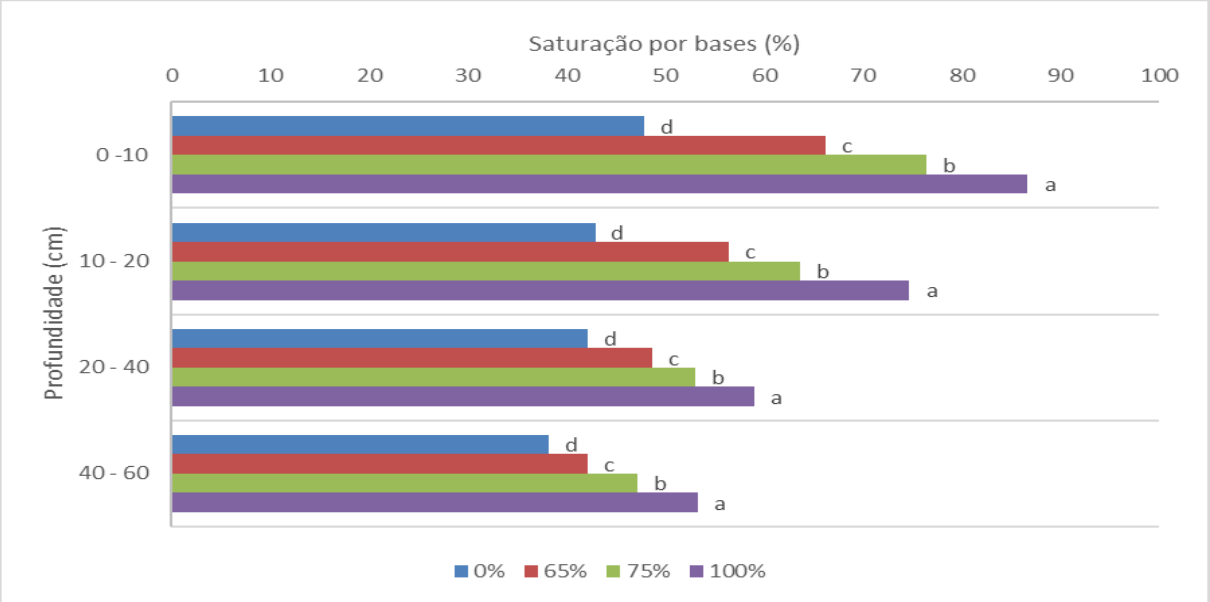
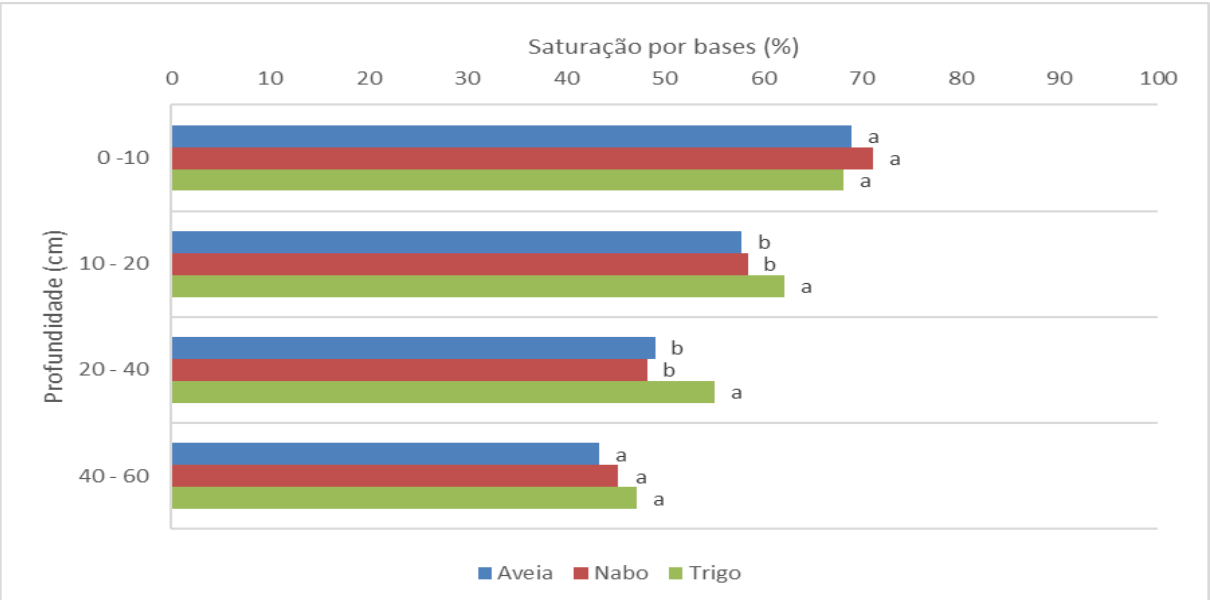


Figura 1. Saturação por bases em profundidade em função dos níveis de calagem para o V% calculado.

As rotações de cultura variaram quanto a V% somente nas camadas de 10-20 e 20-40, sendo que rotação com inclusão do trigo, ou seja, com produção de grãos, foi mais eficiente que as culturas destinadas à produção de biomassa (aveia e nabo) (Figura 2). Resíduos de plantas são eficientes em mobilizar Ca no solo na seguinte ordem: aveia > leucena > trigo (Ziglio et al. 1998). No entanto, Caires (2006), não observou este efeito em experimentos a campo por 5 anos.



[1]Mestrando, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR, albert_matheus@hotmail.com.
[2]Pesquisadora, Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária, FAPA, Colônia Entre Rios, Guarapuava-PR.
[3]Docente, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR.
[4] Mestranda, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba-PR.

Figura 2. Saturação por bases em profundidade em função da cultura de inverno.

Provavelmente, a contribuição das espécies de inverno no deslocamento de cátions trocáveis em profundidade está relacionada à presença de canais preferenciais e bioporos (Conyers et al. 2004) e muito pouco aos resíduos orgânicos de plantas de cobertura como foi sugerido por Franquini et al. (2001).

CONCLUSÕES

A calagem realizada na superfície do solo em SPD proporciona aumento, ao longo prazo, da saturação por bases até 60 cm de profundidade. A inclusão do trigo na rotação foi mais efetiva no aumento da saturação em profundidade que de nabo e aveia preta.

AGRADECIMENTOS

A Fundação Agrária de Pesquisa Agropecuária (FAPA) pela parceria na execução do experimento e a CAPES pela concessão da bolsa temporária de mestrado.

REFERÊNCIAS

Caires EF, Barth G, Garbuio FJ, Kusman MT. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem na superfície em sistema plantio direto. Rev Bras Cienc Solo. 2002; 26:1011-1022.

Caires EF, Garbuio FJ, Alleoni LRF, Cambri MA. Calagem superficial e cobertura de aveia preta antecedendo os cultivos de milho e soja em sistema de plantio direto. Rev Bras de Cien Solo. 2006; 30: 87-98.

Franchini JC, Meda AR, Cassiolato ME, Miyazawa M, Pavan MA. Potencial de extratos de resíduos vegetais na mobilização do calcário no solo por método biológico. Sci Agric. 2001; 58:357-360.

Kaminski J, Santos DR, Gatiboni LC, Brunetto G, Silva LS. Eficiência da calagem superficial e incorporada precedendo o sistema de plantio direto em um Argissolo sob pastagem natural. Rev Bras Cien Solo. 2005; 29:573-580.

Pauletti V, Pierri L, Ranzan T, Barth G, Motta ACV. Efeitos a longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. Rev Bras Cienc Solo. 2014; 38:495-505.

Schoninger EL, Lange A, Silva AF, Lemke AF, Monteiro S, Silva JAN. Atributos químicos do solo e produtividade da cultura de soja em área de semeadura direta após calagem superficial. Semin-Cienc Agrar. 2010; 31:1253-1262.

Tissi JA, Caires EF, Pauletti V. Efeitos da calagem em semeadura direta de milho. Bragantia. 2004; 63:405-413.

Vieira RCB, Bayer C, Fontoura SMV, Anghinoni I, Ernani PR, Moraes RP. Critérios de calagem e teores críticos de fósforo e potássio em Latossolos sob plantio direto no centro-sul do Paraná. Rev Bras Cienc Solo. 2012; 37:188-198.

Ziglio CM, Miyazawa M, Pava, MA. Formas orgânicas e inorgânicas de mobilização do cálcio no solo. Braz Arch Biol Techin. 1999; 42: 257-262.

DIAGNÓSTICO ANTECIPADO DO ESTADO NUTRICIONAL NITROGENADO DA PASTAGEM DE AVEIA PRETA EM INTEGRAÇÃO LAVOURA PECUÁRIA

Gustavo Ferronatto[1], Wilson Henrique Tatto[2], Tangriani Simioni Assmann[3], Leonardo Belotto[1], Rui Picolotto Junior[1]

RESUMO: O nitrogênio, aplicado na fase pastagem, é capaz de nutri-la adequadamente podendo refletir na produção de grãos na fase sucessora em integração lavoura pecuária. Nesse sentido o objetivo desse trabalho foi verificar o estado nutricional de uma pastagem de aveia preta manejada com diferentes intensidades de pastejo e doses de adubação nitrogenada. O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC em área de Latossolo Bruno distrófico típico. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. Os fatores foram: Alturas de pasto, definida como Baixa Altura do Pasto e Alta Altura do Pasto e Doses de adubação nitrogenada de 0 e 200 kg de N ha^{-1} na pastagem. Para realizar o diagnóstico do estado nutricional nitrogenado utilizou-se a metodologia da diluição de N. A adubação nitrogenada na fase pastagem faz com que o estado nutricional das plantas de aveia preta em pastejo, esteja em níveis adequados, mostrando que as curvas de diluição de N constituem-se de uma ferramenta adequada para a diagnose do estado nutricional da pastagem mesmo nos estágios mais precoces de desenvolvimento da pastagem.

PALAVRAS-CHAVE: Diluição de Nitrogênio; Nutrição de plantas; Sistemas Integrados.

INTRODUÇÃO

Considerando o conceito de adubação de sistemas, os objetivos da adubação nitrogenada de pastagens no sistema de integração lavoura-pecuária são: a manutenção ou promoção da fertilidade do solo, evitar escassez de pasto, promover alterações nos valores nutricionais e por efeito sinérgico incrementar a produção vegetal nas lavouras de grãos sucessoras. Nesse sentido, faz-se necessário encontrar um método eficaz capaz de informar o estado nutricional da pastagem nos diferentes estádios de desenvolvimento das plantas como uma ferramenta de manejo de adubação nitrogenada.

Lemaire e Salette (1984) desenvolveram um modelo para gramíneas com suprimento adequado de nitrogênio, onde a concentração de N na planta pode ser relacionada ao

[1]Academico de graduação, UTFPR - PB, Pato Branco – PR, ferronatto25@gmail.com
[2]Doutorando em Agronomia, UTFPR - PB, Pato Branco – PR, wilsonhenriquetatto@gmail.com
[3]Professora na UTFPR – PB, UTFPR – PB, Pato Branco – PR tangrisimioni@gmail.com

acúmulo de massa seca. Com base nesses estudos Lemaire (1997), criou o diagnóstico antecipado do estado nutricional da cultura através da curva de diluição nitrogenada. Dessa maneira é possível obter respostas se a quantidade e a fase em que o N é aplicado no sistema é capaz de sustentar altas produções.

Baseado nisso, o objetivo desse trabalho é verificar o estado nutricional nitrogenado utilizando as curvas de diluição de Lemaire (1997) de uma pastagem de aveia preta manejada com diferentes intensidades de pastejo e doses de adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Abelardo Luz – SC em área de Latossolo Bruno distrófico típico. O delineamento experimental foi blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. Os fatores foram: Alturas de pasto, definidas como Baixa Altura do Pasto (BA) e Alta Altura do Pasto (AA) o que correspondeu a 12 e 25 cm, respectivamente e doses de adubação nitrogenada na pastagem (0 e 200 kg de N ha^{-1}), aplicados na fase de perfilhamento da pastagem. Para o acúmulo de massa seca acumulada utilizou-se o fator DAS (Dias após a semeadura – Dias acumulados). Os animais utilizados foram bovinos de corte oriundos do cruzamento entre as raças Nelore x Charolês. O período de pastejo foi de 76 dias.

Para desenvolver a curva de diluição de nitrogênio (N), utilizou-se das variáveis de massa seca acumulada (MS) e a concentração de N na parte aérea das plantas de aveia. As coletas foram realizadas em intervalos de 28 dias, usando três gaiolas de exclusão ao pastejo em cada unidade experimental.

Os teores de nitrogênio encontrados na parte aérea das plantas foram contrastados com a curva de diluição proposta por Lemaire (1997). O cálculo da curva de diluição foi realizado através equação específica para espécies C3:

$$N\% = 4{,}8(MS)^{-0{,}32} \quad (1)$$

Onde: N% = concentração de N na planta expressa em percentual de matéria seca; MS = quantidade de matéria seca acumulada em kg ha^{-1} na parte aérea das plantas; a = coeficiente que representa o teor de N na planta para cada 1.000 kg ha^{-1} de matéria seca acumulada na parte aérea das plantas; b = coeficiente que caracteriza a velocidade de redução do teor de N durante o crescimento e desenvolvimento da planta (LEMAIRE; SALETTE, 1984). Para realizar as leituras das amostras de N, seguiu-se a metodologia de Tedesco et al., 1995.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para a variável MS acumulada de aveia-preta (kg MS ha^{-1}) observa-se interação dupla significativa entre os fatores Dias Após Semeadura vs Altura do pasto. Houve aumento de produção de MS no decorrer dos períodos de acúmulo e diferença significativa entre Alta e Baixa altura, sendo a Alta Altura mais produtiva em relação a Baixa altura nos dois períodos finais.

As curvas de diluição de N na pastagem de aveia-preta foram geradas com base no procedimento de regressões não lineares. Como esperado, a concentração de N nas plantas de aveia-preta reduziu com o crescimento das mesmas (LEMAIRE e SALETTE, 1984) e, consequentemente houve aumento de biomassa (Figura 1).

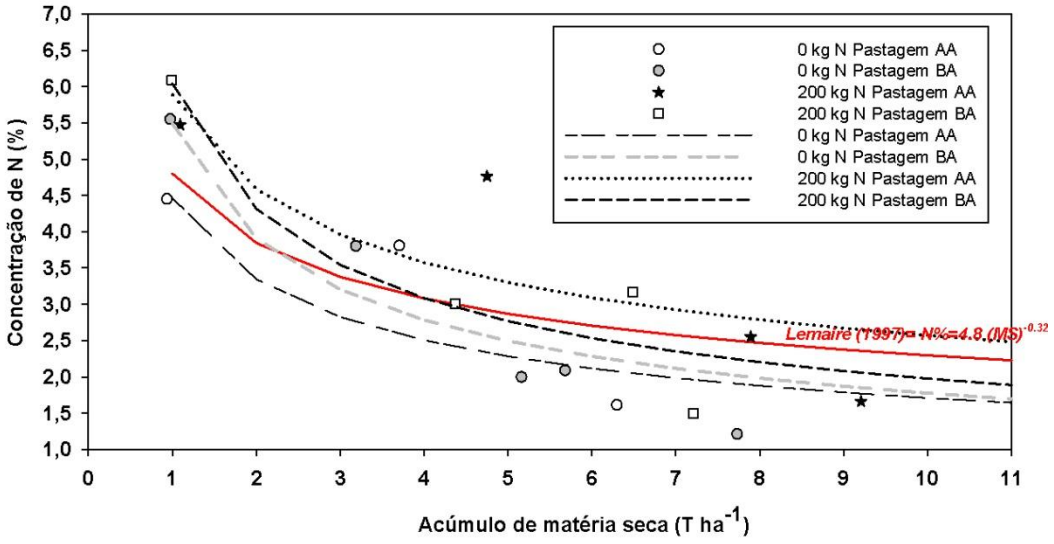


Figura 1 – Concentração de N em função da matéria seca acumulada (T ha-1) na pastagem de aveia-preta de acordo com a interação entre os fatores altura do pasto vs doses de adubação nitrogenada na pastagem, comparada com a curva de diluição de nitrogênio para planta C3 ($N\% = 4{,}8(MS)^{-0{,}32}$) proposta por Lemaire (1997), em Sistema integrados de Produção Agropecuária.

Percebe-se que, o tratamento 200 kg de N ha^{-1} na pastagem AA, obteve uma concentração de N acima da curva proposta por Lemaire. Isso significa que as plantas estão sendo bem nutridas, o que é chamado de consumo de luxo de N, como resultado maiores produções. Já o tratamento 200 kg de N ha^{-1} na pastagem BA nos períodos finais mostram essa intensidade de pastejo limitou a produção, devido ao fato de as plantas estarem subnutridas. A disponibilidade de N na pastagem modifica à estrutura do dossel, que por consequência aumenta a densidade populacional de perfilhos (PELLEGRINI et al., 2010), a quantidade de folhas (LANG, 2004), a taxa de aparecimento foliar e a densidade de forragem, o que refletiu numa maior produção de forragem, ou seja, o fato das plantas estarem bem nutridas aumentou a produção (acima de 9 T de MS ha^{-1}). Isso também terá

[1]Academico de graduação, UTFPR - PB, Pato Branco – PR, ferronatto25@gmail.com
[2]Doutorando em Agronomia, UTFPR - PB, Pato Branco – PR, wilsonhenriquetatto@gmail.com
[3]Professora na UTFPR – PB, UTFPR – PB, Pato Branco – PR tangrisimioni@gmail.com

efeito na fase lavoura sucessora a pastagem, pois altas produtividades suportam maiores taxas de lotação animal, consequentemente maior será a ciclagem desse nutriente, que poderá ser disponibilizado nas fases iniciais de desenvolvimento da cultura melhorando a eficiência global do sistema.

Contudo os tratamentos que não receberam adubação nitrogenada os pontos encontram-se abaixo da curva Lemaire, desde os períodos iniciais, com produções abaixo de 7 T ha^{-1}, ou seja, o N está sendo limitante para possibilitar o máximo desenvolvimento e produção das plantas, caso outras condições de clima, solo e fertilidade sejam satisfatórias. Dessa forma, para que as plantas de aveia preta em pastejo estejam em níveis nutricional adequados, as mesmas devem receber adubação nitrogenada.

As curvas de diluição mostraram-se ser promissoras no quesito análise do estado nutricional nitrogenado antecipado, ou seja, através dos resultados obtidos pelas curvas nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, é possível prever a aplicação ou a não aplicação de nitrogênio para bons rendimentos das plantas.

CONCLUSÕES

A adubação nitrogenada na fase pastagem faz com que o estado nutricional das plantas de aveia preta em pastejo, esteja em níveis adequados, mostrando que as curvas de diluição de N constituem-se de uma ferramenta adequada para a diagnose do estado nutricional da pastagem em estágios precoces do desenvolvimento da cultura.

REFERÊNCIAS

LEMAIRE, G.; GASTAL, F. N uptake and distribution in plant canopies. In: LEMAIRE, G. (Ed.). **Diagnosis on the nitrogen status in crops**. Heidelberg: Springer-Verlag, 1997. p. 3–43.

LEMAIRE, G.; SALETTE, J. **Relation entre dynamique de croissance et dymamique de prévèment d'azote pour un peuplement de graminées fourragéres**. 1. Etude de l'effet du milieu. Agronomie, v.4, p.241-249, 1984.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**, Porto Alegre, Departamento de Solos, UFRGS, 174p. 1995.

PELLEGRINI, L. G.; MONTEIRO, A. L. G.; NEUMANN, M.; MORAES, A.; PELLEGRIN, A. C. R. S.; LUSTOSA, S. B. C. **Produção e qualidade de azevém anual submetido a adubação nitrogenada sob pastejo por cordeiros**. Revista Brasileira de Zootecnia, v.39, n.9, p.1894-1904, 2010.

LANG, C. R. **Pastejo e nitrogênio afetando os atributos químicos do solo e rendimento de milho no sistema de integração lavoura – pecuária**. 2004. 89 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal Do Paraná, Curitiba, 2004.

LIMITES CRÍTICOS PARA DENSIDADE RELATIVA E PARA MACROPOROSIDADE DO SOLO NA CULTURA DA AVEIA PRETA EM LATOSSOLO BRUNO

Cristiano Andre Pott[1], Eloi Bareta Junior[2], Aline Marques Genú[1]

RESUMO: O objetivo do trabalho foi determinar os limites críticos para os atributos densidade relativa e macroporosidade do solo na cultura da aveia preta cultivada como planta de cobertura. O experimento foi conduzindo em um Latossolo Bruno da região de Guarapuava. Foi determinado a densidade relativa do solo, calculada por meio da relação da densidade do solo pela densidade máxima obtida pelo ensaio de Proctor; a macroporosidade do solo e a produtividade de matéria seca da aveia preta. Os limites críticos foram de 85,7% para densidade relativa e 0,13 m^3 m^{-3} para a macroporosidade correspondente a 90% da produtividade relativa de matéria seca da aveia preta.

PALAVRAS-CHAVE: grau de compactação, *Avena strigosa*, plantio direto.

INTRODUÇÃO

A compactação do solo tem estreita relação com o desenvolvimento das culturas, pois afeta a estrutura do solo e apresenta efeito direto na produtividade das culturas. Nas plantas, características morfológicas e fisiológicas são afetadas, as raízes sofrem maior influência da compactação do solo, sendo elas responsáveis pela absorção de nutrientes e água, fatores essenciais para o bom funcionamento da planta. Dentre os atributos de qualidade física do solo com limites críticos já sugeridos, destacam-se a densidade do solo (Reinert et al., 2008), densidade relativa do solo, que é a relação entre a densidade do solo no campo e densidade do solo máxima obtida pelo ensaio de Proctor (Klein et al., 2013) e a macroporosidade do solo (Reichert et al., 2009).

Segundo Klein et al. (2013), a definição de limites críticos de densidade do solo para o desenvolvimento das plantas é muito complexa, uma vez que esse atributo é dependente da textura e do teor de matéria orgânica do solo, sendo a densidade relativa, um parâmetro capaz de padronizar e melhor delimitar os limites críticos. Pott et al. (2018) estudando a física do solo em sistemas integrados de produção agropecuários (SIAP) verificaram que os valores de macroporosidade em geral estão abaixo dos valores de referência de 0,10 m^3 m^{-3}

[1]Professor Adjunto, Departamento de Agronomia, Campus CEDETEG, UNICENTRO, Guarapuava, PR. Email: cpott@unicentro.br
[2]Doutorando em Agronomia, Campus CEDETEG, UNICENTRO, Guarapuava - PR.

propostos por Reinert et al. (2008). Em SIAP, a cultura da aveia é amplamente utilizada no sul do Brasil. Müller et al. (2001) relatam que a aveia preta é uma cultura com grande potencial para romper camadas de solo compactadas. Por outro lado, Arvidsson e Håkansson (2014) relatam que a aveia branca é mais suscetível a compactação que outros cereais de inverno. Poucos são os trabalhos que investigam o efeito da compactação em plantas de cobertura do solo em áreas de plantio direto. Nesse sentido, o objetivo do trabalho foi determinar os limites críticos para os atributos densidade relativa e macroporosidade na cultura da aveia preta cultivada como planta de cobertura em um Latossolo Bruno da região de Guarapuava.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no Campo Experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, localizado no Campus CEDETEG, em Guarapuava, PR. A altitude da área experimental é de aproximadamente 1041 metros acima do nível do mar, com topografia suave a suave ondulada. As coordenadas geográficas são 25º 23'26" S e 51º 27'15" W. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno distrófico, textura muito argilosa. O tipo climático na região é Cfb (Köppen-Geiger), sem estação seca, com verões frescos e com média do mês mais quente inferior a 22 ºC. A precipitação média anual é de 1960 mm.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, sendo 4 tratamentos e 6 blocos: testemunha (sem tráfego de máquinas), 2 passadas, 5 passadas e 20 passadas com o trator. A compactação do solo na área experimental foi realizada nos dias 25 e 27 de outubro de 2016 após um período de precipitação de cerca de 70 mm. A umidade do solo média nos dias da realização da compactação do solo variou de 0,43 a 0,56 g g^{-1}. Para isso utilizou-se um trator John Deere 6515, com potência de 110 CV, lastreado com ¾ do volume dos pneus com água mais seis lastros dianteiros de 50 kg cada e mais quatro lastros traseiros de 75 kg cada, gerando um peso total do conjunto de 6 Mg, sendo compactada a área total de cada parcela, de acordo com o número de passadas de cada tratamento. Foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformadas através do uso de anéis de aço de bordas cortantes e volume interno de 100 cm^3 (EMBRAPA, 2011), em três camadas do perfil do solo: 0,00-0,05, 0,07-0,12 e 0,17-0,22 m de profundidade. As amostras foram coletadas antes da semeadura da cultura da aveia preta. Com as amostras indeformadas, foram determinados: densidade do solo e macroporosidade (EMBRAPA, 2011). Para

determinar a densidade relativa, foi realizado ensaio de Proctor para determinar a densidade máxima do solo para camada avaliada.

Após a compactação foi cultivado a cultura do milho, e após a cultura da aveia preta. A aveia foi semeada no dia 22 de julho e manejada em 4 de novembro de 2017. Para determinar a produtividade de matéria seca foi utilizado colhido uma área de 0,25 m² de maneira aleatória na parcela, coletando-se o material da parte aérea das plantas e armazenado em pacotes de papel, após foram secas durante 24 horas em estufa a 60ºC e pesadas. Foram coletadas três repetições por parcela, realizada aos 90 dias após a implantação da cultura.

Para determinação dos limites críticos dos atributos físicos do solo foi realizado correlação entre os atributos (densidade relativa, macroporosidade com a produtividade relativa da aveia preta). A produtividade relativa foi definida como relação entre a produtividade de cada parcela e a produtividade média do melhor tratamento. Foi delimitado à 90% da produtividade relativa das culturas como sendo o limite crítico dos atributos físicos estudados, utilizando-se equação de primeiro ou segundo grau (aquela de maior significância), cruzando o eixo representativo dos 90% da produtividade relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A densidade máxima obtida com o ensaio de Proctor nas camadas de 0,00-0,05, 0,07-0,12 e 0,17-0,22 m foi de 1,19, 1,20 e 1,21 Mg m^{-3}, respectivamente.

Para a cultura da aveia preta verificou-se correlação significativa para os atributos densidade relativa e de macroporosidade com a produtividade relativa de matéria seca somente na camada 0,07-0,12 m (Figura 1).

A produtividade relativa teve efeito linear negativo com a densidade do relativa do solo, sendo o limite crítico equivalente a 85,7% para obter produtividade da matéria seca de 90%. Já o limite crítico da macroporosidade foi de 0,13 m^3 m^{-3} para produzir 90% da produtividade relativa de matéria seca. O limite crítico da densidade relativa encontrado nesse trabalho foi menor que o proposto por Klein (2014) que é acima de 90%. Também o limite crítico da macroporosidade apresentou valor maior do que o sugerido por Reichert et al. (2009) e Reinert et al. (2008) que é de no mínimo 0,10 m^3 m^{-3}. Tal fato sugere que aveia preta, cultivada como planta de cobertura em sistema plantio direto é sensível à compactação do solo.

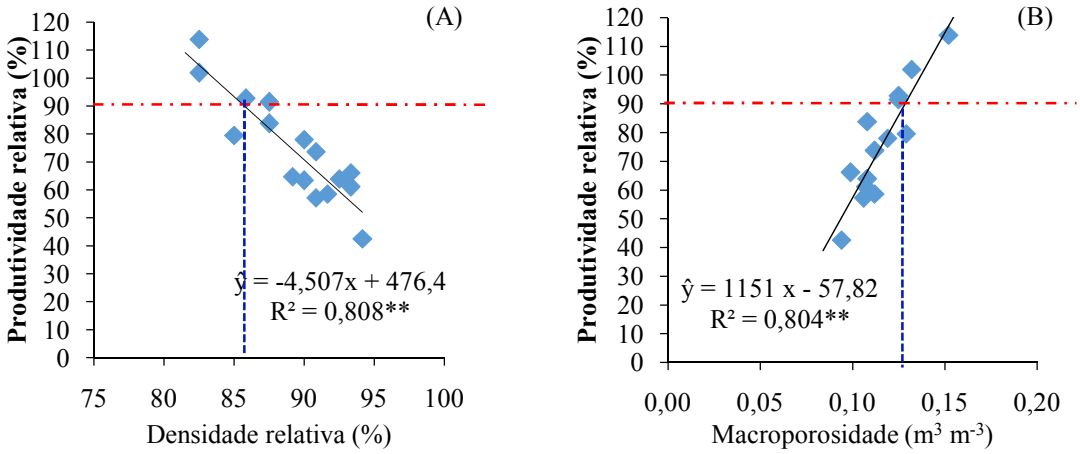


Figura 1: Produtividade relativa de massa seca da aveia preta em função da densidade relativa (A) e da macroporosidade (B) na camada de 0,07 a 0,12 m. A linha vermelha (traço e ponto) representa 90% da produtividade de matéria seca da aveia preta, e a linha tracejada azul representa o ponto de interseção da linha que representa a produtividade relativa igual a 90%. **Regressão significativa ($p<0,01$).

CONCLUSÕES

Os limites críticos dos atributos físicos estudados para a cultura da aveia preta cultivada sob plantio direto em Latossolo Bruno foram de 85,7% para densidade relativa e 0,13 m^3 m^{-3} para a macroporosidade.

REFERÊNCIAS

Arvidsson J, Håkansson I. Response of different crops to soil compaction: Short-term effects in Swedish field experiments. 2014;138:56-63. http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2013.12.006

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2011. 230 p.

Klein VA. Física do Solo. Passo Fundo, UPF, 2014. 240 p.

Klein VA, Madalosso T, Baseggio M. Ensaio de Proctor normal – análise metodológica e planilha para cálculo da densidade do solo máxima e teor de água ótimo. 2013;12:199-203.

Müller MML, Ceccon G, Rosolem CA. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno. 2001;25:531-538. 10.1590/S0100-06832001000300002

Pott CA, Bareta Junior E, Müller MML, Genú AM, Sandini IE, Kramer LFM. Qualidade física do solo e produtividade da cultura do feijoeiro em sistema de integração agricultura-pecuária. 2018;7:85-98.

Reichert JM, Suzuki LEAS, Reinert DJ, Horn R, Håkansson I. Reference bulk density and critical degree-of-compactness for no-till crop production in subtropical highly weathered soils. 2009;102:242-254. http://dx.doi.org/10.1016/j.still.2008.07.002

Reinert DJ, Albuquerque JA, Reichert JM, Aita C, Andrada MMC. Limites críticos de densidade do solo para o crescimento de raízes de plantas de cobertura em argissolo vermelho. 2008;32:1805-1816. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000500002

COMBINAÇÃO DE LINHAGENS DE *Bacillus* VISANDO AO AUMENTO DA EFICIÊNCIA DE DEGRADAÇÃO DO HERBICIDA SULFENTRAZONE

Amanda Flavia da Silva Rovida[1]; Priscila Kuhn Alves Paula[2]; Luiz Ricardo Olchanheski[2]; Janaina Emiliano [3]; Elizangela Paz Oliveira [1]; Gessica da Costa[2]; Paloma Nathane Nunes de Freitas[2]; Sônia Alvim Veiga Pileggi[2]; Marcos Pileggi[2].

RESUMO: O herbicida Boral 500SC, contendo o princípio ativo sulfentrazone, atua inibindo a enzima protox, importante para a formação da clorofila. Por ser de difícil degradação, é altamente persistente no solo, diminuindo a produtividade em sistemas de rotação de culturas. Assim, este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência na degradação do sulfentrazone por conjuntos de linhagens bacterianas em relação a linhagens puras. Bactérias foram isoladas de solo já tratado com Boral 500SC e, por meio de cromatografia líquida, verificou-se que um grupo de quatro linhagens pertencentes ao gênero *Bacillus* degradaram 50% do sulfentrazone. Contudo, apenas a linhagem *B. megaterium* S35 apresentou taxa de degradação significativa de 20%, tendo assim a rota inicial de degradação do sulfentrazone obtida por meio de espectrometria de massas, enquanto que as taxas de degradação das demais linhagens ficaram abaixo de 1%. Desta maneira, a degradação de sulfentrazone por conjuntos bacterianos se mostrou mais eficiente do que por linhagens puras, sugerindo uma cooperação metabólica entre as mesmas que pode ser explorada em processos de biorremediação de solos agrícolas.

PALAVRAS-CHAVE: biorremediação; adaptação; sistema de respostas.

INTRODUÇÃO

O herbicida Boral 500SC, cujo princípio ativo é o sulfentrazone, foi desenvolvido para o controle de espécies variadas de plantas daninhas, principalmente em pré-emergência, inibindo a enzima protoporfirinogênio oxidase (protox), intermediário essencial na biossíntese da clorofila (REDDY & LOCKE, 1998).

A persistência do sulfentrazone, aplicado na cultura da soja, foi determinada em 376 dias, sendo tóxico para algumas culturas subsequentes e para alguns microrganismos simbiontes importantes de plantas (BLANCO & VELINI, 2005). A biodegradação deste

[1]Departamento Biotecnologia, Genética e Biologia Celular, Universidade Estadual de Maringá. [2]Departamento de Biologia Estrutural, Molecular e Genética, Universidade Estadual de Ponta Grossa. [3]Departamento de Microbiologia, Universidade Estadual de Londrina.

herbicida é difícil, sendo encontrados baixas taxas, como a de 4 a 15% entre isolados de *Pseudomonas* (MELO et al., 2017). O sulfentrazone tem a capacidade de produzir estresse oxidativo em diferentes organismos (FREITAS et al., 2017), o que pode levar a um aumento significativo de espécies reativas de oxigênio (ERO), interferindo na metabolização de herbicidas (MONQUERO et al., 2010).

Nesse contexto, foi avaliada a combinação de linhagens de *Bacillus* tolerantes ao sulfentrazone em degradar este herbicida, em comparação com as linhagens isoladamente.

MATERIAL E MÉTODOS

Amostras de solo foram coletadas no distrito de Papagaios Novos (Palmeira/PR) (25°24'02.3"S 50°08'58.2"W), sendo dez pontos de coleta distintos retirados de profundidades de 5 a 10 cm, onde já havia sido aplicado o herbicida Boral 500SC (500 g L^{-1} de Sulfentrazone). Foi realizado o isolamento das linhagens bacterianas em Ágar Lúria – LA, e incubadas a 30 °C por 24h.

As linhagens com capacidade de tolerar o herbicida Boral 500SC foram selecionadas para determinar a capacidade de degradar o princípio ativo sulfentrazone, sendo determinado por HPLC (Waters Alliance e2695) com detector fotodiodo. O gradiente da fase móvel foi iniciado com 70% água (0,1% ácido fórmico) (A) 30% acetonitrila (B); 30% B em 3min; 55% B em 15min; 100% B em 17min; 100% B em 18min; 30% B em 19min e 30% B em 29min. O volume de corrida foi de 1mL/min^{-1}. O volume de injeção das amostras foi de 50 µL.

Foi realizado a determinação dos metabólitos da linhagem com capacidade de degradar o herbicida sulfentrazone por meio de LC-MS/MS. Os parâmetros de configurações utilizados para detecção dos íons moleculares foram 338 m/z (modo negativo) e 340 m/z (modo positivo).

As linhagens selecionadas foram identificadas por meios da amplificação do gene 16S rRNA utilizando primers universais FD1 e RD1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir dos 114 isolados obtidos do solo que fora tratado com sulfentrazone, foram montados nove conjuntos para análises de degradação em HPLC. Destes, apenas

um apresentou uma taxa de degradação mais significativa, 47%. Os isolados desse conjunto foram recombinados em subgrupos. Um destes, após análises em HPLC, apresentou uma taxa de degradação de 50%. Porém, analisando a capacidade de degradação dos isolados *B. megaterium* S29, *B. pumilus* S32, *B. megaterium* S31 e *B. megaterium* S35, apenas o último apresentou uma taxa de degradação mensurável, de 20%.

Estes resultados indicam a possibilidade de um consórcio metabólico entre essas 4 linhagens bacterianas, cada uma contribuindo com enzimas complementares para a degradação do sulfentrazone. Segundo Verma et al. (2014), consórcios microbianos tem maior capacidade de degradação de agroquímicos em ambientes contaminados.

O espectrograma obtido após 24 h de incubação da linhagem *B. megaterium* S35 em meio contendo sulfentrazone indica a presença, entre diversos metabólitos possivelmente originários da degradação deste herbicida, da molécula de peso molecular de 341,2 (Fig. 1). Baixas taxas de degradação podem explicar a alta persistência de sulfentrazone em solos, como descrito por Martinez et al. (2008) e Monquero et al (2010). A degradação de xenobióticos feita também por meio de consórcios microbianos indígenas tem potencial para ser uma tecnologia aplicada em biorremediação (VERMA et al., 2014).

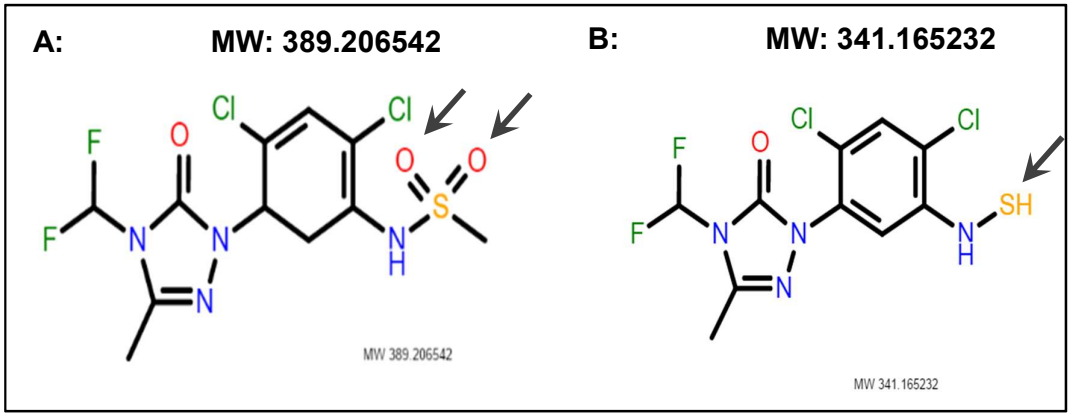


Figura 1: A: Estrutura e peso molecular do herbicida Sulfentrazone. B: Estrutura e peso molecular do provável metabólito do herbicida Sulfentrazone, obtido por LC-MS/MS a partir da degradação da linhagem *B. megaterium* S35. (Figuras: www.chemspider.com).

CONCLUSÕES

As linhagens bacterianas demonstraram potencial de degradação do herbicida sulfentrazone, sendo que uma estratégia avaliada neste trabalho, para ampliar a taxa de

degradação deste herbicida, foi formação de consórcios bacterianos tolerantes. Por meio de espectrometria de massas foi sugerida uma rota inicial de degradação do princípio ativo sulfentrazone pela linhagem *B. megaterium* S35, única que conseguiu manter taxas de degradação mensuráveis. A maior eficiência do conjunto bacteriano selecionado em degradar o sulfentrazone e a caracterização metabólitos indicam os impactos deste trabalho no entendimento da ecologia de solos contaminados e da biorremediação.

REFERÊNCIAS

BLANCO FMG, VELINI ED. Persistência do herbicida sulfentrazone em solo cultivado com soja e seu efeito em culturas sucedâneas. **Planta Daninha**. 2005; 23:693-700.

MARTINEZ CO, SILVA CMM, FAY EF, MAIA ADHN, ABAKERLI RB, DURRANT LR. Degradation of the herbicide sulfentrazone in a Brazilian TypicHapludox soil. **Soil Biology & Biochemistry**. 2008; 40:879–886.

MELO CAD, MASSENSSINI AM, PASSOS ABRJ, CARVALHO FP, FERREIRA LR, SILVA AA, COSTA MD. Isolation and characteristics of sulfentrazone-degrading bacteria. **Journal of Environmental Science and Health, Part B**. 2017; 52:115-121. DOI: 10.1080/03601234.2016.1248136.

FREITAS JS, TERESA FB, ALMEIDA EA. Influence of temperature on the antioxidant responses and lipid peroxidation of two species of tadpoles (*Rhinella schneideri* and *Physalaemus nattereri*) exposed to the herbicide sulfentrazone (Boral 500SC®). **Comparative Biochemistry and Physiology Part C: Toxicology & Pharmacology**. 2017; 197:32-44. DOI: https://doi.org/10.1016/j.cbpc.2017.04.005.

MONQUERO PA, SILVA PV, SILVA HIRATA AC, TABLAS DC, ORZARI I. Leaching and persistence of sulfentrazone and imazapic. **Planta Daninha**. 2010; 28:185-195.

REDDY KN, LOCKE MA. Sulfentrazone sorption, desorption, and mineralization in soils from two tillage systems**. Weed Science**. 1998; 46:494-500.

VERMA JP, JAISWAL DK, SAGAR R. Pesticide relevance and their microbial degradation: a state of art. **Reviews in Environmental Science and Bio Technology**. 2014; 13:429-466.

ESTOQUES DE CARBONO, NITROGÊNIO, FÓSFORO E ENXOFRE EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO SOB APLICAÇÃO FOSFATOS

Keli Cristina Silva Guera[1], Adriel Ferreira da Fonseca[2], Fernanda Ribeiro[3]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os estoques totais de C, N, P e S no solo em sistema integrado de produção agropecuária (SIPA), ao longo cinco anos, decorrente da aplicação anual, na superfície do solo, de fosfatos de diferentes solubilidades. O delineamento empregado foi de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto, com quatro repetições. Foram aplicadas doses (0, 60, 120 e 180 kg ha^{-1}) de P_2O_5 total, na superfície do solo, por ocasião da semeadura da forrageira de inverno, na forma de superfosfato triplo, fosfato natural reativo – Arad e termofosfato magnesiano. Amostras de solo foram coletadas aos 24, 36, 48 e 60 meses após o início do experimento, visando determinar as concentrações de: carbono orgânico total (COT), nitrogênio total (NT), P e S-SO_4^{2-} disponível, e seus respectivos estoques na camada de 0-30 cm. A deposição de resíduos orgânicos no solo em SIPA resultou em ganhos anuais nos estoques de COT e NT no solo, ao longo do tempo. Foram observadas interações entre P e S-SO_4^{2-}, mostrando estoque similar no solo durante os períodos de avaliação, que resultou em maior estoque de P acompanhado do aumento de S-SO_4^{2-} disponível no solo.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura de baixo carbono, manejo de fósforo, fosfatos solúveis e insolúveis em água

INTRODUÇÃO

O sistema integrado de produção agropecuária (SIPA) resulta em relação sinérgica entre plantas e animais, trazendo benefícios ambientais e socioeconômicos. Em SIPA, a presença dos animais promove modificações bióticas e abióticas no sistema solo-planta-atmosfera, que altera o processo biogeoquímico dos nutrientes no solo, especialmente C e N (Carvalho et al., 2010; Assmann et al., 2014). Além disso, o aumento da matéria orgânica do solo, resultantes desse sistema de produção, auxilia na redução da adsorção de ânions na superfície dos coloides, como fosfatos e sulfatos.

A escolha adequada da fonte fosfatada é fator chave para a melhoria da disponibilidade de P no solo. O uso de fontes insolúveis em água aplicadas anualmente na superfície do solo na

[1]Doutoranda do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Bolsista CAPES, CPF 080664139-80, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, CEP 84030-900 Ponta Grossa, PR, e-mail: keliguera@outlook.com.
[2]Professor Adjunto, Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola, Bolsista Produtividade em Pesquisa do CNPq, CPF 919339949-91, Universidade Estadual de Ponta Grossa, e-mail: adrielff@gmail.com
[3]Graduanda do Curso de Agronomia, Bolsista do PIBIC/CNPq, CPF 080124889-22, Universidade Estadual de Ponta Grossa, e-mail: ferdaribeiro@hotmail.com

semeadura de outono-inverno, pode ser uma estratégia viável em SIPA. O objetivo deste trabalho foi avaliar os estoques totais de C, N, P e S no solo em SIPA, ao longo cinco anos, decorrente da aplicação anual, na superfície do solo, de fosfatos de diferentes solubilidades.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido durante 5 anos (abril/2009 a 2014), no município de Castro - PR (24°51'49" S, 49°56'61" W), com clima predominante do tipo Cfb, em SIPA sob Cambissolo Háplico argiloso (sendo a gibsita predominante na fração argila). A camada de 0-20 cm do solo, no início do experimento, apresentava os seguintes atributos: pH ($CaCl_2$) 4,8; acidez total (H+Al) 9,2 $cmol_c$ dm^{-3}; saturação por bases 38%; Al^{3+}, Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^+ de 0,04; 3,1; 2,3 e 0,35 $cmol_c$ dm^{-3}, respectivamente; P disponível [resina trocadora de íons (RTI)] e S-SO_4^{2-} disponível de 18 e 12,8 mg dm^{-3}, respectivamente; carbono orgânico total (Walkley-Black) e o nitrogênio total [semi-micro-Kjeldahl (NTK)]; de 29,6 e 2,0 g dm^{-3}, respectivamente, e argila, silte e areia de 605, 225 e 170 g kg^{-1}, respectivamente.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial incompleto (3x3+1), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram em diferentes fontes (superfosfato triplo, fosfato natural reativo-Arad e termofosfato magnesiano) e doses (0, 60, 120 e 180 kg ha^{-1} de P_2O_5 total) de P. Os fosfatos foram aplicados anualmente em superfície, por ocasião da semeadura da forrageira de inverno.

No mês de abril aos 24, 36, 48 e 60 meses após o início do experimento, foram coletadas amostras compostas de terra das camadas de 0-5, 5-10, 10-15, 15-20 e 20-30 cm e, preparadas para posterior análise. As amostras foram analisadas visando determinar: (i) carbono orgânico total (COT) pelo método Walkley-Black; (ii) nitrogênio total (NT) pelo método semi-micro-Kjeldahl; (iii) P disponível pelo método de RTI e; (iv) S-SO_4^{2-} disponível pelo método turbidimétrico. Os estoques totais foram estimados para 0-30 cm com base na média ponderada das camadas de solo analisadas.

Os resultados foram submetidos à análise estatística univariada de acordo com o modelo de experimento em blocos casualizados em esquema fatorial incompleto. Nos casos de F significativo ($p < 0,05$), foi aplicado o teste de Tukey ($\alpha = 0,05$). Todas as análises estatísticas foram realizadas mediante uso do programa SAS Versão 9.2 (SAS Institute Inc. 9.1.2.)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As fontes fosfatadas não influenciaram os estoques de COT, NT, P e S-SO_4^{2-}. Houve adição anual progressiva no estoque de COT (em média, 3,9 Mg ha^{-1} ano^{-1}), na camada de 0-30

cm do solo. Para NT, pequeno incremento anual (aproximadamente, 0,81 Mg ha^{-1} ano^{-1}) foi observado (Figura 1a). As condições solo-planta-animal-atmosfera, destacando a qualidade e quantidade de resíduos (planta + animal) em SIPA, tem proporcionado aumento dos estoques totais de C e, também de outros nutrientes tais como o N, ao longo do tempo (Carvalho et al., 2010; Assmann et al., 2014).

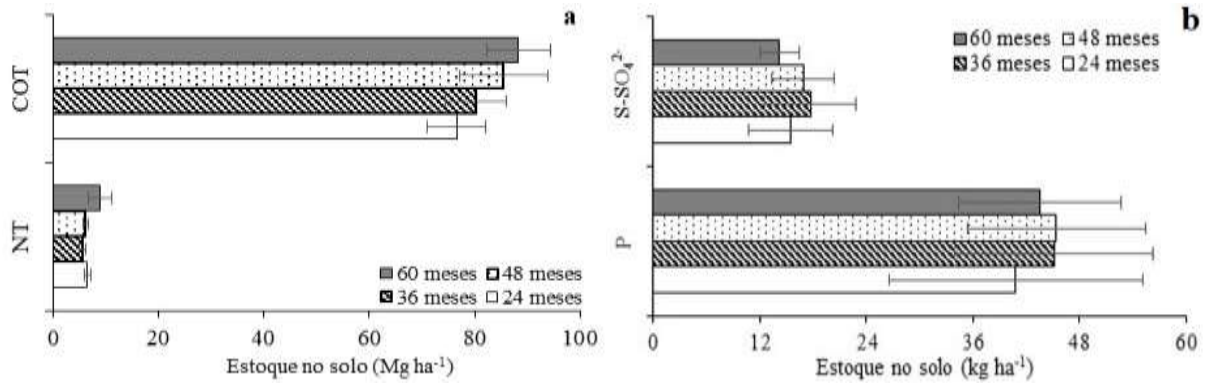


Figura 1. Médias dos estoques de a) carbono orgânico total (COT) e nitrogênio total (NT) e b) sulfato ($S\text{-}SO_4^{2-}$) e P disponível (Resina) na camada de 0-30 cm do solo tratado com fosfatos solúveis e insolúveis em água aplicados anualmente na superfície em sistema integrado de produção agropecuária. Linhas acima das barras representam desvio padrão da média.

Os estoques de P e $S\text{-}SO_4^{2-}$ apresentaram valores mais elevados aos 36 e 48 meses (Figura 1b). O estoque de P no solo mostrou-se superior quando da aplicação de 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 total. Maiores estoques de $S\text{-}SO_4^{2-}$ foram observados na ausência da aplicação de fosfatos (0 kg ha^{-1} de P_2O_5 total). Neste caso, as plantas apresentaram redução no crescimento, como resultado da ausência de P, e consequentemente, absorveram menores quantidades de nutrientes, particularmente S.

Pequenos "inputs" de C oriundos da liberação de exsudatos e renovação radicular, estimulados pelo pastejo, impulsionam a ciclagem de P e S. No entanto, a dinâmica do P, após a adição de uma fonte no solo varia consideravelmente dependendo da forma como é adicionado (resíduo orgânico e/ou fertilizante) (Bünemann & Condron, 2007). O P, na forma de fosfato, estando presente na solução em maior quantidade pode deslocar o sulfato, devido a maior afinidade de adsorção na superfície coloides, e levar ao aumento de P na presença de S disponível no solo (Geelhoed et al., 1997).

CONCLUSÕES

O maior aporte de resíduos orgânicos no solo, em sistema integrado de produção agropecuária, resultou em ganhos anuais nos estoques de COT e NT no solo, ao longo do tempo.

Os estoques de P e S-SO_4^{2-} disponível no solo, foram similares ao longo de cinco anos de avaliação. Isso indica uma interação entre fosfato e sulfato no solo, que resultou em maior estoque de P acompanhado do aumento de S disponível no solo.

REFERÊNCIAS

Assmann JM, Anghinoni I, Martins AP, Costa SEVG, Cecagno D, Carlos FS, Carvalho PCF. Soil carbon and nitrogen stocks and fractions in a long-term integrated crop-livestock under no-tillage in Southern Brazil. Nutr Cycl Agroecosyst. 2014; 190:52-59. http://dx.doi.org/10.1016/j.agee.2013.12.003

Bünemann EK, Condron LM. Phosphorus and sulphur cycling in terrestrial ecosystems. In: Marschner, P, Rengel Z, editores. Nutrient cycling in terrestrial ecosystems. Berlim Heidelberg:Springer; 2007. p. 65-92.

Carvalho PCF, Anghinoni I, Moraes A, Souza ED, Sulc RM, Lang CR, Flores JPC, Lopes MLT, Silva JLS, Conte O, Wesp CL, Levien R, Fontanelli RS, Bayer C. Managing grazing animals to achieve nutrient cycling and soil improvement in no-till integrated systems. Nutr Cycl Agroecosyst. 2010; 88:259-73. https://doi.org/10.1007/s10705-010-9360-x.

Geelhoed JS, Hiemstra T, Riemsdijk WHV. Phosphate and sulfate adsorption on goethite: Single anion and competitive adsorption. Geochim Cosmochim Ac. 1997; 61:2389-96.

VARIAÇÃO TEMPORAL E ESPACIAL DOS ATRIBUTOS FÍSICOS DO SOLO SOB INTEGRAÇÃO LAVOURA-PECUÁRIA EM PLANTIO DIRETO

Simone Zanchettin[1], Karina Maria Viera Cavalieri Polizeli[2], Marcus Vinicius Cremonesi[1], Rachel Muylaert Locks Guimarães[3]

RESUMO: A ILP proporciona alterações nos atributos físicos do solo, podendo ser intensificadas quando mal manejado. Entretanto o solo pode se recuperar e voltar ao estado anterior ao distúrbio através de ciclos de umidecimento/secamento do solo, proporcionando variação ao longo do tempo. Diante disso, o objetivo deste trabalho foi verificar a variação dos atributos físicos do solo ao longo do tempo. O experimento foi realizado em uma área de ILP sob plantio direto. As amostragens foram feitas em duas épocas, pós-pastejo (PP) e pós-colheita (PC), em duas posições, linha (L) e entrelinha (EL), em duas profundidades (0,00 – 0,05; 0,05 – 0,10 m) ao longo de três anos agrícolas. Os dados foram submetidos a analise multivariada para identificar as maiores correlações com os atributos do solo avaliados. Na profundidade 0,00 – 0,05 m os tratamentos apresentaram maior variação entre as épocas, posições e anos, influenciados pela maior precipitação e o uso da haste sulcadora na semeadura da cultura de verão já na profundidade 0,05 – 0,10 m a variação entre as épocas, posições e anos foi menor, possivelmente ao pouco tempo de implantação do sistema na área. Portanto ocorreu variação dos atributos físicos do solo ao longo do tempo e essa variação foi diferente ao longo dos anos e nas profundidades.
PALAVRAS-CHAVE: Resiliência do solo, ciclos de umedecimento/secamento.

INTRODUÇÃO

A Integração lavoura-pecuária (ILP) é caracterizada pelo uso da mesma área para a produção de grão e produção animal onde ocorre uma alternância temporária de cultivos. Nos últimos anos, o uso de sistemas integrados, como o ILP, vem crescendo juntamente com o aumento da população mundial, que demanda de maior produtividade de alimentos por metro quadrado. A ILP proporciona alterações nos atributos físicos do solo, aumentando a densidade e consequentemente reduzindo a porosidade total, principalmente em função do pisoteio dos animais durante o pastejo. No entanto, essas alteraçoes podem

[1]Discente do PPG em Ciência do solo UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba/BR , zanchettinsi@gmail.com.
[2]Professora do PPG em Ciência do solo UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba/BR.
[3]Professora do PPG em Agronomia UTFPR, Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/BR.

ser intensificadas se o manejo da altura da pastagem, a taxa de lotação de animais e a umidade do solo, no periodo de pastejo, estiverem inadequadas (BONETTI et al., 2019). Tal condição pode ser revertida através da alternância de ciclos de umedecimento/secamento do solo, além da operação de semeadura com uso da haste sulcadora, que proporciona a mobilização do solo na linha de semeadura, possibilitando o restabelecimento da condição prévia do solo (CONTE et al., 2011).

Este restabelecimento se dá em função da resiliência do solo, retornando a um novo equilíbrio, semelhante à condição anterior (BONETTI et al., 2017). A resiliência física do solo está relacionada à processos regenerativos que incluem ciclos de umedecimento/secamento, bem como atividade biológica, crescimento de raízes e atividade da fauna edáfica (BAVOSO et al., 2012).

Diante deste contexto, objetivou-se analisar a variação temporal (três anos agrícolas) e espacial (linha e entrelinha) nos atributos físicos do solo em ILP sobre plantio direto em diferentes profundidades.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento, realizado em Novo Horizonte – SC, com plantio direto (PD) em ILP desde 2011 sobre um Cambissolo Háplico de textura argilosa (EMBRAPA, 2018), foi avaliado quanto a duas épocas, Pós-Pastejo (PP) e Pós-Colheita (PC), este último dividido em linha (PC L) e entrelinha (PC EL), em relação às alterações nos atributos físicos densidade do solo (DEN), porosidade total (PT), microporosidade (MIC), macroporosidade (MAC), capacidade de aeração (CA) e capacidade de campo relativa (CCR) durante três anos agrícolas em sucessão soja-aveia, com pastejo rotativo conduzido com 10 UA ha^{-1} de vacas lactantes e novilhas Jersey e Holandês.

Dez pontos amostrais coletados em anéis volumétricos foram realizados em transepto logo após a retirada dos animais (PP) e imediatamente após a colheita da cultura de verão (PC) totalizando seis coletas ao longo dos três anos, considerando-se dez pontos para PCL e dez para PC EL. Em cada ponto, foram amostradas camadas nas profundidades de 0,0-0,05 e de 0,05-0,10 m.

Os dados foram submetidos a analise multivariada por componentes principais (PC), considerando-se as épocas (PP, PC L e PC EL) e os anos agrícolas (2015-2016, 2016-2017, 2017-2018) para cada profundidade, para constatar as maiores correlações com os atributos do solo avaliados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1, a componente principal 1 (CP1) explicou 59,5 % da variabilidade dos dados correlacionando-se com a DEN e PT enquanto que a componente principal 2 (CP2) explicou 27,5% da variabilidade, correlacionando-se com a MIC e a CCR. Observou-se que as épocas PP1, PCEL1 e PP3 tiveram alta correlação com a densidade do solo (DEN) e com a capacidade de campo relativa (CCR), consequência da maior umidade do solo nos anos 1 e 3, o que potencializou o efeito do pisoteio animal e o tráfego de maquinas agrícolas.

Alterações físicas no solo em áreas sob pastejo podem ser maiores quando o solo está com a umidade elevada (Conte et al., 2011), tornando-o susceptível ao rearranjo das partículas (Braida et al,. 2006), razão do aumento da DEN e da CCR na época PP1 e PP3.

Por outro lado, para PP2 e PCEL3 verificou-se comportamento inverso, com alta correlação com a capacidade de aeração (CA) e com a porosidade total (PT), reflexo da menor precipitação no ano 2 para o PP2 e da influência da haste sulcadora e do sistema radicular para o PCEL3. Além disso, este efeito pode estar relacionado ao maior número de ciclos de umedecimento/secamento, aspecto que garantiu maior resiliência ao solo (Bonetti et al., 2017).

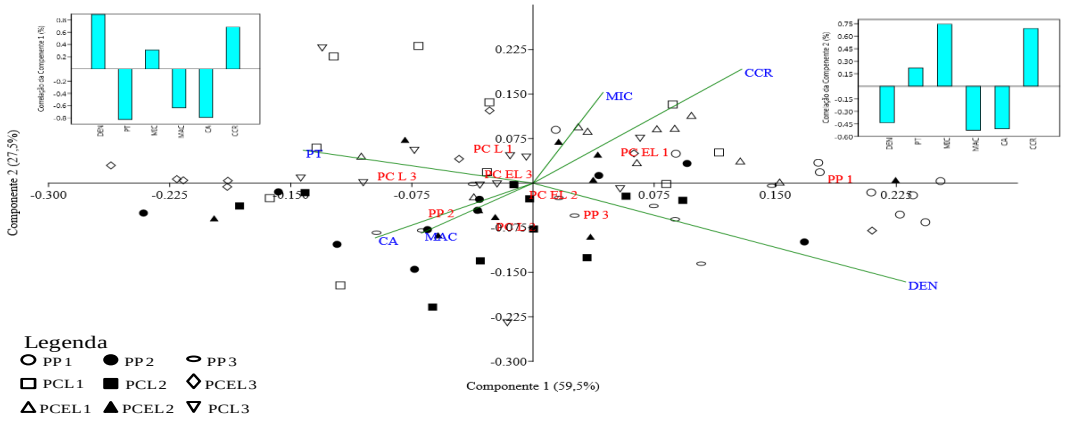


Figura 1. Análise de componentes principais dos atributos densidade (DEN), porosidade total (PT), microporosidade (MIC), macroporosidade (MAC), capacidade de aeração (CA) e capacidade de campo relativa (CCR) em relação às épocas pós-pastejo (PP) e pós-colheita na linha (PC L) e entrelinha (PC EL) para os anos agrícolas 2015-2016 (1), 2016-2017 (2) e 2017-2018 (3) na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

A Figura 2, referente à profundidade de 0,05 – 0,10 m, a CP1 explicou 57,4% da variância dos dados, relacionando-se com a DEN e a CA. E os outros 25,0% foram explicados pela CP 2, relacionada com a PT e a MIC. Nesta camada observou-se que a época PP1, diferentemente do observado de 0,00 – 0,05 m, obteve alta correlação com a MIC, devendo-se isto à elevada umidade do solo no periodo do pastejo no ano 1 devido a

[1]Discente do PPG em Ciência do solo UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba/BR , zanchettinsi@gmail.com.
[2]Professora do PPG em Ciência do solo UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Juvevê, Curitiba/BR.
[3]Professora do PPG em Agronomia UTFPR, Via do Conhecimento, Km 1, Pato Branco/BR.

alta precipitação neste periodo. Já as demais épocas se agruparam ao longo da CP2 não sendo possível verificar grandes diferenças entre elas, possivelmente devido ao pouco tempo de implantação do sistema ILP em PD.

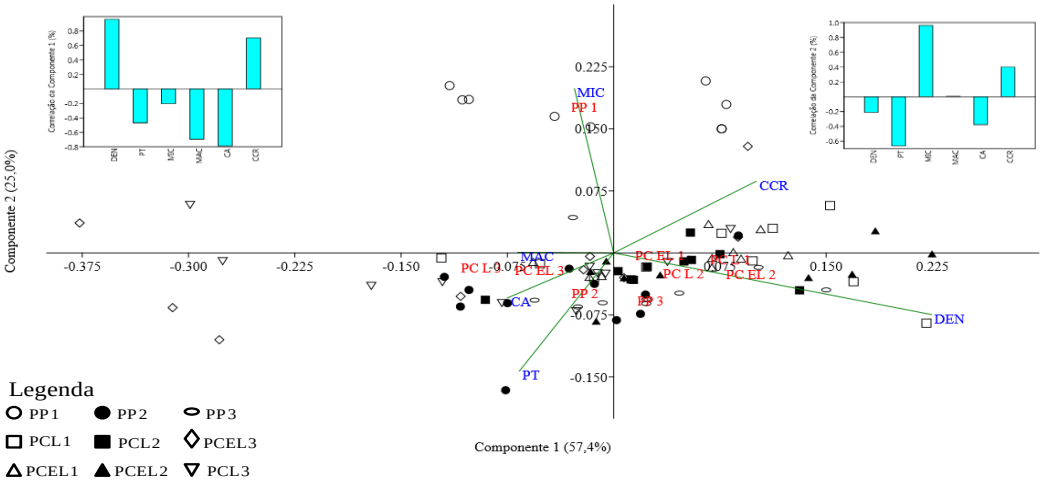


Figura 2. Análise de componentes principais dos atributos densidade (DEN), porosidade total (PT), microporosidade (MIC), macroporosidade (MAC), capacidade de aeração (CA) e capacidade de campo relativa (CCR) em relação às épocas pós-pastejo (PP) e pós-colheita na linha (PC L) e entrelinha (PC EL) para os anos agrícolas 2015-2016 (1), 2016-2017 (2) e 2017-2018 (3) na profundidade de 0,00 a 0,05 m.

CONCLUSÕES

Verificou-se variações nos atributos físicos do solo entre as épocas, posições e anos nas duas profundidades estudadas

REFERENCIAS

BAVOSO MA, SILVA AP, FIGUEREDO GC, TORMENA CA, GIAROLA NFB. Resiliência física de dois Latossolos Vermelhos sob plantio direto. Res Bras Ciênc Solo. 2012; 36: 1892-1904.

BONETTI JA, ANGHINONI I, GUBIANI PI, CECAGNO D, MORAES MT. Impact of a long-term crop-livestock system on the physical and hydraulic properties of an Oxisol. Soil & Tillage Res. 2019; 186: 280-291.

BONETTI JA, ANGHINONI I, MORAES MT, FINK JR. Resilience of soils with different texture, mineralogy and organic matter under long-term conservation systems. Soil & Tillage Res. 2017; 174: 104-112.

BRAIDA JA, REICHERT JM, VEIGA M, REINERT DJ. Resíduos vegetais na superfície e carbono orgânico do solo e suas relações com a Densidade máxima obtida no ensaio proctor. Res Bras Ciênc Solo. 2006; 30: 605-614.

CONTE O, FLORES JPC, CASSOL LC, ANGHINONI I, CARVALHO PCF, LEVIEN R, WESP CL. Evolução de atributos físicos de solo em sistema de integração lavoura pecuária. Pesq Agrop Brasileira. 2011; 46: 1301-1309.

ESCARIFICAÇÃO EM SEMEADURA DIRETA: RESISTÊNCIA DO SOLO À PENETRAÇÃO E PRODUÇÃO DE FITOMASSA

Bianca de Fatima Kutah[1], Fabrício Tondello Barbosa[2], Regiane Kazmierczak[3], Santos Henrique Brant Dias[3]

RESUMO: A escarificação em semeadura direta visa melhorar as condições do solo para o crescimento das plantas, porém este efeito nem sempre é constatado. A pesquisa teve como objetivo avaliar a resistência do solo à penetração (RP) e o desenvolvimento de culturas de inverno dez meses após a escarificação do solo em semeadura direta. Os tratamentos consistiram da combinação de dois manejos do solo (semeadura direta com e sem escarificação) e dois cultivos (trigo e aveia). Avaliou-se a RP até a profundidade de 40 cm e foi determinada a produção de massa seca da parte aérea e das raízes das plantas. A escarificação pouco influenciou os valores de RP e não houve efeito da mesma sobre a produção de fitomassa de trigo e aveia. A cultura da aveia apresentou maior produção de biomassa aérea e radicular e reduziu os valores de RP em comparação ao trigo.

PALAVRAS-CHAVE: compactação do solo, manejo do solo, desenvolvimento de culturas.

INTRODUÇÃO

A semeadura direta é considerada manejo conservacionista de solo e fundamenta-se na redução da mobilização de solo, cobertura permanente de sua superfície por resíduos vegetais e na rotação de culturas. Por outro lado, pode ocasionar problemas relacionados à compactação do solo, em decorrência do tráfego de máquinas sem o devido controle e por acomodação natural do solo (Klein e Boller, 1995).

A descompactação do solo em semeadura direta pela ação mecânica de escarificadores visa aumentar a porosidade e reduzir a densidade e a resistência do solo ao desenvolvimento radicular, porém estudos têm demonstrado que esta prática, de forma isolada, tem potencial efêmero para atenuar a compactação (Drescher et al., 2011). Estudo realizado por Nicoloso et al. (2008), avaliando métodos mecânicos e biológicos para descompactação do solo, atribuíram o maior efeito biológico para minimizar o grau de compactação, principalmente pela ação das raízes das plantas.

Em decorrência do exposto, é imprescindível investigar o efeito da escarificação em semeadura direta e da sua interação com o tipo de espécie vegetal. O objetivo do trabalho foi avaliar a resistência do solo à penetração e a produção de fitomassa aérea e radicular de culturas de inverno, dez meses após a escarificação do solo em semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em 2017, na Fazenda Escola Capão da Onça pertencente à

[1]Graduanda em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: bfkutah@gmail.com. [2]Docente do curso de Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [3]Doutorandos em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR.

Universidade Estadual de Ponta Grossa, no município de Ponta Grossa/PR. O local apresenta relevo ondulado e o solo é franco-arenoso, com granulometria de 18, 7 e 75% de argila, silte e areia, respectivamente.

Os tratamentos foram formados pela combinação de dois manejos: semeadura direta (SD) e semeadura direta submetida a uma escarificação (SDE); e duas culturas: trigo (*Triticum aestivum*) e aveia preta (*Avena sativa*). O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis repetições (três blocos e duas repetições por bloco), em parcelas de 18 x 10 m. A escarificação na SDE foi realizada antecedendo o cultivo de soja (*Glycine max*), dez meses antes das avaliações. As culturas avaliadas foram estabelecidas após a colheita da soja.

No final do ciclo das culturas, em outubro de 2017, determinou-se a resistência do solo à penetração no campo, com penetrômetro eletrônico (penetroLog, Falker®) na camada de solo entre 0 a 40 cm, com leituras a cada 10 cm efetuadas em condição de umidade do solo próxima da capacidade de campo. Na sequência foi realizada a coleta da parte aérea (corte rente ao solo) e das raízes (trado cilíndrico com diâmetro de 4,0 cm até a profundidade de 20 cm), determinando-se a massa seca após o material ser desidratado em estufa à temperatura de 65°C.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste Tukey ($p<0,05$). Os dados de produção de fitomassa foram transformados pelo logaritmo para atender a distribuição normal dos dados. Utilizou-se o software R-3.5.1 (R Core Team, 2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para os dados de resistência do solo à penetração (RP) a análise de variância demonstrou efeito significativo das culturas na camada de 0-10 cm, e para a interação entre cultura e manejo na camada de 10-20 cm, porém nas camadas entre 20 e 40 cm não houve significância (Tabela 1). O maior coeficiente de variação foi encontrado na camada de 0-10 cm, devido a maior heterogeneidade estrutural do solo, relacionada aos efeitos do sistema radicular, do tráfego de máquinas, bem como os ciclos de secagem e umedecimento maiores nesta camada, corroborando com Neiro et al. (2003).

Tabela 1 – Resultado da análise de variância para as variáveis de resistência do solo à penetração (RP) nas diferentes camadas de solo, massa seca de parte aérea e das raízes das plantas

	p-valor					
Fonte de Variação	**RP 0-10 cm**	**RP 10-20 cm**	**RP 20-30 cm**	**RP 30-40 cm**	**Massa aérea**	**Massa raízes**
Manejo	0,3412	0,1859	0,5867	0,3702	0,2164	0,5847
Cultura	0,0013**	0,0727	0,9884	0,1819	0,0005**	0,0004**
Manejo*Cultura	0,1996	0,0099**	0,4617	0,8728	0,5856	0,9465
Bloco	0,0028**	0,0841	0,2685	0,2218	0,2579	0,7951
CV (%)	19,3	9,4	12,6	18,2	34,9	87,1

**Significativo a 1% ($p < 0,01$).

O cultivo do trigo resultou em maior RP na camada de 0-10 cm, com valores de 2.688 e 3.150 kPa respectivamente para SDE e SD (Figura 1A). Segundo Camargo et al. (1997), valores

de até 2.500 kPa são considerados baixos e apresentam pouca limitação ao desenvolvimento das plantas, porém quando se ultrapassa este valor, espera-se dificuldade para o desenvolvimento radicular. Nesta camada, a cultura da aveia resultou em valor médio de RP de 2.156 kPa.

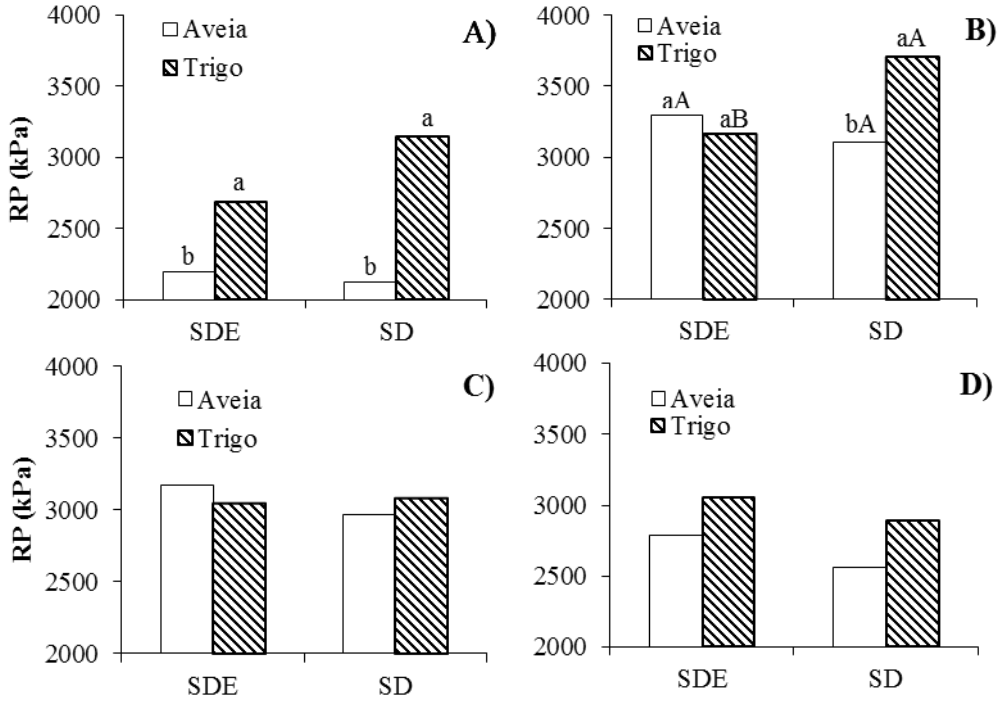


Figura 1- Resistência do solo à penetração (RP) nos cultivos de aveia e trigo em semeadura direta (SD) e semeadura direta escarificada (SDE), referente às camadas de 0-10 cm **(A)**, 10-20 cm **(B)**, 20-30 cm **(C)** e 30-40 cm **(D)**. Médias seguidas pela mesma letra minúscula (comparativo de cultura em cada manejo) ou maiúscula (comparativo de manejo em cada cultura) não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Para a camada de 10-20 cm (Figura 1B), a cultura do trigo em SD demonstrou RP superior a 3.500 kPa, valor considerado alto (Soil Survey Staff, 1993). Houve diferença significativa entre as culturas no manejo SD, e diferença entre os manejos na cultura do trigo. Com isso, a escarificação após dez meses foi eficiente em reduzir a RP somente na camada de 10-20 cm e para a cultura do trigo. A limitada produção de biomassa radicular do trigo, associado ao tráfego de máquinas e o não revolvimento do solo na SD, explicam o comportamento (Beutler et al., 2001). Nesta camada ocorreram os maiores valores de RP e a escarificação não foi eficiente em reduzir a RP abaixo do crítico, explicado pela reconsolidação do solo ao longo dos dez meses e pelo tráfego contínuo de máquinas na superfície do solo.

Nas camadas entre 20 e 40 cm os valores de RP foram menores que na de 10-20 cm, porém acima do crítico de 2.500 kPa, sem efeito significativo dos tratamentos (Figuras 2C, D). Isso demonstra que a escarificação do solo não consegue atuar nestas profundidades.

A análise de variância para massa seca de parte aérea e de raízes demonstrou efeito significativo da cultura (Tabela 1). O trigo resultou em menor produção de massa aérea e radicular, representando respectivamente 68,7 e 47,4% da quantidade de fitomassa produzida

[1]Graduanda em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: bfkutah@gmail.com. [2]Docente do curso de Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [3]Doutorandos em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR.

pela aveia (Tabela 2). A maior produção de biomassa de aveia explica o menor valor de RP observado nesta cultura, a qual promoveu melhor estruturação do solo. A quantidade adequada de massa seca aérea que proporciona elevada cobertura do solo é de 0,6 kg m^{-2} (Alvarenga et al., 2001), sendo que a aveia produziu valor superior a este, diferentemente do trigo.

Tabela 2 – Resultados das médias de massa seca da parte aérea e massa seca de raízes

Cultura	Massa seca de parte aérea	Massa seca de raízes
	..... $kg.m^{-2}$	.... $kg.m^{-3}$ ....
Aveia	0,648 a	2,779 a
Trigo	0,445 b	1,317 b

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem estatisticamente pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

O manejo do solo com e sem a escarificação não influenciou significativamente a produção de fitomassa aérea e radicular tanto da aveia quanto do trigo (Tabela 1).

CONCLUSÕES

A escarificação do solo em semeadura direta pouco afetou os valores de RP após dez meses do preparo e não houve efeito da mesma sobre a produção de fitomassa aérea e radicular das culturas de trigo e aveia.

A aveia apresentou maior produção de massa seca aérea e radicular e reduziu os valores de RP em comparação ao trigo. A escolha de espécies vegetais com maior potencial de desenvolvimento favorece a conservação do solo pela maior quantidade de fitomassa aérea e atenua os efeitos da compactação do solo pela melhoria de seus atributos físicos resultantes de maior fitomassa radicular.

REFERÊNCIAS

Alvarenga RC, Lara Cabezas WA, Cruz JC, Santana DP. Plantas de cobertura de solo para sistema plantio direto. Inf. Agropec. 2001; 22:25-36.

Beutler AN, Silva NLN, Curi N, Ferreira MM, Cruz, JN, Pereira Filho IA. Resistência à penetração e permeabilidade de Latossolo Vermelho Distrófico típico sob sistemas de manejo na região dos cerrados. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2001; 25:167-177. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000100018.

Camargo OA, Alleoni LRF. Compactação do solo e o desenvolvimento das plantas. Piracicaba, SP: Degaspar; 1997.

Drescher MS, Eltz FLF, Denardin JE, Faganello A. Persistência do efeito de intervenções mecânicas para a descompactação de solos sob plantio direto. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2011; 35:1713-1722. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000500026.

Klein VA, Boller W. Avaliação de diferentes manejos de solo e métodos de semeadura em áreas sob sistema de plantio direto. Ciên. Rural. 1995; 25:395-398.

Neiro ES, Mata JDV, Tormena CA, Gonçalves ACA, Pintro JC, Costa JM. Resistência à penetração de um Latossolo Vermelho distroférrico, com rotação e sucessão de culturas, sob plantio direto. Acta Sci. Agron. 2003; 25:19-25. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v25i1.2149.

Nicoloso RS, Amado TLC, Schneider S, Lanzanova ME, Girardello VC, Bragagnolo J. Eficiência da escarificação mecânica e biológica na melhoria dos atributos físicos de um Latossolo muito argiloso e no incremento do rendimento de soja. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2008; 32:1723-1734. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400037.

Soil Survey Staff. Soil survey manual. Washington, USDA SCS. U.S. Gov. Print. Office; 1993.

R Core Team (2018). R: A Language and Environment for Statistical Computing (Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing).

INFLUÊNCIA DO BIOCHAR E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NA CAPACIDADE DE *Rhizobium tropici* EM PROMOVER O CRESCIMENTO DO FEIJÃO

Daiane Hyeda[1], Ronaldo Sperandio Ortiz[1], Tamires Gonçalves Pinto[1], Pedro Roberto Karas[1], Fernanda de Goes Furman[1], Rafael Mazer Etto[1], Salathiel Antunes Teixeira[2], Eduardo Augusto Agnellos Barbosa[2], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Eduardo Caires[2], Claudia Maria Branco de Freitas Maia[3], Krisle da Silva[3], Alisson Marcos Fogaça[2], Carolina Weigert Galvão[1].

RESUMO: O biochar é um material rico em carbono, a sua aplicação tem potencial de alterar as propriedades físicas, químicas e microbiológicas do solo. Nesse estudo foi avaliado o efeito do biochar produzido a partir de resíduos da colheita de eucalipto e da adubação nitrogenada na capacidade do *Rhizobium tropici* em promover o desenvolvimento, a produtividade da cultura do feijão e influenciar a comunidade microbiana envolvida no ciclo do nitrogênio. O experimento foi realizado em casa de vegetação em blocos aleatorizados, com doses de biochar (0, 5, 10, 15, 20 Mg/ha), presença ou ausência de adubação nitrogenada, com ou sem inoculação de *R. tropici*. Dentre as variáveis analisadas, a altura de planta e o peso de 100 grãos, foram as que melhor diferenciaram os tratamentos. Sendo nas menores doses de biochar (0 e 5 Mg/ha) foram alcançados os maiores valores de produtividade do feijoeiro e o maior número de microrganismos fixadores biológicos de nitrogênio. Já na presença das maiores doses de biochar obteve-se um aumento na quantificação de bactérias amonificadoras.
PALAVRAS-CHAVE: biocarvão, ciclo do N, bactérias promotoras do crescimento vegetal.

INTRODUÇÃO

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), é uma cultura de grande importância social e econômica no Brasil (Mercante *et al*, 2017). O manejo da adubação nitrogenada é um dos principais problemas na cultura do feijoeiro, uma vez que a aplicação insuficiente pode limitar seu potencial produtivo e a aplicação excessiva de N são custosas e podem promover impacto ambiental negativo (Santos *et al*., 2013).

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) pode suprir, pelo menos em parte, as exigências dessa cultura e garantir maiores produtividades (Pelegrin *et al*., 2009). No entanto, fatores como acidez do solo, altas concentrações de Al tóxicos e capacidade competitiva de rizóbios nativos de solos brasileiros podem afetar a simbiose entre linhagens de rizóbios e a cultura do feijoeiro, causando baixa eficiência no processo de inoculação (Ferreira *et al.,* 2013). Várias espécies de *Rhizobium* foram descritas como capazes de criar nódulos e fixar N_2 em simbiose com feijão, dentre elas *R. tropici* (Martínez - Romero *et al*.,

[1]Laboratório de Biologia Molecular Microbiana, Setor de Ciências Biológicas e da Saúde, UEPG, daiane-hyeda@hotmail.com
[2]Laboratório de Física do Solo, Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, UEPG.
[3]Pesquisadora, Embrapa Floresta, Colombo, Paraná.

1991), porém, ainda há espaço para melhorar a contribuição da fixação de nitrogênio para esta cultura.

O biochar, produto carbonado processado termicamente através de pirólise é um potencial condicionador de solo que pode contribuir para melhorar a produtividade agrícola (Lone *et al*., 2015). Sua incorporação no solo induz mudanças nas propriedades físicas como: textura, estrutura, porosidade, diâmetro dos poros, distribuição granulométrica e densidade (Petter, 2010). Nas propriedades químicas atua na estabilidade e aumento dos estoques de carbono, melhora da qualidade do solo, diminuindo a lixiviação de nutrientes, reduz os requisitos de irrigação e fertilizantes (Li *et al*., 2017). As interações do biochar com os microrganismos do solo geram alterações de pH, das taxas de decomposição da matéria orgânica, bem como da disponibilidade de energia e NH_4 para as plantas (Du *et al*., 2014). Além disso, o biochar gera habitats de proteção para esses microrganismos (Petter, 2010).

Diante disso, o objetivo central desse trabalho foi avaliar a influência do biocarvão, da adubação nitrogenada e do inoculante biológico (*R. tropici*) no desenvolvimento e na produtividade do feijoeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado para o experimento foi coletado na Fazenda Escola Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), na profundidade de 0-20 cm, sendo este caracterizado como Latossolo-textura franco-arenosa. Uma vez que o solo apresentou um pH adequado para o cultivo do feijão, não foi necessária a correção. O solo foi peneirado visando uma maior homogeneização e desagregação de torrões.

O experimento foi realizado na Casa de Vegetação da Universidade Estadual de Ponta Grossa (UEPG), localizada na cidade de Ponta Grossa, Paraná, no período compreendido de 3 de novembro de 2018 a 23 de fevereiro de 2019. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos aleatorizados com vinte tratamentos e quatro repetições. Para o cultivo do feijão (cultivar BRS Esteio), foram utilizados vasos de 8 litros com sistema de irrigação constituído de uma corda sisal instalada ao fundo de cada vaso em forma de serpentina. Os vasos foram suspensos em paletes de madeira para que a ponta da corda que estava ao fundo fosse mergulhada em um recipiente com água, fazendo com que esta subisse por capilaridade pela corda, mantendo dessa forma o solo úmido.

O biochar utilizado no experimento é proveniente da Empresa SLB Intelligent Afforestation, oriundo de resíduos de colheita de eucalipto. Sendo utilizado cinco diferentes doses de biochar: 0, 5, 10, 15 e 20 Mg/ha, as quais foram incorporadas na camada de 0-10

.

cm de cada vaso. A incorporação do biochar nos vasos foi realizada dez dias antes do plantio. O feijão foi inoculado no momento da semeadura com a estirpe comercial de *R. tropici* na dosagem recomendada pelo fabricante: 3 mL/kg de semente. Foram semeadas 10 sementes por vaso a uma profundidade de 3 cm. Após 10 dias da semeadura, foi realizado o desbaste, deixando 3 plantas por vaso, sendo estas as mais vigorosas.

Da semeadura até o final do ciclo da cultura, várias análises da planta foram realizadas, sendo elas: germinação, altura de plantas (até o início da floração), e os componentes de produtividade. Além disso, no estádio fenológico de enchimento de grãos das plantas foram coletadas amostras do solo de cada vaso para realização das seguintes análises microbiológicas: número mais provável de bactérias fixadoras de nitrogênio, amonificadoras e nitrificadoras.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação com *R. tropici* não teve efeito significativo sobre as variáveis de produtividade analisadas. Durante o desenvolvimento da cultura do feijoeiro a planta acabou passando por estress hidrico e picos de temperaturas elevadas, que pode ter causado perda de eficiência e comprometendo os efeitos da inoculação (Hungria *et al*., 2003, Pelegrin *et al*., 2009).

Nas doses de biochar (0, 10 e 15 Mg/ha) e ausência de adubação, foram alcançados maiores valores no número de grãos , de acordo com Mete *et al* (2015) que testou a aplicação conjunta de biochar com a adição de adubação nitrogenada, em cultivo de soja, os resultados mostraram que a aplicação de biochar aumentou a média, no número de sementes e altura da planta, entretanto a adubação não apresentou influência. O efeito do biochar na produtividade da cultura é dependente de uma série de fatores como o tipo de biochar, a quantidade adicionada ao solo, a profundidade que está sendo aplicado e quanto de nutriente adicional é aplicado (Glaser *et al*., 2015).

Entretanto organismos fixadores de nitrogênio foram detectados nas doses de biochar 0, 5, 10 Mg/ha, e nas doses seguintes foram observados amonificadores. A fixação biológica de nitrogênio mostrou -se sensível a presença de biochar em doses altas, isso pode ser explicado pelo favorecimento da disponibilização de amônio, proveniente da amonificação. A quantificação do número de bactérias do ciclo do nitrogênio no solo mostra -se um bom indicador da qualidade e fertilidade do solo, uma vez que são bastante sensíveis aos manejos de solo e as variações na disponibilidade de nutrientes. Indicando que o biochar induz

.

mudanças na microbiota nativa do solo envolvida com o ciclo do nitrogênio (Khadem; Raiesi, 2017).

CONCLUSÕES

Adubação nitrogenada e inoculante (*R.tropici*) não demostraram influência significativa no desenvolvimento das plantas. As menores dosagens de biochar (0, 10 e 15 Mg/ha) levaram ao maior número de grãos por planta e fixação biológica de nitrogênio, indicando a produção de NH_3, ou seja, uma maior disponibilização de N para as plantas. As bactérias amonificadoras do solo apresentaram quantidades elevadas nas maiores doses. Os resultados sinalizam a importância de mais estudos, que tornem possível a avaliação da adição do biochar ao solo aliadas a inoculação para otimizar os ganhos agrícolas.

REFERÊNCIAS

Du, Z., Wang, Y., Huang, J., Lu, N., Liu, X., Lou, Y., Zhang, Q. Consecutive biochar application alters soil enzyme activities in the winter wheat–growing season. Soil. Sci. 2014; 179 (2): 75–83.

Ferreira EPB, Mercante FM, Hungria M, Mendes IC, Araújo JLS, Fernandes Júnior PI, Araújo AP. Contribuições para a melhoria da eficiência da fixação biológica do nitrogênio no feijoeiro comum no Brasil. Tópicos Cienc Solo. 2013; 8:251-91.

Glaser B, LehmannJ, Steiner C, Nehls T, Yousaf M, Zech W. Potential of pyrolyzed organic matter in soil amelioration. Beijing: People's Republic of China Ministry of Water Resources. 2002; p.426.

Hungria M, Andrade DS, Chueire LMO, Probanza A, Guttierrez-Mañero FJ, Megías M. Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (Phaseolus vulgaris L.) rhizobia from Brazil. Soil Biol. Biochem. 2000; 32:1515-28. https://doi.org/10.1016/S0038-0717(00)00063-8

Khadem, Allahyar; Raiesi, Fayez. Responses of microbial performance and community to corn biochar in calcareous sandy and clayey soils. Applied Soil Ecol. 2017; 114: 16-27.

Li, H., Dong, X., Silva, E. B., Oliveira, L. M., Chen, Y., Ma, L. Q. Mechanisms of metal sorption by biochars: Biochar characteristics and modifications. Chemosphere.2017; 178: 466-478.

Lone, A.H., Najar, G.R., Ganie, M.A., Sofi, J.A., ALI, T. Biochar for Sustainable Soil Health: A Review of Prospects and Concerns. Pedosphere. 2015; 25: 639–653. doi:10.1016/S1002-0160(15)30045-X.

Martínez-Romero E, Segovia L, Mercante FM, Franco AA, Graham P, Pardo MA. Rhizobium tropici, a novel species nodulating Phaseolus vulgaris L. beans and Leucaena spp. trees. Int J Syst Bacteriol. 1991; 41:417-26. https://doi.org/10.1099/00207713-41-3-417

Mercante FM, Otsubo AA, Brito OR. New native rhizobia strains for inoculation of common bean in the Brazilian Savanna. Rev Bras Cienc Solo. 2017; 41:120-150. https://doi.org/10.1590/18069657rbcs20150120.

Mete FZ, Mia S, Dijkstra FA, Abuyusuf M, Hossain ASMI. Synergistic Effects of Biochar and NPK Fertilizer on Soybean Yield in an Alkaline Soil. Pedosphere. 2015; 25:713-719.

Pelegrin R, Mercante FM, Otsubo IMN, Otsubo AA. Resposta da cultura do feijoeiro à adubação nitrogenada e à inoculação com rizóbio. Rev Bras Cienc Solo. 2009; 33:219-26. https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000100023.

Petter, F.A Biomassa carbonizada como condicionador de solo: aspectos agronômicos do seu uso em solos de cerrado, Tese de Doutorado, UFGo, Ano de Obtenção. 2010.

Santos AB, Fageria NK, Silva OF, Melo MLB. Resposta do feijoeiro ao manejo de nitrogênio em várzeas tropicais. Pesq Agropec Bras. 2013; 38:1265-71. https://doi.org/10.1590/S0100-204X2003001100003.

.

QUALIDADE ESTRUTURAL DE UM LATOSSOLO AVALIADO PELO VESS, SUBMETIDO A DOSES DE FERTILIZANTES E BIOCHAR

Lucia Helena Wiecheteck[1], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Cláudia Maria Branco de Freitas Maia[3], Santos Henrique Brandt Dias[1], Isabela Letícia Passenti[1], Alisson Marcos Fogaça[1], Heverton Fernando Melo[1]

RESUMO: A avaliação visual da estrutura do solo (VESS) é amplamente usada, sendo que, seus escores fornecem uma referência da condição estrutural do solo em dado momento. A textura do solo pode ser considerada como uma propriedade estática, mas, a estrutura é um traço influenciado tanto por processos naturais quanto antropogênicos. Este estudo buscou avaliar através do VESS (Visual Evaluation of Soil Structure) a qualidade estrutural de um Latossolo que recebeu como tratamentos biochar e doses de fertilização, em área de produção de eucalipto (*Eucalyptus urograndis*). Os dados foram submetidos a análise de variância e Tukey a 5% através do software R. O VESS mostrou-se sensível as alterações causadas na estrutura em função do preparo do solo para receber as mudas florestais, porém, não apresentou diferenças estatisticas para os tratamentos com e sem biochar e para os tratamentos com fertilização, fertilização reduzida e sem fertilização. Os escores obtidos não indicaram a necessidade de intervenção nas áreas avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: condicionadores de solo, física de solos, reflorestamento.

INTRODUÇÃO

A conversão de áreas de pastagem em áreas de produção agrícola ou florestal, requer a utilização de maquinário pesado, o que impõe ao solo modificações tanto estruturais quanto nas suas propriedades físicas. Por outro lado, a influência antropogênica na estrutura do solo está relacionada ao manejo, que inclui preparo, compactação pelo tráfego de veículos, incorporação de fertilizantes orgânicos e inorgânicos, bem como seleção de culturas (Bronick; Lal, 2005; Kay; Munkholm, 2011). Tais aspectos influenciam a estabilidade estrutural e o poder de resiliência do solo, o que resulta em influência direta nas suas funções.

O VESS (Visual Evaluation of Soil Structure) se destacou (Munkholm et al.; 2013

[1]Discentes do programa de Pós Graduação em Agronomia - UEPG – Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 – Campus Uvaranas, Ponta Grossa (PR) luwick@gmail.com; [2]Doscente do programa de Pós Graduação em Agronomia - UEPG- neydegiarola@gmail.com; [2] Drª Pesquisadora EMBRAPA-Florestas - claudia.maia@embrapa.br

e Cherubin et al., 2017) por apresentar correlação com indicadores físicos (Guimarães et al., 2013; Moncada et al., 2014) e bioquímicos do solo (Askari et al., 2014). Ball, Munkholm e Batey (2013); Cherubin et al., (2017) e Tuchtenhagen et al., (2018) concluíram que é possível avaliar mais do que a qualidade estrutural do solo, acessando o tamanho, forma, a porosidade e a força de agregação, além da presença e do estado das raízes, e da coloração do solo, fornecendo a primeira aproximação da qualidade estrutural.

Entretanto, poucos estudos têm sido feitos usando o VESS para avaliar as alterações na estrutura do solo, decorrentes da conversão de pastagem em área de plantio de eucalipto. Deste modo, o objetivo deste estudo foi verificar a qualidade estrutural de um LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO (Embrapa, 2013) distrófico típico, através do método VESS, que recebeu biochar e doses de fertilizantes distintas, em comparação a uma área de referência.

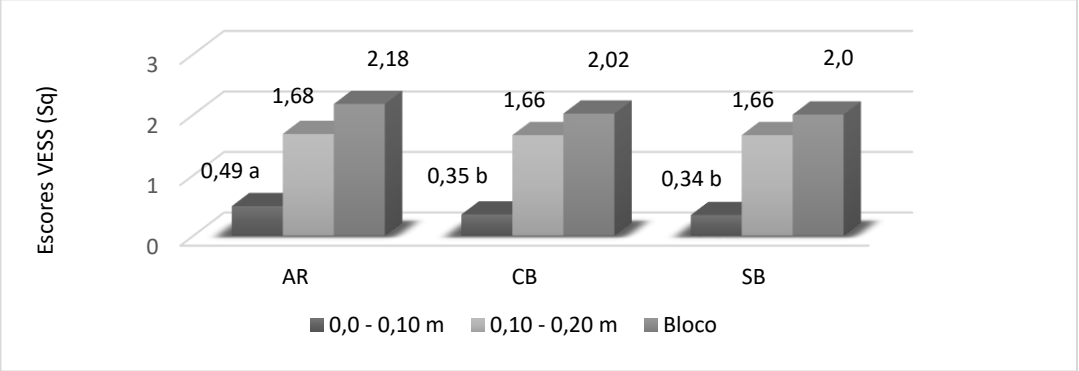
MATERIAL E MÉTODOS

O estudo ocorreu em São Jerônimo da Serra - PR, em área de pastagens convertida em reflorestamento. O preparo foi realizado com subsolador e grade acoplada, com mobilização de 0,40 a 0,50 m. As plantas de eucalipto tiveram espaçamento de 3 m entre linhas e 1 m entre plantas. A gradagem foi em duas passadas com 1 m de largura de faixa de trabalho, para incorporação do biochar na profundidade de 0,10 m. O delineamento experimental foi em blocos casualizado com parcelas subdivididas em 24 unidades experimentais e uma área de referência para cada bloco. A primeira variável correspondeu a presença ou ausência de biochar e a segunda variável correspondeu a adubação na condição padrão comercial (150 g planta^{-1} de NPK 04-42-06 aos 15 dias, 200 g planta^{-1} de 15-05-30 + 1% de B e Zn aos 90 dias e 110 g planta^{-1} de KCl aos 9 meses), 20% de redução da adubação padrão e sem adubação. Em cada parcela 2 plantas foram sorteadas como referência da remoção dos blocos VESS. A avaliação visual da qualidade estrutural do solo, através da chave de classificação visual (Ball; Batey; Munkholm, 2007), determinou a dimensão das camadas presentes e os escores (Sq) das mesmas. A pontuação total do solo foi determinada multiplicando-se a pontuação de cada camada pela sua espessura e dividindo o produto pela profundidade total. Os blocos de solo foram classificados em uma escala de 1 a 5, em que 1 representou a melhor condição e 5 a pior condição. A análise estatística foi realizada pelo software R (R Core Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

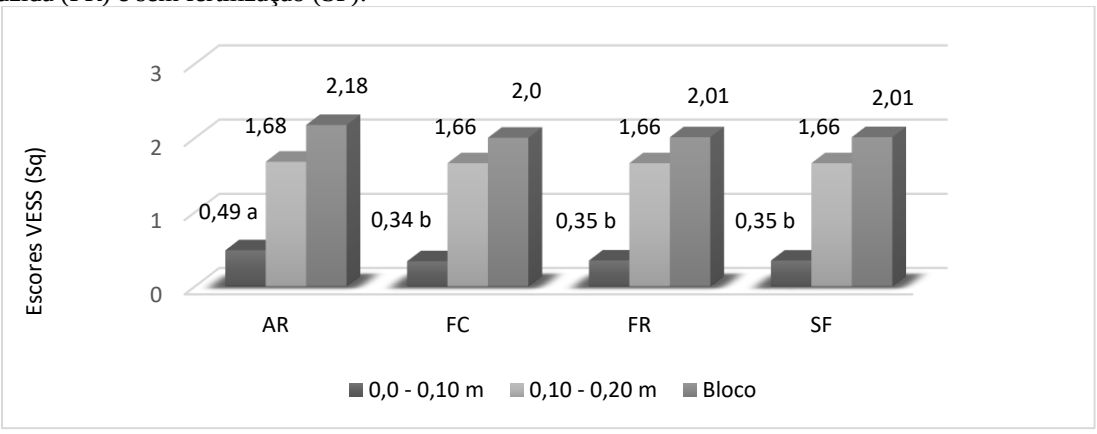
Os agregados na profundidade de 0-0,10m foram facilmente quebráveis, em parte pela presença de raízes, alta porosidade e alguns com diâmetro maior que 0,01 m. A profundidade 0,10 - 0,20m apresentou agregados maiores e mais estáveis mesmo com a presença de raízes. Nas áreas com biochar, ocorreu favorecimento de desenvolvimento de raízes, provavelmente pelo biochar agir como depósito de nutrientes e água. A pontuação geral dos escores VESS (Sq) para os blocos variou de 2,18 a 2,0 (Gráfico 1), não indicando necessidade de intervenção imediata na área. As áreas com e sem biochar não apresentaram variação, e a normalidade dos dados foi confirmada por Shapiro-Wilk ($p>0,05$).

Gráfico1: Escores obtidos através do VESS para áreas de referência (AR), com biochar (CB) e sem biochar (SB).



A análise de variância não apresentou interação significativa para o escore na profundidade 0-0,10m, 0,10-0,20m e blocos. No teste F, a comparação de médias para os tratamentos com fertilização, fertilização reduzida e sem fertilização não apresentaram diferenças (Gráfico 2).

Gráfico2: Escores obtidos através do VESS para áreas de referência (AR), com fertilização (FC), fertilização reduzida (FR) e sem fertilização (SF).



O método VESS foi sensível as alterações estruturais do solo na conversão da área

[1]Discentes do programa de Pós Graduação em Agronomia - UEPG – Av. General Carlos Cavalcanti, 4748 – Campus Uvaranas, Ponta Grossa (PR) luwick@gmail.com; [2]Doscente do programa de Pós Graduação em Agronomia - UEPG- neydegiarola@gmail.com; [2] Drª Pesquisadora EMBRAPA-Florestas - claudia.maia@embrapa.br

de pastagem para o plantio de eucalipto. Embora os escores até 3,0 não indiquem restrição, o solo na profundidade de 0 - 0,10m se apresentou bastante pulverizado. Os agregados não se mostraram totalmente estáveis para a profundidade de 0 -0,10m, independente da presença ou ausência de biochar e das diferentes doses de fertilizantes.

CONCLUSÕES

O VESS foi sensível as alterações causadas na estrutura do solo pelo preparo na conversão de pastagem para área florestal, e os escores obtidos não indicaram a necessidade de intervenção nas áreas avaliadas. Porém, os agregados na profundidade de 0 – 0,10m não se mostraram totalmente estáveis, sendo necessário para este estudo lançar mão de outras avaliações físicas, que confirmariam a qualidade estrutural deste solo.

REFERÊNCIAS

Askari, M. S.; Holden, N. M. Indices for quantitative evaluation of soil quality under grassland management. Geoderma, 230–231, 131–142, 2014.

Ball, B. C.; Batey, T.; Munkholm, L. J. Field assessment of soil structural quality: A development of the Peerlkamp test. Soil Use and Management, v. 23, p. 329–337, 2007.

Bronick, C. J.; Lal, R. Soil structure and management: a review. Geoderma, Amsterdam, v. 124, n. 1-2, p. 3-22, 2005.

Cherubin, M. R., Franco, A. L. C., Guimarães, R. M. L., Tormena, C., Cerri, C. E. P., Karlen, D. L.; Cerri, C. C. Assessing soil structural quality under Brazilian sugarcane expansion areas using visual evaluation of Soil Structure (VESS). Soil & Tillage Research, 173, 64–74, 2017.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA. Sistema brasileiro de Classificação de solos. 3.ed. Brasília, 2013. 353p.

Guimarães, R. M. L., Ball, B. C., Tormena, C. A., Giarola, N. F. B., Da Silva, A. P. Relating Visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. Soil Tillage Res. 127, 92–99. 2013.

Kay, B. V., Munkholm, L. J. Managing the interactions between soil biota and their physical habitat in agroecosystems. In: Ritz, K., Young, I. (Eds.), The Architecture and Biology of Soils: Life in Inner Space. CAB International, p.170–195, 2011.

Moncada, M. P., Penning, L. H., Timm, L. C., Gabriels, D., Cornelis, W. M. Visual examinations and soil physical and hydraulic properties for assessing soil structural quality of soils with contrasting textures and land uses. Soil Tillage Res**.** 140, 20–28, 2014.

Munkholm, L. J.; Heck, R. J., Deen, B. Long-term rotation and tillage effects on soil structure and crop yield. Soil Tillage Res. 127, 85–91, 2013.

R Core Team, 2016. R: A language and environment for statistical computing [internet]. Vienna, Austria: R Foundation for statistical computing. Available at: http://www.R-project.org/ Accessed 19.03.19.

Tuchtenhagen, I. K.; Lima, C. L. R. DE; Bamberg, A. L.; Guimarães, R. M. L.; Moncada, M. P. Visual Evaluation of the Soil Structure under Different Management Systems in Lowlands in Southern Brazil. Rev Bras Cienc Solo, v. 42, p. 1-13, 2018.

PRODUTIVIDADE DE SILAGEM DE MILHO CULTIVADO EM SUCESSÃO A NABO FORRAGEIRO EM LATOSSOLO SUBMETIDO A COMPACTAÇÃO

Allan Deckij Kachinski[1], Ernani Garcia Neto[2], Luiz Otávio Pfann Denardi[1], Guilherme Augusto Hipólito dos Santos[1], Cristiano Andre Pott[3]

RESUMO: Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de silagem, cultivado em sucessão a nabo forrageiro em área submetida a compactação. O delineamento experimental utilizado foi fatorial 2x2, sendo 2 tratamentos de adubação verde (nabo e pousio) e 2 tratamentos de compactação (com e sem), com quatro repetições. Os tratamentos foram: milho cultivado em sucessão a nabo forrageiro em área submetida a compactação; milho cultivado em sucessão a nabo forrageiro em área sem compactação; milho cultivado em sucessão a área em pousio e submetida a compactação; milho cultivado em sucessão a área em pousio e sem compactação. Foi avaliado a produtividade de massa verde e a densidade do solo. A produção de silagem de milho cultivado sob a palhada de nabo forrageiro promoveu efeitos significativos, sendo uma alternativa viável para obter alto rendimento. A compactação do solo afetou de forma negativa a produção de silagem de milho e a densidade do solo.

PALAVRAS-CHAVE: *Raphanus sativus; Zea mays***;** plantas de cobertura**.**

INTRODUÇÃO

O milho é uma das espécies vegetais mais cultivadas no mundo, sendo o Brasil o terceiro maior produtor mundial (Oliveira et al., 2015). O nabo forrageiro (*Raphanus sativus L.*) é conhecido principalmente pela sua alta capacidade de reciclar nutrientes, tais como nitrogênio e fósforo, sendo considerado um adubo verde (Heinz et al., 2011). A sucessão nabo/milho tende a favorecer a produtividade da cultura comercial, devido à disponibilidade de nitrogênio ocorrida no cultivo (Ohland et al., 2005).

Segundo Müller et al. (2001), o nabo forrageiro consegue produzir grande quantidade de massa de matéria seca de raízes em camadas de solos compactados, tendo assim, potencial para descompactar essas camadas e aumentar a macroporosidade dos solos. Este trabalho teve como objetivo avaliar a produção de silagem, cultivado em sucessão a nabo forrageiro em área submetida a compactação.

[1]Academico de Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR, E-mail: allankachinski@hotmail.com
[2]Mestrando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR
[3]Professor Adjunto, Departamento de Agronomia, UNICENTRO, Guarapuava, PR

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no Campo Experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, Campus Cedeteg, em Guarapuava, Paraná. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno Distrófico, com textura muito argilosa (Michalowicz, 2012). O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é Cfb.

A área experimental foi composta por 16 parcelas distribuídas em 4 blocos, sendo cada parcela composta por área total de 40 m². O delineamento experimental utilizado foi fatorial 2x2, sendo 2 tratamentos de adubação verde (nabo e pousio) e 2 tratamentos de compactação (com e sem), com quatro repetições e quatro tratamentos. Os tratamentos foram: milho cultivado em sucessão a nabo forrageiro em área submetida a compactação; milho cultivado em sucessão a nabo forrageiro em área sem compactação; milho cultivado em sucessão a área em pousio e submetida a compactação; milho cultivado em sucessão a área em pousio e sem compactação. Foi avaliado a produtividade de massa verde da cultura do milho e a densidade do solo.

A compactação do solo na área experimental foi realizada através de um trator com peso total de 6 Mg, com 20 passadas consecutivas, sendo compactada a área total de cada parcela. A umidade do solo média nos dias do processo de compactação do solo estava em torno de 0,50 g g^{-1}.

A semeadura do nabo, cv. Trado, 20 kg ha^{-1} de sementes foi realizada no dia 29 de junho de 2018, sobre palhada de feijão, em área de plantio direto. A semeadura do milho, hibrido AG 8780, foi realizada no dia 12 de novembro de 2018, com 4 sementes por metro linear e espaçamento de 45 cm entre linhas, com uma população de aproximadamente 80 mil plantas ha^{-1}, com adubação de base de NPK 04-20-20 (300 kg ha^{1}).

A avaliação de produtividade da silagem da cultura do milho foi realizada no estádio reprodutivo R5.5. Foram retiradas 5 plantas da terceira linha no terço médio de cada parcela. Estas plantas foram agrupadas e pesadas para determinação de matéria verde. A avaliação de densidade do solo foi realizada 5 dias antes da semeadura do milho, foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço com volume interno de 100 cm³, em três profundidades: 0-5,7-12 e 17-22 cm em cada parcela. As variáveis estudadas foram submetidas a análise de variância, e as médias comparadas com o teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 verifica-se a produtividade de massa verde de milho em Mg ha^{-1} em

função dos quatro tratamentos estudados. Os resultados evidenciam que o tratamento sucessão com nabo e sem compactação do solo apresentou maior produtividade de massa verde (70 Mg ha^{-1}), diferindo estatisticamente, dos demais tratamentos. Santos et al. (2010) estudando o efeito de plantas de cobertura sobre a cultura do milho, observaram que houve um efeito positivo na altura de planta do milho.

Nota-se que, o tratamento em sucessão pousio sem compactação obteve maior produção (61 Mg ha^{-1}), em relação ao tratamento em sucessão pousio com compactação (51 Mg ha^{-1}), diferindo estatisticamente, evidenciando o efeito da compactação sobre a produção de massa verde de milho. Valadão et al. (2015) observaram que a compactação reduz o volume de solo explorado, ocorrendo um sistema radicular mais superficial, podendo prejudicar a absorção de água e nutrientes, diminuindo o crescimento das plantas. Houve diferença significativa entre os tratamentos com compactação em sucessão nabo e sucessão pousio, destacando assim a importância da utilização do nabo forrageiro como planta de cobertura, pelo efeito de suas raízes no solo.

Apesar de não ser observada diferença significativa entre os tratamentos sucessão pousio com e sem compactação, observa-se uma maior produção (53 Mg ha^{-1}) no tratamento sem compactação em relação ao tratamento submetido a compactação (51 Mg ha^{-1}).

Na Figura 2 verifica-se os valores de densidade do solo em função dos tratamentos. Houve diferença estatística entre os tratamentos com e sem compactação, tanto para os tratamentos com nabo, quanto para os tratamentos em pousio, mostrando o efeito da compactação no solo. Em relação ao fator adubo verde (nabo e pousio), houve diferença estatística apenas na camada 17- 22 cm nos tratamentos sem compactação.

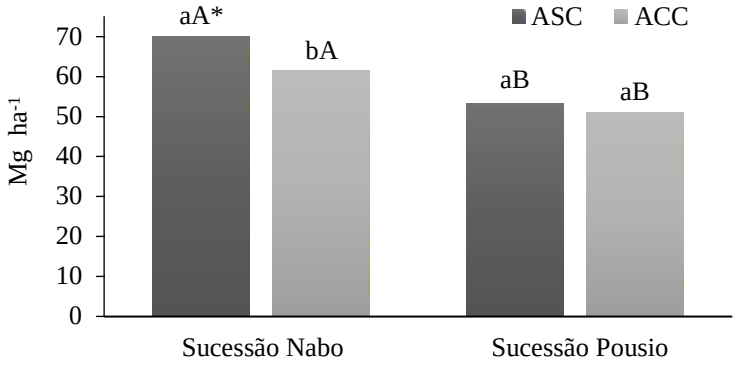


Figura 1: Produção de massa verde de milho em Mg ha^{-1} em função da compactação do solo e da sucessão (nabo forrageiro ou pousio). ASC = área sem compactação; ACC = área com compactação. * Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas para sucessão (nabo e pousio) e minúsculas para compactação (com e sem), não diferem estatisticamente entre si a 5 % pelo teste de Tukey.

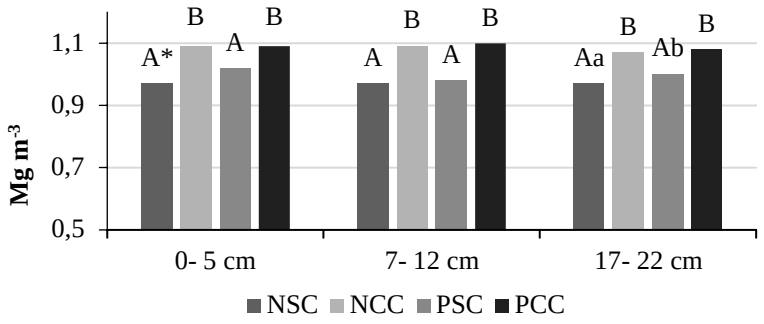


Figura 2: Densidade do solo em Mg m^{-3}, em função dos quatro tratamentos estudados: nabo sem compactação (NSC); nabo com compactação (NCC); pousio sem compactação (PSC); pousio com compactação (PCC) e em função das profundidades analisadas: 0 a 5cm; 7 a 12cm; 17 a 22cm. *Médias seguidas de letras iguais, maiúsculas para compactação (com e sem), e minúsculas para adubação verde (nabo e pousio) não diferem estatisticamente entre si a 5 % pelo teste de Tukey.

CONCLUSÕES

A produção de silagem de milho foi significativamente superior quando cultivado sob a palhada de nabo forrageiro (NSC) em relação aos demais tratamentos, NCC, PSC e PCC, 13% para o primeiro, 30% para o segundo e 38% para o terceiro respectivamente. sendo uma alternativa viável para obter alto rendimento na silagem de milho.

A compactação do solo afetou de forma negativa a produção de silagem de milho e a densidade do solo tanto em pousio quanto em sucessão com o nabo, relatando à campo os problemas encontrados em lavouras comerciais através do constante tráfego de implementos agrícolas atualmente.

REFERÊNCIAS

Heinz R, Garbiate MV, Viegas Neto A, Mota LHS, Correia AMP, Vitorino ACT. Decomposição e liberação de nutrientes de resíduos culturais de crambe e nabo forrageiro. Ciênc. Rural, 2011; 41. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782011000900010.

Michalowicz, L. Atributos químicos do solo e resposta da sucessão milho- cevada-feijão- trigo influenciados por doses e parcelamento de gesso em Plantio Direto. Guarapuava. Dissertação mestrado – PPGA/UNICENTRO, 2012.

Müller MML, Ceccon G, Rosolem CA. Influência da compactação do solo em subsuperfície sobre o crescimento aéreo e radicular de plantas de adubação verde de inverno Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2001; 25:531-538. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832001000300002.

Ohland RAA, Souza LCF, Hernani LC, Marchetti M E, Gonçalves M C. Culturas de cobertura do solo e adubação nitrogenada no milho em plantio direto. Ciênc. Agrotec. 2005; 29:538-544. http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542005000300005.

Santos PA, Silva AF, Carvalho MAC, Caione G. Adubos verdes e adubação nitrogenada em cobertura no cultivo do milho. Rev. Bras. Milho e Sorgo. 2010; 9:123-134 http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v9n2p123-134.

Valadão FCA, Weber OLS, Valadão Júnior DD, Scapinelli A, Deina FRE, Bianchini A. Adubação fosfatada e compactação do solo: sistema radicular da soja e do milho e atributos físicos do solo. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2015; 39:243-255. http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcs20150144.

COMPACTAÇÃO DO SOLO CAUSADA PELO TRÁFEGO DE MÁQUINAS DE COLHEITA FLORESTAL

André Pellegrini[1], Diego Rodrigues[2], Rodrigo Rosa[2], Anderson Michel Debald[2], Ana Carolina Ricardi[2]

RESUMO: A modernização na colheita florestal tornou-se o processo mais eficiente, entretanto as máquinas ficaram mais pesadas e com isso exercem maior pressão sobre o solo, gerando o desequilíbrio das propriedades físicas do solo. Este trabalho tem como objetivo avaliar a compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas em operações de colheita de *Pinus taeda*. O estudo foi realizado em uma área de colheita de madeira localizada no município de Quedas do Iguaçu, Paraná. Para avaliação foi utilizado um Penetrômetro digital medindo a camada de 0 a 60 cm em cinco tratamentos com diferentes números de passadas, contendo quatro repetições e instalado sobre a linha de passagem das máquinas. Com base nos resultados obtidos conclui-se que ocorreu maior resistência do solo à penetração com o aumento do número de passadas do *Forwarder*.

PALAVRAS-CHAVE: colheita de madeira; resistência à penetração.

INTRODUÇÃO

As operações de colheita florestal foram intensificadas a partir da década de 90, com a evolução do maquinário empregado nesta atividade. Porém, esta modernização tem proporcionado maior aceleração do processo de degradação do solo, devido ao aumento do tráfego de máquinas, favorecendo o desequilíbrio das propriedades do solo, ocasionando principalmente a compactação (Dias Júnior, 1996).

A profundidade da compactação em áreas florestais pode ser maior que em áreas agrícolas, muitas vezes isso acontece pelo fato do maquinário ser mais pesado, pela grande intensidade de tráfego de máquinas, pois durante a colheita uma máquina trafega por várias vezes na mesma linha e também pelas condições do solo onde as máquinas estão circulando, principalmente pela possibilidade do solo estar com alta umidade, devido o

[1]Professor, Universidade Tecnólogica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000 andrepellegrini@utfpr.edu.br
[2]Aluno, Universidade Tecnólogica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000

sombreamento de árvores e grande acúmulo de resíduos vegetais (Suzuki et al., 2007; Reichert et al., 2007; Reinert et al., 2007).

Existem indicativos que determinam o nível de compactação, entre eles podemos citar a resistência mecânica do solo à penetração (RP), é um método muito utilizado devido a sua agilidade e facilidade em sua determinação, a qual demostra a resistência física do solo quanto ao crescimento de raízes. (Lima et al., 2010).

Nesse sentido, é de grande valia estudar as modificações estruturais do solo devido a ações de força mecânica da colheita florestal, visando planejar esta etapa e minimizar prejuízos na produtividade gerados pela compactação. Diante disto, o objetivo foi avaliar a compactação do solo causada pelo tráfego de máquinas em operações de colheita de *Pinus taeda.*

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nas áreas operacionais de colheita de madeira da empresa Araupel S.A localizada no município de Quedas do Iguaçu, Paraná. De acordo com a classificação de Kóppen, o clima local é do tipo Cfa - Clima subtropical, temperatura média no mês mais frio inferior a 18 ºC (mesotérmico) e temperatura média no mês mais quente acima de 22 ºC, com verões quentes (IAPAR, 2009). O solo que prenomina no local é o Latossolo Vermelho distroférrico (EMBRAPA, 2006).

O sistema de colheita de madeira utilizado pela empresa é de toras curtas "*Cut to leangh*". No processamento da colheita foi utilizado um trator florestal *Harvester* da marca Caterpillar 315 com rodado de esteira e equipado com um cabeçote log Max 5000c, já na operação de baldeio da madeira foi utilizado um trator florestal *Forwarder* Caterpillar 564 6x6 com rodado de pneu.

O procedimento de amostragem do solo foi realizado sobre a linha de passagem das máquinas de corte e extração da madeira, de acordo com os seguintes tratamentos:

- ST- Sem tráfego de máquinas com a floresta em pé (Testemunha);
- T1-1 passada do *Havester* + 1 passada do *Forwarder* (1 HV + 1 FW);
- T2-1 passada do *Havester* + 3 passadas do *Forwarder* (1 HV + 3 FW);
- T3-1 passada do *Havester* + 7 passadas do *Forwarder* (1 HV + 7 FW);
- T4-1 passada do *Havester* + 8 passadas do *Forwarder* (1 HV + 8 FW).

Para cada tratamento, foram realizadas quatro repetições, distribuídas nas linhas de tráfego das máquinas. Para avaliar a RP foi utilizado um penetrômetro eletrônico digital da

marca Falker sendo realizado 6 pontos sobre a linha de tráfego, na camada de 0 a 60 cm com resolução de um centímetro.

Concomitante as avaliações da RP foram realizadas coletas de solo nas camadas de 0-10, 10-20, 20-30, 30-40, 40-50 cm para determinar a umidade gravimétrica, as mesmas foram protegidas no campo e posteriormente foram levadas ao laboratório a onde foram processadas conforme a metodologia da EMBRAPA (2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados apresentados na Figura 1 evidenciaram aumento da RP conforme o aumento do número de passadas. Resultados similar foram encontrados por Lopes et al. (2015) e também por Rodrigues (2013), este avaliou a compactação do solo causado por dois sistemas de colheita e em diferentes intensidades de tráfego de máquinas de colheita florestal, onde concluiu que o aumento da intensidade dos modais florestais provocaram incrementos na densidade e resistência a penetração solo.

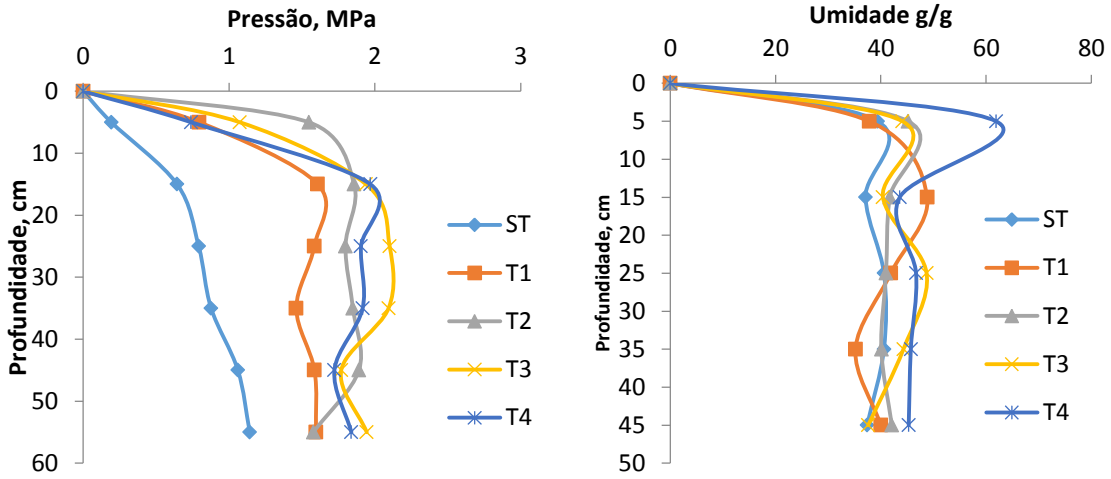


Figura 1 - Resistência mecânica do solo à penetração e umidade gravimétrica do Latossolo Vermelho, em condições sem tráfego e condições com diferentes intensidades de tráfego de *Harvester* e *Forwarder*.

Nas camadas de 20-30 e 30-40 cm do tratamento com 1 passada do *Havester* + 7 passadas do *Forwarder* (T3), ocorreu os maiores valores médios de RP, 2,10 e 2,09 MPa, respectivamente, já nas condições sem tráfego e nas mesmas profundidades os valores médios apresentados foram de 0,7162 e 0,8767 MPa, resultando em um alto incremento de RP em relação as condições sem tráfego.

Segundo Guimarães et al. (2013) os maiores valores de RP na camada podem ser relacionados a menores teores de água no solo, os valores referentes a umidade gravimétrica do solo, e isso pode ser observado onde na camada 0-10 cm do tratamento 4,

[1]Professor, Universidade Tecnólogica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000 andrepellegrini@utfpr.edu.br
[2]Aluno, Universidade Tecnólogica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000

apresentou uma umidade 0,52 g/g, um valor considerável alto comparado com os demais, isso pode justificar a redução da RP quando comparado o tratamento 3 e 4 na camada de 0-10, onde houve uma redução de aproximadamente 33% na RP, visto que o valor da resistência deveria ser próximo ou maior, devido ao tratamento 4 possuir maior intensidade de tráfego.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados obtidos nos tratamentos estudados podemos concluir que ocorreu maior resistência mecânica do solo com o aumento do número de passadas de Forwarder e que em todas as situações de tráfego das máquinas estudadas causaram aumento na resistência mecânica do solo à penetração na camada superficial do solo.

REFERÊNCIAS

Dias Júnior, M. S.; Pierce, F. J. Revisão de literatura: O processo de compactação solo e sua modelagem. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 20, p.175-182, 1996.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.** 2.ed. Brasília: Embrapa Produção de Informação, Rio de Janeiro, EMBRAPA Solos, 2006. 306p.

EMBRAPA. **Manual de métodos de análise de solo** / Paulo César Teixeira ... [et al.], editores técnicos. – 3. ed. rev. e ampl. – Brasília, DF : Embrapa, 2017.

Guimarães, R. M. L., Ball, B. C., Tormena, C. A., Giarola, N. F. B., Silva, Á. P. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. **Soil and Tillage Research**, v. 127, p. 92-99, 2013.

IAPAR. **Cartas climáticas do Estado do Paraná**. Londrina: IAPAR, 2009. 49p

Lima, C. L. R.; Silva, A. M. P. da; Imhodd, S.; Leão, T.P. Compressibilidade de um solo sob sistemas de pastejo rotacionado intensivo irrigado e não irrigado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.28, n 6, p.945-951, nov./dez., 2004

Lopes, E. da S.; Oliveira, D.; Rodrigues, C. K.; Drinko, C. H. Compactação de um Solo Submetido ao Tráfego do Harvester e do Forwarder na Colheita de Madeira. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 2, p. 223-230, 2015.

Rodrigues, C. K. **Compactação do solo causada por dois sistema de colheita de madeira em florestas de *Eucalyptus grandis*.** 96 f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Estadual do Centro-Oeste. Irati, 2013.

Suzuki, L. E. A. S.; Reichert, J. M.; Reinert, D. J.; Lima, C. L. R. Grau de compactação, propriedades físicas e rendimento de culturas em Latossolo e Argissolo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, p. 1159-1167, 2007.

[1]Professor, Universidade Tecnólogica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000 andrepellegrini@utfpr.edu.br
[2]Aluno, Universidade Tecnólogica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000

O ESTUDO DA MICROBIOLOGIA DO SOLO NO ENSINO MÉDIO TÉCNICO AGRÍCOLA

Érica Nascimento[1], Carlos Henrique Antunes[2]

RESUMO: A microbiologia do solo faz parte das competências que um jovem técnico em agropecuária deve apresentar. Através deste trabalho foi possível verificar no Colégio Agrícola Augusto Ribas em Ponta Grossa, Paraná, o nível de conhecimento e interesse dos alunos do terceiro ano do ensino médio acerca do tema. Com a aplicação de um questionário sob o olhar da análise de conteúdo, foi possível identificar que grande parte dos estudantes compreende termos e funções relacionadas aos microrganismos presentes no solo. A vivência técnica que estes alunos têm proporciona a conexão dos fenômenos descritos teoricamente com aqueles que ocorrem na sua realidade, o que garante a eficácia da aprendizagem e a fixação destas relações.

PALAVRAS-CHAVE: aprendizagem, microrganismos, escola.

INTRODUÇÃO

Os microrganismos que habitam o solo além de representar a forma de vida mais abundante e diversificada do planeta, também desempenham um importante papel na decomposição da matéria orgânica do solo, realizando transformações indispensáveis no ciclo do carbono e do nitrogênio (Torsivik; Ovreas; 2002). Tendo isso em foco, quando se voltam os olhares para o Ensino Médio como um todo, muitos professores demonstram preocupação com a falta de interesse dos alunos pela Microbiologia, como Cândido (2015) exemplifica.

Cassanti et al. (2008) afirmam que um dos quesitos que dificultam o aprendizado da Microbiologia é a aparente falta de conexão dessa ciência com o mundo. No ensino técnico agrícola, essa relação dos microrganismos com o todo é extremamente visível e útil para a construção do profissional que dali irá sair, portanto espera-se encontrar um maior nível de conhecimento acerca do tema e de interesse por parte dos alunos que ainda não tiveram aulas sobre a Microbiologia do Solo. Contemplando esta perspectiva, os futuros técnicos agrícolas devem ter conhecimento dos microrganismos do solo e seu papel em todo o ambiente, de maneira real.

Dentro do ensino médio é papel do professor de biologia transmitir aos alunos o conhecimento sobre a microbiologia, porém, na maioria dos casos ela não se torna específica

[1]Acadêmica de Ciências Biológicas – Licenciatura, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR, erica31nascimento@gmail.com
[2]Mestre em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR.

o suficiente para que os alunos compreendam totalmente temas relacionados à microbiologia do solo.

Voltando-se para o aprendizado da microbiologia, uma dificuldade detectada é a falta de conexão que os alunos veem desta ciência com o cotidiano em que eles estão inseridos e também os conceitos errôneos sobre o tema em geral. Muitos alunos se desinteressam pela microbiologia devido aos seus aspectos negativos, como as patologias causadas por estes seres e não tem conhecimento da atuação real dos microrganismos em geral, seja para o bem ou para o mal de outros seres vivos (ANTUNES, 2012). Segundo Silva et al. (2015) a maioria dos alunos têm pouco conhecimento sobre a real importância dos microrganismos presentes no solo para a manutenção do equilíbrio ecológico, o que proporciona um aumento no processo de degradação ambiental.

Tendo conhecimento disto, é notável a importância do estudo da microbiologia do solo na biologia em geral e principalmente para jovens que futuramente poderão atuar em áreas ambientais. O presente trabalho tem como objetivo identificar o conhecimento que os alunos do ensino médio técnico agrícola têm acerca da microbiologia do solo, a fim de propor sugestões para uma melhor formação dentro do contexto no qual eles irão atuar.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada no Colégio Agrícola Augusto Ribas localizado no município de Ponta Grossa – PR com alunos do Ensino Médio. Inicialmente foi aplicado questionário para verificação do conhecimento dos alunos nos terceiros anos do colégio.

Os questionários aplicados foram avaliados seguindo os critérios e os métodos de análise de conteúdo descritos por Bardin (1977), foi formulado questionário de compreensão adequada aos alunos que participaram da pesquisa, e estes tiveram a autonomia de se recusar a responder algumas delas caso o desejassem. A partir destas repostas foram retiradas palavras-chave que pudessem unir a linha de pensamento principal que se referia a cada uma delas, considerando a frequência com que apareciam, se eram positivas, neutras ou negativas, a ordem em que os elementos eram citados, se outros elementos relacionados também eram mencionados e o sentido que o participante procurou dar a todas essas junções.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em relação a pergunta “O solo onde você vai plantar determinada cultura contém microrganismos, você o utilizaria mesmo assim? ” 88% dos alunos disse que sim e 12% que

só o fariam com certeza de que os microrganismos presentes fossem benéficos para a cultura. Dos que o utilizariam sem ressalvas, 39% alegaram que estes seres vivos são benéficos para as plantas, 38% para o solo, 20% para o meio ambiente e 3% para a agricultura. Antunes (2012) relata que os alunos do ensino médio regular têm uma visão sobre a microbiologia onde prevalecem os conceitos relacionados a doenças causadas por estes seres vivos. Já estes alunos, inseridos no colégio agrícola, conseguem em sua maioria relacionar os benefícios dos microrganismos para as plantas e o solo. Isso é um fato que pode contribuir com a formação de técnicos agrícolas que estarão aptos para tomar decisões na sua profissão, de forma consciente com as questões ambientais que permeiam a sociedade.

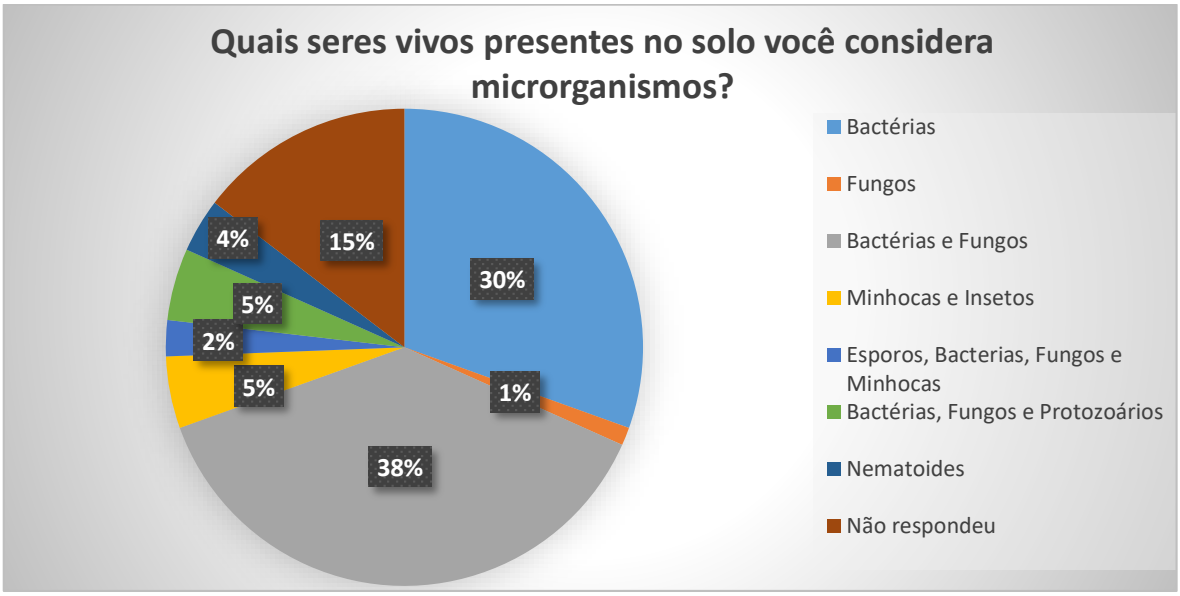


Gráfico 01: Questão sobre quais seres vivos presentes no solo os alunos consideram microrganismos.

Para a questão demonstrada no gráfico 1, apesar de alguns alunos demonstrarem confusão com os reais microrganismos presentes no solo, 74% têm conhecimento de bactérias e fungos como parte importante dos seres viventes neste ambiente. Esses dados contrapõem o que Cassanti et al. (2008) e Antunes (2012) dizem sobre a falta de relação que os alunos tem da microbiologia com o mundo, o que pode ter sido causado pela maneira apenas conceitual que foi trabalhada na escola. Isto, porque no ensino técnico agrícola os alunos têm acesso a maiores atividades práticas que os conectam com a realidade da microbiologia no cotidiano. Silva et al. (2015) observaram que grande parte dos alunos têm pouco conhecimento sobre a real importância dos microrganismos presentes no solo para a

manutenção do equilíbrio ecológico, e isso pode favorecer o aumento no processo de degradação ambiental.

Por fim, quando questionados a respeito da aplicação direta da profissão de técnico agrícola com a microbiologia 17% dos alunos disse não ver nenhuma, 1% que se aplica nos animais, 15% no solo e 67% diz que essa relação direta acontece em relação as plantas. Afinal, a vivência técnica que estes alunos têm proporciona o que Kimura et al. (2013) diz, que relacionando a microbiologia ao cotidiano os alunos passam a conectar os fenômenos descritos teoricamente com aqueles que ocorrem na sua realidade, o que garante a eficácia da aprendizagem e a fixação destas relações.

CONCLUSÕES

Através da participação dos alunos nesse trabalho ficou perceptível que há certo interesse pela temática da microbiologia do solo pelos estudantes e que os mesmos apresentam um conhecimento acerca do tema. Isso é um fato importante, pois uma boa formação nessa temática leva os futuros técnicos agrícolas a pensar de forma sustentável na hora de tomar decisões na sua profissão.

REFERÊNCIAS

ANTUNES, C. H; PILEGGI, M; PAZDA, A. K. Por que a visão científica da microbiologia não tem o mesmo foco na percepção da microbiologia no ensino médio. III Simpósio nacional de ensino de ciência e tecnologia, 26 a 28 de setembro de 2012; Ponta Grossa – Brasil. Ponta Grossa: UTFPR; 2012.

BARDIN, Laurence. Análise de conteúdo. Lisboa, Portugal: Edições 70, LDA;1977.

CÂNDIDO, M. S. C, et al. Microbiologia no ensino médio: analisando a realidade e sugerindo alternativas de ensino numa escola estadual paraibana. **Ens Saud Amb.** 2015; 8:57-73. 10.22409/resa2015.v8i1.a21199

CASSANTI, A. C. et al. Microbiologia democrática: estratégias de ensino-aprendizagem e formação de professores. **Enc. Bios.** 2008; 4:1-27.

KIMURA, A. H. et al. Microbiologia para o ensino médio e técnico: contribuição da extensão ao ensino e aplicação da ciência. **Rev Con UEPG**. 2013; 9: 254-267.

SILVA, A. P. et al. Importância da microbiologia do solo no ensino de biologia – CE. Congresso técnico científico da engenharia e da agronomia, 15 a 18 de setembro de 2015; Fortaleza – Brasil.

TORSVIK, V.; OVREAS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. Current Opinion in Microbiology, v.5, n.3, p.240-245, 2002. https://doi.org/10.1016/S1369-5274(02)00324-7

ASPECTOS E DISCUSSÕES SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

Vanderlei Marinheski[1]

RESUMO: Os processos erosivos sempre estiveram presentes no relevo, atuando na esculturação e na caracterização das paisagens, com a remoção, transporte e deposição de materiais, sendo a água e o vento, os principais agentes removedores e transportadores de sedimentos. Os processos erosivos ganham maior participação com manejos inadequados para as características do relevo, degradando em poucos anos solos de boa fertilidade para agricultura. Todo uso do solo, para atividades agropecuárias ou reflorestamento, deverá ser com a caracterização física do relevo, seja da bacia no contexto geral, de um trecho de vertente, ou ainda, de uma propriedade rural. O tipo de manejo do solo é um dos fatores de grande influência nos processos erosivos. Assim, esse trabalho teve como objetivo geral trazer uma abordagem teórica sobre uso e conservação do solo.

PALAVRAS-CHAVE: uso do solo, processos erosivos, aptidão produtiva.

INTRODUÇÃO

Os diferentes usos da terra para práticas agropecuárias têm, ao longo do tempo, a erosão acelerada como a principal causa da degradação dos solos férteis. A agricultura com o revolvimento total do solo ou mecanização agrícola e a superlotação das pastagens, são as principais causas da degradação das terras produtivas pela erosão acelerada.

Solos manejados de forma inadequada com revolvimento total por máquinas pesadas sofrem os efeitos da compactação e alteração da bioestrutura, repercutindo na capacidade produtiva. Os manejos do solo são influenciados pelas tendências do mercado, que ajudam a dinamizar as paisagens agrícolas. O solo, por ser componente principal, sente os efeitos diretos dessas transformações causadas pelas diferentes formas de uso do relevo.

Segundo Fiorio, o "planejamento adequado da ocupação das terras é uma ferramenta básica para conservação e preservação do ambiente" (Fiorio et al, 1999, p. 1273). Registre-se ainda que: "A falta de conhecimento da aptidão de uso da terra e do planejamento

[1]Aluno de doutorado do Programa de Pós-Graduação em Geografia – Universidade Estadual de Ponta Grossa - UEPG, bolsista/CAPES, e-mail: marinheskigeo@hotmail.com

.

adequado da sua utilização tem sido fato frequente ocasionando impactos negativos ao meio ambiente" (Pedron et al, 2006, p. 105).

Ao entender as influências que usos inadequados do solo causam na degradação das terras produtivas e para o meio ambiente, como um todo, é um dos primeiros objetivos para rever práticas de manejo adequadas as aptidões produtivas da área.

MANEJO DO SOLO

Garantir uma produção adequada, diminuir os processos erosivos e assegurar a fertilidade das terras, são os principais objetivos de uma agricultura inserida na busca da conservação do solo, com desenvolvimento socioeconômico dos produtores.

Segundo Cogo, Levien e Scharwz (2003), com o uso adequado de sistemas de manejo e de técnicas conservacionistas, reduzem-se os processos erosivos em áreas de cultivo em torno de 50 a 90%, satisfazendo assim, a produtividade e a conservação dos solos.

Além dos usos adequados de acordo com as características do relevo, também devem ser destacadas as principais técnicas de cultivo do solo como, o plantio direto, a adubação verde e o plantio em curvas de nível (Lepsch, 2002).

Para Tricart (1977) ao avaliar os processos que conduzem certos aspectos não favoráveis ao equilíbrio natural, devem-se prognosticar novas formas de recondução dessas ações. Nesse sentido, um bom planejamento pode minimizar os efeitos adversos de uma gestão deficiente nas características geoecológicas da área.

O levantamento sobre as práticas produtivas e a cobertura da terra com mapeamento das áreas, é de fundamental importância para a compreensão da dinâmica do uso e ocupação da terra. A comparação deste levantamento com as peculiaridades ambientais do espaço é primordial para a orientação e adequação de novas práticas produtivas.

Vale lembrar, neste momento, a elevada porcentagem de terras com problemas de produtividade. Conti (2002) aponta a questão da desertificação nas áreas tropicais decorrente de usos ineficientes dos recursos naturais. Para o autor, essa faixa do globo poderia reverter o montante da energia recebida do sol em produção. Essa ideia poderia ser alcançada com práticas que evitassem o desflorestamento, garantindo a umidade do solo e, consequentemente, o crescimento próspero da vegetação.

O diagnóstico das limitações e potencialidades da área de investigação torna-se ferramenta importante para conservar os recursos naturais. "No ambiente, como na questão da saúde, é preciso ter uma postura mais voltada para o preventivo do que para o corretivo"

(Ross, 2003, p.16). Tanto os custos econômicos como ambientais são menores com a prevenção do que com a recuperação.

USO E CONSERVAÇÃO DO SOLO

O uso eficiente do solo é um dos primeiros fundamentos para obter uma agricultura adequada, podendo ser alcançado com as técnicas certas e em locais corretos, utilizando o máximo das características naturais para ter boa produtividade sem degradar o solo (Hudson, 1982).

De acordo com Lepsch (2002) e Lepsch et al (1983) cada solo tem um limite máximo de condição de utilização. Assim, cada atividade produtiva deve ser estabelecida de acordo com as variáveis físicas do ambiente. Terras situadas em locais com declives acentuados são indicadas para pastagens ou reflorestamento, e não para agricultura intensiva, na qual o solo é totalmente revolvido.

Bertoni e Lombardi Neto (1999) explicam que para a adaptação das práticas de uso e ocupação do solo, as características da topografia do relevo devem ser avaliadas, por referenciarem os índices de declividade. A declividade contribui para o aumento da energia cinética das enxurradas e, constantemente, para o aumento dos processos erosivos.

Segundo Castro Filho et al (1999) a declividade é um dos principais fatores a serem considerados no planejamento de bacias hidrográficas para uso e ocupação do solo, uma vez que as áreas íngremes dificultam o cultivo e deixam o solo mais propenso aos arrastes erosivos.

Ressalta-se aqui a importância em conter os processos erosivos em áreas agricultadas, visto que, a erosão além de destruir as terras produtivas contribui para inúmeros problemas socioambientais. Nessa linha de pensamento merecem-se atenção especial os projetos de educação em solos (Freitas et al 2018). Para divulgação e popularização dos saberes e práticas que diminuam os processos de degradação do solo, e que se tornem práticas cotidianas nos sistemas de manejo do solo (Oliveira; Costa, 2018).

CONCLUSÕES

Essa revisão de referências auxiliou a estabelecer um levantamento detalhado da capacidade de uso do solo, com apontamentos e indicações de uso e ocupação da terra em relação às aptidões produtivas da área.

Como remate é importante frisar que o manejo do solo influência no aumento ou na

.

diminuição da ação dos agentes erosivos. Assim, é imprescindível identificar a aptidão da terra quanto sua capacidade de uso para ter maior produtividade e diminuir a degradação do solo devido aos processos erosivos. E que temática (educação em solos) ganhe abrangência nos sistemas de Ensino e na atuação in loco com sujeitos que trabalham diretamente com terra.

REFERÊNCIAS

Bertoni, J.; Lombardi Neto, F. **Conservação do Solo**. 4. ed. São Paulo: Ícone, 1999.

Castro Filho, C. de et al. **Planejamento Conservacionista em Microbacias Hidrográficas**. In: CASTRO FILHO, C. de; MUZILLI, O. **Uso e Manejo dos Solos de Baixa Aptidão Agrícola**. Londrina: IAPAR, 1999.

Cogo, N. P.; Levien, R.; Schwarz, R. A. **Perdas de solo e água por erosão hídrica influenciadas por métodos de preparo, classes de declive e níveis de fertilidade do solo**. Revista Brasileira Ciência do Solo, v. 27, p. 743-753, 2003.

Conti, J. B. **A geografia física e as relações sociedade/natureza no mundo tropical**. 2. ed. São Paulo: Humanistas Publicações- FFLCH/USP, 2002.

Fiorio, P. R. et al. **Potencialidade do uso da terra na microbacia hidrográfica do córrego do Ceveiro na Região de Piracicaba**. Piracicaba, São Paulo: Scientia Agrícola, v.56, n.4, p. 1273-1280, out./dez. 1999.

Freitas, A. de L. et al. **Percepções sobre a importância do solo: Estudo de caso em uma escola de Itapetim – PE**. ACSA, Patos-PB: v.14, n.1, p.42-49, Janeiro-Março, 2018.

Hudson, N. **Conservación del suelo**. Buenos Aires: REVERTÉ, S. A., 1982.

Lepsch, I. F. et al. **Manual para levantamento utilitário do meio físico de terras no sistema de capacidade de uso**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 1983.

Lepsch, I. F. **Formação e Conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2002.

Oliveira, J. S.; Costa, S. **Abordagem do conteúdo solo no ensino fundamental: uma proposta para a aprendizagem significativa.** Revista de Ensino de Ciências e Matemática, v. 9, p. 31-49, 2018.

Pedron, F de. A. **A aptidão de uso da terra como base para o planejamento da utilização dos recursos naturais no município de São João do Polêsine – RS**. Santa Maria, RS: Ciência Rural, v.36, n.1, p. 105-122, jan-fev, 2006.

Ross, J. L. S. **Geomorfologia: Ambiente e Planejamento.** 7. ed. São Paulo: Contexto, 2003.

Tricart, J. L. F. **Ecodinâmica**. Rio de Janeiro: IBGE, Diretoria Técnica, SUPREN, 1977.

BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO EM SISTEMAS INTEGRADOS DE PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA COM ADUBAÇÃO NITROGENADA.

Amanda Carolina Pereira Gil[1], Breynner Gustavo Pavão Bertagnoli[2], Andréa Scaramal Menoncin[3], Arnaldo Colozzi Filho[4], Laíse da Silveira Pontes[4].

RESUMO: Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) são alternativas viáveis para a recuperação e manutenção da qualidade do solo. Este trabalho teve como objetivo avaliar o carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana do solo (RMS) e quociente metabólico (qCO_2) do solo. Tais atributos microbiológicos foram analisados em dois SIPA, isto é, integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF), com duas doses de nitrogênio (90 e 180 kg ha^{-1}, N90 e N180, respectivamente). O N foi aplicado em cobertura, durante o inverno, na fase com pastagem anual. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, totalizando quatro tratamentos, com três repetições. Dentre os atributos microbiológicos avaliados, apenas o CBM apresentou diferença significativa, sendo o menor valor observado no tratamento ILPF N90 (162,03 µg de C g^{-1}) e o maior no tratamento ILP N90 (282,97 µg de C g^{-1}). O CBM apresentou diferença significativa entre os tratamentos ILPF N90 e N180. O sistema ILP incrementa o CBM ea aplicação de N no sistema ILPF favorece a biomassa microbiana. Contudo, tais fatores não afetaram a RMS e qCO_2.

PALAVRAS-CHAVE: carbono microbiano, quociente metabólico, biomassa microbiana do solo.

INTRODUÇÃO

Os sistemas integrados de produção agropecuária (SIPA) integram árvores, pastagem, ruminantes e culturas agrícolas diversas, sob condições edafoclimáticas, em um dado local, e, com um manejo planejado de suas atividades, promovem a produtividade e a sustentabilidade social, econômica e ambiental (Carvalho et al., 2014).

A biomassa microbiana do solo (BMS) é responsável pela transformação da matéria orgânica, pela ciclagem de nutrientes e pelo fluxo de energia no solo (Moreira; Siqueira, 2006).

[1]Mestranda em Agricultura Conservacionista, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. amandapgil9@gmail.com
[2]Doutorando, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Londrina, Paraná, Brasil.
[3]Pós-doutoranda, Bolsista do Projeto IBITIBA /PRN, Londrina, Paraná, Brasil.
[4]Pesquisadores, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina e Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

O carbono da biomassa microbiana (CBM) é a quantidade de carbono que a biomassa microbiana do solo imobiliza em suas células. Por meio de sua avaliação é possível realizar comparações entre solos e mudanças de manejo, avaliando possíveis impactos ambientais (Insam, 2001). A respiração microbiana do solo (RMS) representa a atividade microbiológica do solo, podendo ser medida pela quantificação de CO_2 liberado via degradação da matéria orgânica, resultante da atividade dos microrganismos (Gama-Rodrigues, 1999). O quociente microbiano (qCO_2) indica a matéria orgânica ativa e sujeita a transformações, demonstrando a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese (Saviozzi et al., 2002).

Como os indicadores microbiológicos são dinâmicos e sensíveis às alterações no solo, a microbiota atua como bioindicadora da qualidade do mesmo. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o CBM, RMS e qCO_2 do solo, em ILP e ILPF (12 anos após a implantação dos sistemas), coma aplicação de duas doses de nitrogênio (90 e 180 kg/ha) durante a fase pastagem dos sistemas.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Estação Experimental Fazenda Modelo/IAPAR, em Ponta Grossa, Paraná (25°07′22” S; 50°03′01” W; e altitude de 953m). A área experimental é de aproximadamente 13,7ha, sendo 6,09 ha arborizados. Tais áreas são contíguas, contendo uma associação de solos classificados como Cambissolo Háplico Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura arenosa, com relevo entre 4 e 9% de declividade.

O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com dois sistemas, ILP e ILPF e com duas doses de N (90 e 180 kg N ha^{-1}), aplicada sem cobertura na forma de ureia. Durante o inverno, a área é pastejada por bovinos de corte, e, durante o verão, intercala-se milho e soja, sempre utilizando o sistema plantio direto. No total são quatro tratamentos, com três repetições (12 parcelas de 0,99±0,231 ha cada).

As amostras de solo foram coletadas em março de 2018, na profundidade de 0,00-0,20 m com o auxílio de uma pá, sendo cinco amostras aleatórias por unidade experimental, totalizando 60amostras compostas.

Os atributos microbiológicos avaliados foram: CBM, RMS e qCO_2 do solo. O CBM foi determinado segundo o método proposto por Vance et al. (1987) de fumigação-extração. A RMS foi determinada a partir da liberação de CO_2 das amostras não fumigadas, pela adaptação do método da fumigação incubação, proposto por Jenkinson e Powlson (1976). O qCO_2 foi determinado conforme Anderson e Domsch (1990), sendo esse atributo obtido a partir da

relação RMS/CBM.

As análises químicas do solo foram realizadas conforme os procedimentos descritos pelo Manual de Análise Química e Controle de Qualidade (Pavan et al., 1992), sendo os resultados apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química do solo, na profundidade de 0-20 cm, em integração lavoura pecuária floresta (ILP), integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e duas doses de N (90 e 180 kg/ha^{-1}) respectivamente.

Sistema	PH	P	K	Ca^{-2}	Mg^{-2}	Al+	H+Al	SB	T	V	SAI
		mg dm^3		cmolc/dm^3 solo^{-1}						%	
ILP N80	5,16	49,80	0,26	3,17	1,37	0,03	4,67	4,80	9,47	51,36	0,74
ILP N190	5,20	53,40	0,21	3,22	1,39	0,06	4,66	4,82	9,48	51,59	1,45
ILPF N80	5,09	51,90	0,18	2,47	0,97	0,02	3,96	3,61	7,58	47,74	0,59
ILPF N190	4,99	58,60	0,16	2,59	0,97	0,07	3,92	3,72	7,64	47,88	2,78

pH em CaCl2; SB= soma de bases; T= capacidade de troca de cátions; V= saturação por bases; SAI= saturação por alumínio. P-K (MEHLICH I); Ca-Mg-Al (KClmol L-1); pH (CaCl2 0,01M).

Foi realizada a análise de variância (ANOVA) utilizando o *General Linear Models* (GLM) com o fator fixo tratamento (graus de liberdade, GL = 3) e bloco como aleatório (GL = 2). Quando o tratamento foi significativo utilizou-se o teste Tukey a 95% de confiança. Os dados de qCO_2 do solo foram transformados em Box-Cox e o da RMS em log.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos para a RMS e o qCO_2 (Tabela 2). Em relação ao CBM, maiores valores foram observados no sistema de ILP. Sabe-se que na área a pleno sol as plantas estão metabolicamente mais ativas, o que permite haver maior quantidade e desenvolvimento de raízes (MASCHERONI, 2015). Alterações morfológicas e fisiológicas podem ter ocorrido com as plantas submetidas ao sombreamento, com o intuito de otimizar a captura da radiação fotossintética, apresentando, por exemplo, um sistema radicular menos desenvolvido e, consequentemente, reduzindo a atividade microbiana (MASCHERONI, 2015). Diferenças entre doses de N para CBM ocorreram apenas no ILPF, com um incremento na maior dose (Tabela 2).

[1]Mestranda em Agricultura Conservacionista, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. amandapgil9@gmail.com
[2]Doutorando, Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Biológicas, Londrina, Paraná, Brasil.
[3]Pós-doutoranda, Bolsista do Projeto IBITIBA /PRN, Londrina, Paraná, Brasil.
[4]Pesquisadores, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina e Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

Tabela 2. Médias de três repetições (± desvio padrão) para carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana do solo (RMS) e quociente metabólico (qCO_2) em integração lavoura pecuária floresta (ILP), integração lavoura pecuária floresta (ILPF) e duas doses de N (90 e 180 kg /ha^{-1}, N90 e N180, respectivamente.

Tratamentos	**CBM** µg C g^{-1}	**RMS** µg C-CO_2 g^{-1} h^{-1}	**qCO^2** µg C-CO_2 μg^{-1} CBM h^{-1}
ILP N90	282,97 ± 11,666 a	0,046 ± 0,014 a	0,239 ± 0,061[a]
ILP N180	259,08 ± 17,353 ab	0,064 ± 0,012 a	0,262 ± 0,050 a
ILPF N90	162,03 ± 9,884 c	0,061 ± 0,010 a	0,440 ± 0,099 a
ILPF N180	226,14 ± 18,667 b	0,059 ± 0,017 a	0,311 ± 0,124 a
F	13,73	1,01	1,54
P	***	0,395 NS	0,215 NS

Letras iguais na coluna não diferiram significativamente pelo teste Tukey a 95% de confiança.

***p<0,001; NS, não significativo. P-value and F para efeito de tratamento.

O CBM apresentou diferença significativa entre os tratamentos ILPF N90 e ILPF N180 (Tabela 2). O tratamento ILPF N180 proporcionou um incremento da biomassa microbiana comparado ao tratamento ILPF N90. Este fato pode ser justificável pelo maior aporte de material orgânico incorporado ao solo proporcionado pela adubação nitrogenada.

CONCLUSÃO

O sistema ILP incrementa o CBM. A aplicação de N no sistema ILPF favorece a biomassa microbiana. Contudo, tais fatores não afetaram a RMS e qCO_2.

REFERÊNCIAS

Anderson, J. P. E.; Domsch, K. H. The metabolic quotient of co2 (qCO2) as a specific activity paramenter to assess the effects of environmental condition, such as ph, on the microbial of forest soil.Soil biol. Biochem , v. 25, n. 3, p. 393-395, 1993.

Carvalho, P. C. De F. Et al. Definições e terminologias para sistema integrado de produção agropecuária. Rev.Ciênc.Agron, Fortaleza, v. 45, n. 5, p. 1040-1046, 2014.

Gama-rodrigues, E. F. Biomassa microbiana e ciclagem de nutrientes. In: Santos, G. A.; Camargo, . A. O. (ed.). Fundamentos da matéria orgânica dosolo: ecossistemas tropicais e subtropicais. Porto Alegre: gênesis, 1999. P. 227-243.

Jenkinson, D. S.; Powlson, D. S. The effects of biocidal treatments on Metabolism in soil: a metho for measuring soil biomass. Soil Biol. Biochem., vol.8, p. 209-213, 1976.

Mascheroni, J. D. C. Características estruturais do dossel forrageiro e acúmulo de forragem de *Braquiariabrizantha*cv. Piatã submetido a regime de sombra em sistema de integração lavoura pecuária floresta. 2015. 92 f. Dissertação (Me. em Ciênc. Animal e Pastagens) – Univ. de São Paulo - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2015.

Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O. Microbiologia e bioquímica do solo. Lavras: ufla, 2006.

Pavan, M. A. Et al. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. Londrina: Iapar, 1992. 40 p.

Insam, H. Developments in sol microbiology since the mid 1960s. Geoderma, v. 100, n. 3, p. 389-402, 2001.

Vance E. D, Brookes P. C, Jenkinson D.S . An extraction method for measuring soil microbial biomass. Soil biol Biochem. 1987; 19:703-7.

RESISTÊNCIA À PENETRAÇÃO SOB DIFERENTES USOS DO SOLO DA BACIA HIDROGRAFICA DA UTFPR – DOIS VIZINHOS

Rodrigo Rosa[1], André Pellegrini[2], Fernando Battisti[3] Anderson Michel Debald[4], Adriely Nunes[5]

RESUMO: A qualidade do ambiente físico do solo está diretamente ligada a compactação e a degradação dos solos, influenciando no desempenho de suas funções ambientais e do crescimento radicular das plantas. Este trabalho teve como objetivo determinar a resistência à penetração nos diferentes usos do solo da bacia hidrográfica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos. A área da bacia possui 62,8 ha, onde foi disposto um g*rid* amostral de 0,5 pontos/ha, resultando em 17 pontos sob o uso agrícola (lavoura sob plantio direto), 10 pontos sob o uso pecuário (pastagem perene), 06 na área de mata nativa e 03 pontos na sede do campus (grama). As leituras foram feitas com um penetrômetro digital avaliando a camada de 0 a 60 cm, com 05 repetições. O uso da mata serviu como referência por não sofrer interferência antrópica, evidenciando que todos os demais usos aumentaram a resistência à penetração, destacando as pastagens com os maiores valores nas camadas superficiais.

PALAVRAS-CHAVE: física do solo, compactação do solo, degradação ambiental.

INTRODUÇÃO

A caracterização da estrutura física do solo, além de estar associada ao desenvolvimento das culturas pelo crescimento radicular, pode também levar ao entendimento da dinâmica hidrológica de uma bacia hidrográfica. Assim sendo, a alta compactação nos sistemas agropecuários leva ao aumento da degradação do solo, reduzir a infiltração de água no solo e desencadeando o desequilíbrio hidrológico da bacia.

A agricultura intensiva tem levado ao aumento na compactação dos solos, tanto nos sistemas de plantio direto como em sistemas pecuários (Andrade et al., 2013). Isso normalmente é consequência da utilização de práticas de manejo inadequadas que visam apenas maximizar a produção, deixando de lado a conservação e manejo do solo (Stefanoski et al. 2013).

Em áreas de pastejo bovino, o alto pisoteio e carga animal e baixa cobertura do solo,

[1]Acadêmico de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000. rodrigo23rosa@gmail.com
[2]Professor. Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000.

elevam os níveis de compactação superficial, que pode ser mensurada através da resistência à penetração (Vizzotto et al, 2000). A fim de avaliar o incremento da compactação do solo pela ação antrópica foi utilizada a mata nativa como referência para comparar os demais usos do solo da bacia hidrográfica. Diante disto, o objetivo do presente trabalho foi determinar a resistência à penetração sob diferentes usos do solo na bacia hidrográfica da UTFPR-DV.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na Bacia Hidrográfica da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), campus Dois Vizinhos com área de 62,8 hectares, com localização do exutório da bacia na latitude de 25° 41' 43'' S e longitude de 53° 06' 04'' O – GR e altitude entre 495 a 565 metros do nível do mar. O Sudoeste do Paraná, região qual pertence a área de estudo, possui clima subtropical úmido mesotérmico, com precipitação entre 1800 a 2200 mm/ano, e os solos predominantes do estudo são classificados como Nitossolos Vermelhos.

Para o estudo foi disposto um grid de amostragem sob a área com 0,5 pontos/ha, que resultou em 17 pontos sob uso agrícola (lavouras sob plantio direto), 10 sob o uso pecuário (pastagem perene), 06 na área de mata nativa e 03 pontos na sede do campus (grama).

A localização dos pontos de amostragem foi feita com um GPS (sistema de posicionamento global) de navegação totalizando 36 pontos, e as avaliações foram realizada com um penetrômetro eletrônico digital da marca FALKER. Em cada coordenada, foram realizadas 5 repetições na camada de 0 a 60 cm, com resolução de um centímetro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de resistência à penetração dos principais usos do solo da bacia hidrográfica estão apresentados na Figura 1. A mata serviu de base para comparar os demais usos avaliados por apresentar baixo impacto por atividades humanas e proporcionar uma ótima estrutura do solo, resultando em baixa resistência à penetração (Santos et al., 2010).

Na pastagem a camada superficial entre 0 a 10 cm os valores foram superiores a 2500 kPa, ultrapassando o nível crítico, que resulta um aumento considerável da densidade do solo (Beutler et al, 2005). Sendo característica do uso pecuário resultante do excesso de pisoteio de bovinos.

As lavouras em sua totalidade foram manejadas sob o sistema de plantio direto com isto, apresentaram resultados inferiores a 2000 kPa, valores bem inferiores as pastagens, mas

[1]Acadêmico de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000. rodrigo23rosa@gmail.com
[2]Professor. Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000.

que mostra incremento de resistência à penetração quando comparado com a mata. Desta forma, pode ser considerado um uso do solo com bom manejo, tendo a possibilidade de ocorrer maior infiltração de água no solo e reduzir os riscos de erosão nas áreas de lavoura.

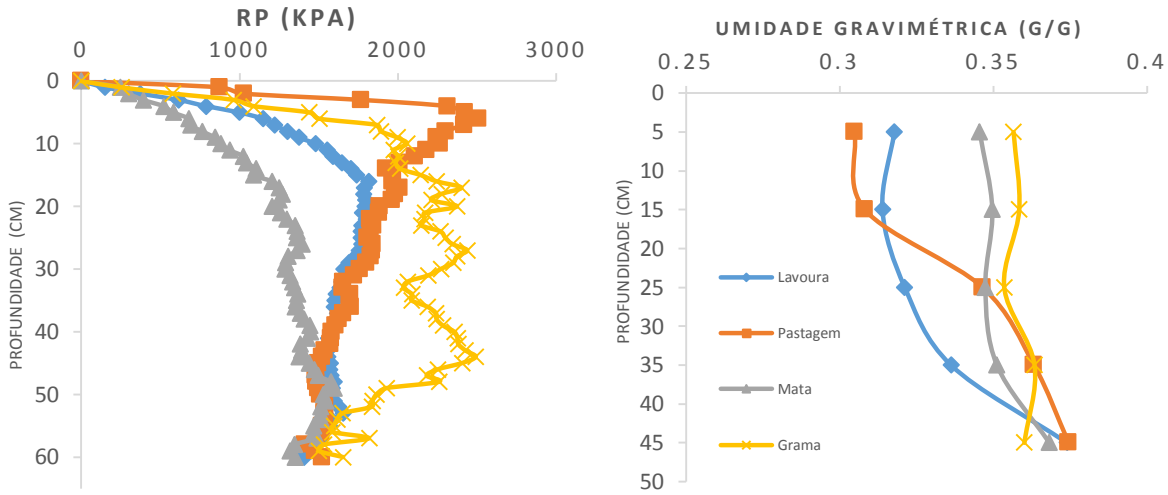


Figura 1. Resistencia à penetração e umidade do solo sob diferentes usos de solos na bacia hidrográfica da UTFPR-DV

Já no uso da sede do campus (grama) apresentou os maiores valores de resistência à penetração entre as camadas de 20-50 cm, sendo superiores aos demais usos de solo. Esses valores elevados podem advir de efeitos em que ocorreram operações de terraplanagens em alguns locais ou possíveis efeitos do trafego de tratores para o corte da grama. No entanto, para melhor entender este uso demanda de maior número de avaliação e associadas a outras propriedades físicas do solo para o diagnóstico da compactação.

Neste sentido, o presente trabalho contribuiu com a avaliação das alterações da resistência à penetração em diferentes usos de solo em escala de bacia hidrográfica, buscando entender a situação da qualidade do solo. Corroborando com Stefanoski et al. (2013) que em sua revisão ressaltou que para haver uma gestão segura dos recursos naturais, é necessária a análise quantitativa e a interpretação dos atributos físicos e físico-hídricos e das principais alterações geradas na qualidade do solo.

CONCLUSÃO

O uso do solo sob mata nativa utilizado como referência apresentou a menor resistência à penetração, comprovando que a interferência antrópica nos demais usos elevaram os níveis de compactação do solo. Entre os usos agropecuários, as áreas de pastagem tiveram os maiores valores de resistência à penetração em superfície. As lavouras

[1]Acadêmico de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000. rodrigo23rosa@gmail.com

[2]Professor. Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000.

apresentaram valores de RP menores que as pastagens. Já na área da sede do campus a resistência à penetração foi maior em profundidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Fundação Araucária /SENAR pelo financiamento do projeto e o apoio da UTFPR e do Grupo de Pesquisa em Ciência do solo - Física do Solo.

REFERÊNCIA

Andrade, R da S.; Stone, L. F.;.Godoy, S. G;. Estimativa da resistência do solo à penetração baseada no índice S e no estresse efetivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental,** v.17, p.932–937, 2013.

Beutler, A. N.; Centurion, J. F.; Roque, C. G.; Ferraz, M. V.**.** Densidade relativa ótima de Latossolos Vermelhos para a produtividade de soja. **Revista Brasileira de Ciência do solo**. v.29, p.843-849, 2005.

Stefanoski, D. C.; Santos, G. S.; Marchão, R. L.; Petter, F. A.; Pacheco, L. P. Uso e manejo do solo e seus impactos sobre a qualidade física. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.17, p.1301-309, 2013.

Tavares Filho, J.; Barbosa, G. M. C.; Guimarães, M. F.; Fonseca, I. C. B. Resistência do solo à penetração e desenvolvimento do sistema radicular do milho sob diferentes sistemas de manejo em um latossolo roxo. **Revista Brasileira de Ciência do solo**., 25:725-730, 2001.

Vizzotto, V. R.; Marchezan, E.; Segabinazzi, T. Efeito do pisoteio bovino em algumas propriedades físicas do solo de várzea**. Ciência Rural**, Santa Maria, v.30, n.6, p.965-969, 2000.

[1]Acadêmico de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000. rodrigo23rosa@gmail.com

[2]Professor. Dr., Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Estrada para Boa Esperança, Km 04, 85660-000.

MINERALOGIA DE CAMBISSOLOS DESENVOLVIDOS SOBRE RIOLITOS E RIODACITOS DO MEMBRO PALMAS

José Ricardo da Rocha Campos[1], André Felipe Petry[2], Ioná Rech[3], Alcir José Modolo[4], Leonardo Zambiasi Forti[2].

RESUMO: A mineralogia dos Cambissolos formados a partir da alteração de rochas ígneas ácidas do Planalto de Palmas é ainda pouco conhecida. Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar a fração argila do solo com intuito de contribuir com o entendimento da sua gênese. Foram amostrados 5 horizontes B de cinco perfis representativos de Cambissolos . Em seguida foram preparadas laminas de argila orientada que foram analisadas por Difração de Raios-X. Em todos os perfis analisados foram observados a caulinita e a haloisita e a sua gênese apresenta estreita relação com os elevados teores de silício e alumínio presentes no material de origem.

PALAVRAS-CHAVE: caulinita, haloisita, monossialitização.

MINERALOGY OF CAMBISSOLOS DEVELOPED OF RIOLITHS AND RIODACITES FROM PALMAS MEMBER

ABSTRACT: The mineralogy of the Cambissolos formed from the alteration of acidic rocks of the Planalto de Palmas is still little known. In this sense, the aim of the present study was to analyze the soil clay fraction in order to contribute to the understanding of its genesis. Five B horizons were sampled from five representative profiles of Cambissols. Then, orientated clay slides were prepared which were analyzed by X-ray Diffraction. In all analyzed profiles kaolinite and haloisite were observed and their genesis is closely related to the high silica and aluminum contents present in the bedrock.

INTRODUÇÃO

No Planalto de Palmas (PR), a forte influencia de rochas ígneas ácidas,

[1]Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, jrcampos@utfpr.edu.br.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Via do Conhecimento km1 – Pato Branco – PR.
[3]Professora da Faculdade Mater Dei, Rua Mato Grosso 200, Pato Branco – PR.
[4]Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Via do Conhecimento km1 – Pato Branco – PR.

.

caracterizadas pelos elevados teores de silício (Volkmer, 1999; Paisani et al., 2012; Lima, 2013), associada ao clima ameno e com chuvas bem distribuídas ao longo dos anos deu origem a solos pouco desenvolvidos como Cambissolos que contrastam, fortemente, com os Nitossolos e Latossolos desenvolvidos sobre rocha basáltica em áreas adjacentes ao Planalto de Palmas. Enquanto os primeiros apresentam cores pálidas e elevados teores de alumínio e matéria orgânica, os solos desenvolvidos sobre basalto apresentam cores em tons de vermelho escuro e elevada fertilidade natural.

Apesar de estudos sobre a mineralogia de solos desenvolvidos a partir do basalto serem, relativamente, abundantes, o mesmo não ocorre com solos desenvolvidos sobre riolitos e riodacitos. Os relatos mais comuns sobre a mineralogia de solos formados em condições semelhantes aos do presente estudo tem mostrado, além da presença comum da caulinita, outros minerais como: argilominerais 2:1 com hidroxi na entrecamada e esmectita intercalada com caulinita (Resende et al., 2011; Teske et al., 2013).

Baseado no exposto, o presente trabalho teve como objetivo estudar a mineralogia da fração argila dos solos desenvolvidos sobre riolitos e riodacitos do Planalto de Palmas-PR de forma a contribuir com o entendimento de sua gênese e sua relação com o material de origem.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Planalto de Palmas – PR, pertencente ao Terceiro Planalto Paranaense, em área sob influencia de rochas vulcânicas ácidas do tipo riolitos e riodacitos da Formação Serra Geral (Nardy et al., 2008; Paisani et al., 2012). A região apresenta clima Cfb, pela classificação de kopen, com chuvas bem distribuídas e verões com temperaturas amenas (Guerra e Paisani, 2013).

Foram selecionados cinco perfis representativos de Cambissolos Háplicos Alumínicos típicos e coletadas amostras dos horizontes Bi para análise mineralógica segundo Jackson (1969). Neste procedimento, as amostras foram tratadas com uma solução de H_2O_2 30% v/v com o intuito de remover a matéria orgânica. Os óxidos de ferro foram removidos por meio de tratamento com ditionito de sódio e uma solução de citrato e bicarbonato de sódio.

Em seguida, a fração argila foi submetida a três tratamentos: a) saturadas com $MgCl_2$ 1 mol.L^{-1} a 25 ºC; b) saturadas com $MgCl_2$ 1 mol.L^{-1} e etilenoglicol a 25 ºC; c) saturadas com KCl 1 mol.L^{-1} a 25; 300 e 500 °C. Posteriormente aos tratamentos supracitados, as amostras foram analisadas por DRX.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos cinco perfis analisados, a caulinita (ka) e haloisita (Ho) estiveram presentes em todos (Figura 1). Apesar de o primeiro ser um mineral comum em solos brasileiros, nesta região em particular, a sua ocorrência pode estar associada a forte influencia de rochas ricas em minerais silicatados e com baixa resistência ao intemperismo como piroxênios e plagioclásios (Nardy et al., 2008; Azevedo e Vida-Torrado, 2009; Lima, 2013).

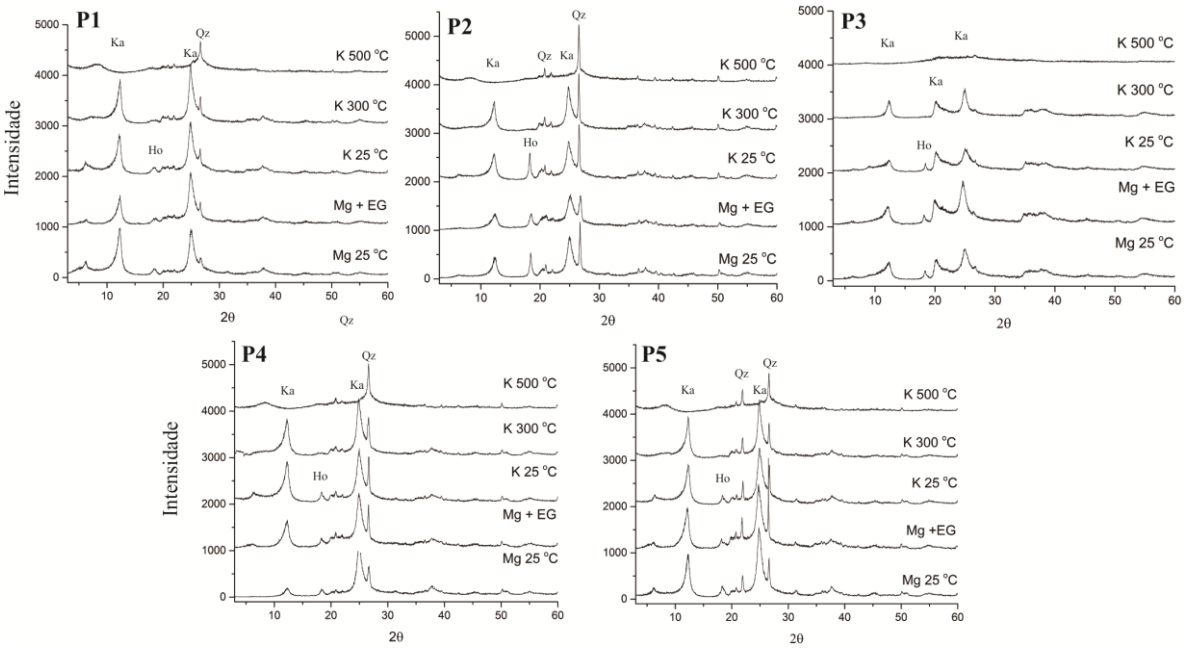


Figura1.: Digratogramas de raio-x dos cinco perfis de Cambissolos do Planalto de Plamas analisados.

Semelhante a Ka, a Ho também é um filossilicato cuja cela unitária é formada por um tetraedro de Si e um octaedro de Al e a sua gênese é também fortemente dependente da alteração de minerais silicatados (Resende et al., 2011). Entretanto, a Ho tende a ser menos estável em condições tropicais e por isto a sua escassez em solos brasileiros (Resende et al., 2011). No Planalto de Palmas, por sua vez, o clima mesotérmico (Cfb) com chuvas bem distribuídas ao longo do ano e temperaturas amenas no verão favoreceram a sua formação (Guerra e Paisani, 2013).

[1]Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, jrcampos@utfpr.edu.br.
[2]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Via do Conhecimento km1 – Pato Branco – PR.
[3]Professora da Faculdade Mater Dei, Rua Mato Grosso 200, Pato Branco – PR.
[4]Professor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - UTFPR, Via do Conhecimento km1 – Pato Branco – PR.

.

Dos cinco perfis analisados, o quartzo (Qz) só não foi observado apenas no perfil P3. Ao contrário da Ka e da Ho que se formam no solo a partir da alteração de outros minerais ricos em Si e Al, o Qz é um mineral primário e sua ocorrência no solo esta condicionada a herança do material de origem (Resende et al., 2011).

Apesar da relativa homogeneidade nos resultados, o presente trabalho permitiu demonstrar que, no Brasil, existem regiões com condições climáticas e estratigráficas que permitem a formação de minerais raros como a Ho e que o Planalto de Palmas é uma destas regiões.

CONCLUSÕES

Dos cinco perfis de Cambissolos do Planalto de Palmas – PR analisados, a caulinita e a haloisita foram comuns em todos. A presença da haloisita pode estar condicionada a condição de clima ameno e ao material de origem rico em sílica.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa PIBIC.

REFERÊNCIAS

Azevedo, A.C. de; Vidal-Torrado, P. Esmectita, vermiculita, minerais com hidróxi entrecamadas e clorita. In: Alleoni, L.R.F.; Melo, V. F, editores. Química e mineralogia do solos. v.1. 1ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo; 2009. p.382-418.

Guerra, S.; Paisani, J. C.; Abrangência Espacial e Temporal da Morfogênese e Pedogênse no Planalto de Palmas (PR): Subsídio ao Estudo da Evolução da Paisagem Quaternária. Geociências. 2013; 32: 501 – 515.

Jackson, M.L. Soil chemical analysis. Advanced course. Madison: Published by the Author; 1969.

Lima, J. G. G. de. Ocorrência e Gênese de Derrame Alterado Sob Rocha Sã no Planalto de Palmas (PR)/Água Doce (SC) [Dissertação]. Francisco Beltrão: Universidade Estadual do Oeste do Paraná; 2013.

Nardy, A, J, R. et al. As rochas vulcânicas mesozoicas ácidas da Bacia do Paraná: litoestratigrafa e considerações geoquímicoestratigráfcas. Revista Brasileira de Geociências. 2008; 38: 178-195.

Paisani J.C.; Pontelli M.E.; Calegari M.R. Evolução de Bacias de baixa ordem Hierárquica no Planalto de Palmas/Água Doce (Sul do Brasil) nos 41.000 anos AP – O caso da seção HS1. Mercator. 2012; 11: 131-148. http://dx.doi.org/10.4215/RM2012.1126.0009.

Resende, M.; Curi, N.; Ker, J. C.; Rezende, S. B. Mineralogia de Solos Brasileiros: Interpretação e Aplicações. 2 Ed. Lavras; UFLA; 2011. 206pp.

Teske, R., Almeida, J. A. A.; Hoffer, A., Neto, A. L. Caracterização mineralógica dos solos derivados de rochas efusivas no Planalto Sul de Santa Catarina, Brasil. Revista de Ciências Agroveterinárias. 2013; 12: 187 – 198.

Volkmer, S. Mineralogia e morfologia de coberturas de alteração desenvolvidas em rochas vulcânicas ácidas: os exemplos de Palmas e Pinhão, PR [Tese]. São Paulo: Instituto de Geociências, Universidade de São Paulo; 1999.

EFICIÊNCIA FOTOSSINTÉTICA E USO DA ÁGUA EM PLANTAS DE MIRTILEIRO SOB INOCULAÇÃO E ADUBAÇÃO NITROGENADA

Ricardo Antônio Ayub[1], Keren Jemima Almeida Maciel[2], Isabela Letícia Pessenti[2], Pedro Reque Kouba[3], Lygia Werlang Momoli[2], Evaldo Leandro Potma da Silva[3], Mariane Antunes [3]

RESUMO: A avaliação das variáveis fisiológicas das plantas é imprescindível para se aferir o comportamento destas sob diferentes tratos culturais. Deste modo, objetivou-se avaliar a influência da inoculação de *Azospirillum brasilense* e concentrações de nitrogênio sobre a assimilação líquida de CO_2 (A) (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), condutância estomática (Gs) (mol H_2O m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (EUA) (µmol CO_2 mol^{-1} H_2O) em plantas de mirtileiro cv. Clímax. Para isso foi empregado o delineamento experimental de blocos aleatorizados em esquema fatorial 2 x 3, com seis repetições e seis plantas por parcela. O primeiro fator correspondeu as concentrações de nitrogênio, 0 e 8 g $planta^{-1}$; e o segundo, a inoculação ou não com *A. brasilense*, sendo este ativo ou estéril, totalizando seis tratamentos. As avaliações foram realizadas nos estádios de floração, colheita e após a colheita. Para a A, houve interação significativa para os estádios de floração e pós-colheita e este último também apresentou interação para a EUA. Na colheita não se observou diferença significativa. Não houve interação significativa para Gs, mas a adubação foi benéfica na floração, e após a colheita, o AZE foi superior ao AZ, entretanto não diferiu da testemunha. Conclui-se então, que após a colheita há uma menor necessidade dos fatores estudados neste trabalho.

PALAVRAS-CHAVE: *Azospirillum brasilense*, *Vaccinium ashei*, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

Atualmente, o mirtileiro (*Vaccinium* spp.) possui grande destaque mundial por ter inúmeras propriedades nutracêuticas e sua produção vem apresentando um célere aumento. Logo, faz-se necessário técnicas efetivas que potencializem seus aspectos produtivos.

Um dos principais manejos realizados é a adubação nitrogenada, uma vez que o nitrogênio é o nutriente mais requerido pelas plantas, estando presente em diversos compostos e atuando em inúmeros processos, como a fotossíntese, e ademais, é de suma importância para a obtenção de altas produtividades (Leitzke *et al*., 2015).

Outra técnica, é a utilização de bactérias diazotróficas, que são importantes na fixação

[1]Professor Titular de Fruticultura, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. Gal. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa-PR, rayub@uepg.br.
[2]Pós-graduando, Universidade Estadual de Ponta Grossa.
[3]Graduando, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

biológica de nitrogênio e caracterizadas pelo seu custo módico, auxílio na eficiência do uso de fertilizantes e produção de fitormônios (Cassetari *et al.*, 2016). Um exemplo é o *A. brasilense*, que coloniza numerosas espécies de plantas, melhorando seu crescimento, desenvolvimento e produtividade (Cassán e Dias-Zorita, 2016).

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi investigar os efeitos no aparato fotossintético de plantas de mirtileiro sob inoculação de *A. brasilense* associada ou não com a adubação nitrogenada.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido com plantas de mirtileiro cv. Clímax em um pomar experimental localizado em Ponta Grossa (25º 05' 49" S, 50º 03' 11" O e altitude de 969 m).

Empregou-se o delineamento experimental de blocos aleatorizados em esquema fatorial 2 x 3, com seis repetições e seis plantas por parcela. O primeiro fator correspondeu as concentrações de nitrogênio, 0 e 8 g N planta^{-1}; e o segundo, a inoculação ou não com *A. brasilense*, sendo este ativo (AZ) ou estéril (AZE), totalizando seis tratamentos: testemunha, AZ, AZE, 8 g de N planta^{-1}, AZ com 8 g de N planta^{-1} e AZE com 8 g de N planta^{-1}.

O inoculante utilizado foi o GRAPNODa, estirpes AbV5 e AbV6 (2×10^8 Ufc/ml), autoclavando este para a obtenção da forma estéril. A dosagem foi adaptada de Hadas e Okon (1987), usando 1 µl de AZ e AZE, mais 999 µl de água destilada e colocada em um buraco de 10 cm próximo ao colo de cada planta. O adubo utilizado foi o Yara Bela 27 00 00.

Para determinação da assimilação líquida de CO_2 (A) (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), condutância estomática (Gs) (mol H_2O m^{-2} s^{-1}) e eficiência do uso da água (EUA) (µmol CO_2 mol^{-1} H_2O), foram escolhidas folhas sadias e utilizado o analisador de gás infravermelho – IRGA – Infared Gas Analyser, modelo LICOR 6400. As avaliações foram realizadas nos estádios de floração (25/10/2017), colheita (27/01/2018) e após a colheita (16/03/2018).

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para normalidade dos resíduos. Satisfeita essa pressuposição, foi feito o teste F (5%) da análise de variância para verificar a significância dos fatores e interação, ao teste significativo, foi comparado às médias por Tukey ($p>0,05$) através do software R CORE TEAM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As taxas de A, apresentaram interação significativa em dois estádios. Na floração, a aplicação do nitrogênio beneficiou a inoculação com AZ. Em contrapartida, para AZE, a não adubação apresentou os melhores resultados, entretanto, após a colheita, observou-se

um comportamento inverso. Em relação aos níveis de nitrogênio, o uso de 8 g N planta^{-1} com AZ, diminuiu esta variável (Tabela 1).

Tabela 1 – Assimilação líquida de CO_2 e eficiência do uso da água de plantas de mirtileiro cv. Clímax, no estádio de floração e pós-colheita, sob inoculações de *A. brasilense* e concentrações de nitrogênio.

	ASSIMILAÇÃO LÍQUIDA DE CO_2 (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1})				EUA (µmol CO2 mol^{-1} H_2O)	
	FLORAÇÃO		PÓS-COLHEITA		PÓS-COLHEITA	
	0	8	0	8	0	8
			(g N planta^{-1})			
Sem inoculação	7,811 Aa	8,647 Aa	8,375 Aa	9,125 Aa	4,851 Ba	5,440 Aa
A. brasilense	9,749 Ab	7,815 Aa	8,437 Aa	6,704 Ba	6,105 Aa	4,474 Ab
A. brasilense estéril	9,563 Aa	7,843 Ab	8,426 Ab	10,416 Aa	5,006 Aba	5,022 Aa
CV (%)	11,72		13,68		13,07	

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Não houve interação significativa para Gs, todavia na floração, houve diferença significativa para os níveis de nitrogênio, mostrando que a concentração 8 g N planta^{-1} foi superior a 0 g N planta^{-1}, apresentando os valores 0,223 **e** 0,177 mol H_2O m^{-2} s^{-1}, respectivamente. Após a colheita, a inoculação com AZE foi superior ao AZ, mas não diferiu da testemunha, sendo os valores, nesta ordem, 0,048, 0,037 e 0,0438 mol H_2O m^{-2} s^{-1}.

Para os resultados de EUA, houve interação apenas no estádio de pós-colheita. A aplicação de nitrogênio diminuiu as taxas desta variável quando inoculado com AZ, mas esta, aumentou os valores de EUA quando não houve adubação (tabela 1), mostrando que esta pode afetar a eficiência fisiológica do uso da água de *A. brasilense*, não obstante, este pode auxiliar a planta na produção de compostos que irão regular o potencial osmótico das células (Dimkpa *et al.*, 2009; Cassetari *et al*., 2016).

No estádio de colheita, não houve diferenças significativas para as variáveis. As respectivas médias para os níveis 0 e 8 g N planta^{-1}, sem inoculação, AZ e AZ para A foram 6,79; 7,00; 6,69; 6,69 e 7,20 (µmol CO_2 m^{-2} s^{-1}), para EUA, 9,13; 8,72; 8,77; 9,28 e 8,72 (µmol CO_2 mol^{-1} H_2O), e para Gs, 0,030; 0,316; 0,030; 0,029; 0,033 mol H_2O m^{-2} s^{-1}.

Os resultados supracitados demonstram a maior exigência de nitrogênio pela planta no período reprodutivo, uma vez que a adubação, concomitante com a inoculação, beneficiou as variáveis no período de floração. Contudo, após a colheita, a aplicação de nitrogênio inibiu a ação do *A. brasilense*, pois a necessidade da planta por este macronutriente é menor neste estádio, não necessitando assim, da associação (Cassetari *et al*., 2016; Taiz *et al*., 2017).

As melhorias ocasionadas no aparato fotossintético das plantas podem ser

[1]Professor Titular de Fruticultura, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. Gal. Carlos Cavalcanti, 4748, 84030-900, Ponta Grossa-PR, rayub@uepg.br.
[2]Pós-graduando, Universidade Estadual de Ponta Grossa.
[3]Graduando, Universidade Estadual de Ponta Grossa.

revertidas em aumentos nas diversas características fisiológicas. Xie *et al.* (2018), avaliando a interação planta-micorriza-bactéria em plantas locais da Finlândia, concluíram que os microrganismos propiciaram maior aumento no peso da parte aérea e eficiência fotossintética. Já Andrade *et al.* (2019), concluíram que a cultura do morangueiro responde positivamente à inoculação com bactérias promotores do crescimento, tendo respostas ainda mais expressivas com a inoculação combinada com nitrogênio.

CONCLUSÕES

A partir dos resultados encontrados conclui-se que houve uma interação entre o nitrogênio e o *A. brasilense* na floração para a A e após a colheita para A e EUA. Quanto a Gs, não teve interação, mas o nitrogênio e a inoculação beneficiaram a floração, demonstrando que após a colheita há uma menor necessidade de adubação e da associação.

REFERÊNCIAS

Andrade FM, Pereira TA, Souza TP, Guimaraes PHS, Martins AD, Schwan RF, Pasqual M, Dória J, Beneficial effects of inoculation of growth-promoting bacteria in strawberry, Microbiol Res. 2019; 223-225:120-128. https://doi.org/10.1016/j.micres.2019.04.005

Cassán F, Diaz-Zorita M. *Azospirillum* sp. in current agriculture: From the laboratory to the field. Soil Biol Biochem. 2016; 103:117-130. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.08.020

Cassetari AS, Gomez SPM, Silva MCP. Fixação biológica de nitrogênio associativa e de vida livre. In: Cardoso EJBN, Andreote FD, editores. Microbiologia do solo. 2nd ed. Piracicaba: ESALQ; 2016. p. 133-147.

Dimkpa C, Weinand T, Asch F. Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. Plant Cell Environ. 2009; 32:1682-1694. 10.1111/j.1365-3040.2009.02028.x

Hadas R, Okon Y. Effect of *Azospirillum brasilense* inoculation on root morphology and respiration in tomato seedlings. Biol Fertil Soils. 1987; 5:241-247. https://doi.org/10.1007/BF00256908

Leitzke LN, Picolotto ISP, Vignolo GK, Schimtz JD, Vizzotto M, Antunes LEC. Nitrogen fertilizer affects the chemical composition of the substrate, the foliar nutrient content, the vegetative growth, the production and fruit quality of blueberry. Científica, Jaboticabal. 2015; 4:316-324. http://dx.doi.org/10.15361/1984-5529.2015v43n4p316-324

R CORE TEAM. R: A Language and Environment for Statistical Computing. Vienna, Austria: R Foundation for Statistical Computing, 2018.

Taiz L, Zeiger E, Moller IM, Murphy A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6nd ed. Porto Alegre: Artmed; 2017.

Xie L, Lehvãvirta S, Timonen S, Kasurinen, J, Niemikapee J, Valkonen JPT. Species specific synergistic effects of two plant growth—Promoting microbes on green roof plant biomass and photosynthetic efficiency. Plos One. 2018; 13:1-16. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209432

DECOMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS DE ESPÉCIES DE INVERNO EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURAS SOB PLANTIO DIRETO

Daiane Penteado[1], Lutécia Beatriz dos Santos Canalli[2], Josiane Burkner dos Santos[2], Ângela Muchinski[1], Carolina Teresinha Vieira[1], Andressa Andrade e Silva[3]

RESUMO: A decomposição dos resíduos culturais é uma importante variável para a escolha das plantas em um sistema de rotação de culturas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a fitomassa produzida e a taxa de decomposição de espécies de inverno em diferentes rotações de culturas sob sistema plantio direto. O estudo foi realizado no Instituto Agronômico do Paraná, em Ponta Grossa-PR. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com seis tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas espécies de inverno, solteiras e consorciadas: em 2014 (trigo; aveia preta + ervilhaca + centeio; aveia preta + azevém, e aveia preta + tremoço azul); 2015 (canola; aveia preta; e aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro); 2016 (cevada; triticale; e triticale + aveia preta + centeio). A fitomassa produzida foi avaliada coletando-se 3 amostras por parcela em uma área de 0,25 m^2. Para a avaliação da taxa de decomposição dos resíduos vegetais utilizou-se a metodologia das bolsas de decomposição (BD) coletadas em 7 tempos 0 (T0); 10 (T1); 25 (T2); 45 (T3); 70 (T4); 100 (T5) e 130 (T6) dias após a instalação nas parcelas. Com exceção da aveia preta, as espécies de inverno poaceas solteiras, os consórcio de Poaceas, e a canola apresentaram maior fitomassa e taxa de decomposição variando de 0,36 a 0,63% quando comparadas aos consórcios de Poaceas com fabaceas, com taxa de decomposição variando de 0,22 a 0,41% por dia.

PALAVRAS-CHAVE: Fitomassa, plantas de cobertura, relação C/N.

INTRODUÇÃO

A rotação de culturas consiste na alternância de diferentes espécies vegetais, obedecendo a uma sequência temporal pré-estabelecida, em uma mesma área, apresentando as espécies escolhidas propósitos econômicos e ou de melhoria do sistema agrícola (EMBRAPA, 2013), destacando-se principalmente, pelas melhorias nas condições do solo, sejam elas, químicas, físicas ou biológicas. Uma das estratégias para a obtenção de cobertura de qualidade sobre o solo em sistema plantio direto (SPD) é o uso de plantas de cobertura que

[1]Graduanda em Agronomia no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE) e Estagiária de Iniciação Cientifica no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, daiapenteado@hotmail.com, angelamuchinski18@hotmail.com, carolsinhaf2012@hotmail.com, [2]Pesquisadora, IAPAR, Área de Fitotecnia, lutecia@iapar.bre Área de Solos, santosjb@iapar.br; [3]Técnica em agropecuária, IAPAR, andressa_andrade@iapar.br

produzam uma boa quantidade de biomassa (BONJORNO et al. , 2010). A decomposição pode variar entre os materiais, especialmente devido à qualidade e quantidade de micro e macrorganismos decompositores, a composição química dos resíduos (relação C/N, teor de celulose, lignina e hemicelulose) e as características edafoclimáticas do local, principalmente a temperatura e umidade (MALUF, et al. , 2015). Costa et al. (2015) destaca que a relação C/ N dos resíduos culturais é um dos principais indicativos, se não o principal, na definição do tempo necessário para que ocorra a decomposição dos resíduos. Uma alternativa para obter-se uma relação C/N intermediária é a utilização do cultivo consorciado de Poaceas e Fabaceas (DONEDA et al. , 2012).

Considerando a importância da manutenção da cobertura do solo em sistema plantio direto, este estudo teve por objetivo avaliar a produção de fitomassa e a taxa de decomposição de espécies de inverno solteiras ou em consórcio em SPD.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Agronômico do Estado do Paraná (IAPAR), em Ponta Grossa-PR, situada geograficamente a 25º07’32’’S de latitude e 50º03’37’’W de longitude, com altitude aproximada de 920 m. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura franco argiloso arenoso (Embrapa, 2013). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen é do tipo Cfb, com temperatura média anual de 18°C e precipitação de 1550 mm (IAPAR, 2019).

O experimento foi implantado em abril de 2014 e o delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis tratamentos (uma sucessão (testemunha) e cinco rotações de culturas num ciclo de três anos), com quatro repetições. Com o objetivo de avaliar a taxa de decomposição das espécies de inverno foram selecionadas neste experimento as seguintes espécies: 1) em 2014, trigo (*Triticum aestivum*); aveia preta (*Avena strigosa*) + ervilhaca (*Vicia sativa*) + centeio (*Secale cereale);* aveia preta + azevém (*Lolium multiflorum)* e aveia preta + tremoço azul (*Lupinus angustifolius*); 2)em 2015, canola (*Brassica napus*), aveia preta e, aveia preta + ervilhaca + nabo forrageiro (*Raphanus sativus* L.); 3) em 2016, cevada (*Hordeum vulgare*), triticale (*Triticosecale*) e triticale + aveia preta + centeio. A decomposição dos resíduos culturais foi avaliada pelo método das bolsas de decomposição (BD), conforme Thomas e Asakawa (1993). Em cada parcela foram alocadas sete BD contendo os resíduos culturais correspondentes, com massa previamente conhecida, logo após o manejo das plantas de cobertura e ou colheita das culturas comerciais, sendo coletadas em 7 tempos: 0 (T_0); 10 (T_1); 25 (T_2); 45 (T_3); 70 (T_4); 100 (T_5); 130 (T_6) dias após a instalação nas

parcelas. Após a coleta, as BD foram colocadas em estufa a 60ºC por 72 horas e, em seguida pesadas para a obtenção da massa seca remanescente (MSR) em cada tempo de coleta. As curvas de decomposição foram ajustadas pelo modelo matemático proposto por Wieder e Lang (1982), utilizando a equação exponencial simples $Q = Q^0 exp^{(-kt)}$.

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA), aplicando o teste F para verificar as diferenças entre os tratamentos, através do programa estatístico AgroEstat. A comparação de médias foi feita pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade ($p<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em 2014, as Poaceas, trigo solteiro e o consórcio entre aveia e azevém, apresentaram decomposição diária superiores as observadas pela aveia + tremoço e, aveia + centeio + ervilhaca (Tabela 1).

Tabela 1 - Fitomassa seca produzida, decomposta e remanescente, e taxa diária de decomposição das espécies de inverno avaliadas nas rotações em 2014, 2015 e 2016.

Resíduo Vegetal	Fitomassa			Taxa de decomposição	
	Produzida	Decomposta	Remanescente		
		kg ha^{-1}		Kg ha^{-1} dia^{-1}	% dia^{-1} *
		Inverno 2014			
Trigo	10476,6 a	4797,7 a	5678,9 a	36,9	0,38$^{(\pm 0,038)}$
Aveia + Azevém	9650,5 a	4628,2 a	5022,3 a	35,6	0,36$^{(\pm 0,086)}$
Aveia + Tremoço	7133,1 b	2536,7 ab	4596,3 a	19,51	0,27$^{(\pm 0,131)}$
Aveia+Centeio+Ervilhaca	5849,7 b	1662,1 b	4187,6 a	12,7	0,22$^{(\pm 0,050)}$
CV %	11,46	30,12	26,5		
		Inverno 2015			
Canola	10610,5 a	5564,3 a	5046,2 a	42,8	0,40$^{(\pm 0,041)}$
AveiaPreta	4329,1 b	2523,9 b	1805,2 b	19,4	0,45$^{(\pm 0,026)}$
Aveia+Ervilhaca+Nabo	4383,1 b	2347,6 b	2035,4 b	18,1	0,41$^{(\pm 0,081)}$
CV %	16,27	13,45	28,61		
		Inverno 2016			
Cevada	7470,3 b	6095,3 a	1375,0 b	46,8	0,63$^{(\pm 0,020)}$
Triticale	11383,8 a	8095,3 a	3288,5 a	62,3	0,55$^{(\pm 0,018)}$
Triticale+Aveia+Centeio	10812,9 ab	6725,5 a	4087,3 a	51,7	0,47$^{(\pm 0,093)}$
CV %	15,64	20,72	21,58		

[1]Graduanda em Agronomia no Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais (CESCAGE) e Estagiária de Iniciação Cientifica no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, daiapenteado@hotmail.com, angelamuchinski18@hotmail.com, carolsinhaf2012@hotmail.com, [2]Pesquisadora, IAPAR, Área de Fitotecnia, lutecia@iapar.bre Área de Solos, santosjb@iapar.br; [3]Técnica em agropecuária, IAPAR, andressa_andrade@iapar.br

Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. *Desvio padrão.

Doneda et al. (2012) destacam a importância de consórcio de Poaceas e Fabaceas para a obtenção de relação C/N intermediária, com decomposição dos resíduos de forma mais gradual. Em 2015, a canola, produziu a maior quantidade de fitomassa e apresentou a menor porcentagem de perda diária quando comparada a aveia preta e ao consórcio entre aveia preta + ervilhaca + nabo. Em 2016, verificou-se uma maior intensidade de decomposição para a cevada quando comparada ao triticale e ao consórcio de Poaceas.

CONCLUSÕES

Com exceção da aveia preta, as espécies de inverno Poaceas solteiras, os consórcio de Poaceas e a canola apresentaram maior produção de fitomassa, com taxa de decomposição variando de 0,36 a 0,63% quando comparados aos consórcios de Poaceas com Fabaceas, com taxa de decomposição variando de 0,22 a 0,41%. Isso evidencia a importância de incluir Fabaceas e Poaceas na rotação de culturas, em alternância ou em consórcio, proporcionando boa produção de fitomassa e decomposição gradual, com ciclagem de nutrientes compatível com a demanda da cultura em sucessão e ao mesmo tempo proporcionando cobertura do solo por mais tempo.

REFERÊNCIAS

BARBOSA, J.C.; MALDONADO JÚNIOR, W. AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de ensaios agronômicos. Jaboticabal: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - Universidade Estadual Paulista, 2012.

BONJORNO, I. I. et al. Efeito de plantas de cobertura de inverno sobre cultivo de milho em sistema de plantio direto. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 5, n. 2, p. 99-108, 2010.

COSTA, N. R. et al. Acúmulo de nutrientes e tempo de decomposição da palhada de espécies forrageiras em função de épocas de semeadura. Bioscience Journal, p. 818-829, 2015.

DONEDA, A. et al. Fitomassa e decomposição de resíduos de plantas de cobertura puras e consorciadas. Rev. Bras. de Ciência do Solo, Viçosa, v. 36, n. 6, p.1714-1723, dez. 2012.

EMBRAPA (Org.). Rotação de Culturas. 2013. Disponível em: <http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm>. Acesso em: 14 abr. 2019.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos (Rio de Janeiro, RJ). Sistema brasileiro de classificação de solos. 2. ed. – Rio de Janeiro: EMBRAPA-SPI, 2006. 306 p.: il. ISBN 85-85864-19-2.

IAPAR. Médias históricas de dados metereológicos em estações do IAPAR. Disponível em http://www.iapar.br/ acesso em: 08 abr., 2019.

MALUF, H. J. G. M. et al. Decomposição de resíduos de culturas e mineralização de nutrientes em solo com diferentes texturas. Revista Brasileira de Ciência do Solo**,** Viçosa, v. 39, n. 6, p.1681-1689, dez. 2015.

THOMAS, R. J.; ASAKAWA, N. M. Decomposition of leaf litter from tropical forage grasses and legumes. Soil Biology & Biochemistry, New York, v. 25, p. 1351-1361, 1993.

BIOFORTIFICAÇÃO AGRONÔMICA DE GRÃOS DE TRIGO COM ZINCO

Fabrício William Ávila[1], Wagner Deckij Kachinski[2], Marcelo Marques Lopes Muller[3], Marcelo Cruz Mendes[3], Luís Henrique Kapp Titski[4], Julio Cezar Borecki Vidigal[5]

RESUMO: O zinco (Zn) e o ferro (Fe) estão entre os nutrientes mais deficientes na população mundial. Objetivou-se estudar os teores de Zn e Fe em grãos de diferentes cultivares de trigo, e verificar o efeito da pulverização foliar de Zn para proposta de biofortificação dos grãos, visando a nutrição humana. Um experimento de campo foi conduzido em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas compostas por cinco cultivares de trigo e as subparcelas compostas por quatro doses de Zn aplicadas via foliar durante o estádio fenológico de maturação de grãos. Houve variação genotípica quanto à capacidade da cultura do trigo em acumular Zn nos grãos. Verificou-se relação inversa entre acúmulo de Zn e Fe nos grãos das cultivares de trigo.

PALAVRAS-CHAVE: *Triticum aestivum* L., micronutriente, segurança alimentar.

INTRODUÇÃO

Os problemas de saúde causados pela deficiência de micronutrientes e vitaminas afetam mais de 2 bilhões de pessoas em todo o mundo, especialmente por zinco (Zn) e ferro (Fe), sendo mais agravante em crianças, adolescentes e mulheres grávidas de países subdesenvolvidos (Velu et al., 2014). Cerca de 60 % da população mundial é afetada pela deficiência de Fe, enquanto que a deficiência de Zn afeta um terço da população mundial. A deficiência de Zn é citada como o quinto fator de risco para a saúde humana (Souza, 2013).

A técnica da biofortificação de culturas agrícolas consiste no aumento da concentração de nutrientes nos alimentos básicos, especialmente nos grãos, através da sua introdução nos programas de adubação e por melhoramento genético de cultivares, visando atender à necessidade humana e/ou animal (Figueiredo, 2016; Ram et al., 2016).

[1]Professor, Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* de Irati. PR 153, Km 7, s/n - Riozinho, Irati - PR, 84500-000. E-mail: fwavila@unicentro.br
[2]Mestre em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: wdkachinski@hotmail.com
[3]Professores, Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mail: mmuller@unicentro.br; mcruzm@gmail.com
[4]Discente do curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mails: luishkt@hotmail.com
[5]Discente do curso de Mestrado em Agronomia, PPGA/UNICENTRO. E-mail: juliocezarvidigal@hotmail.com

Além da nutrição humana, o Zn e o Fe também são essenciais para as plantas. Esses elementos possuem forte interação no solo e no sistema de absorção, metabolismo e acúmulo nos vegetais (Souza, 2013; Velu, 2014; Figueiredo, 2016).

O trigo (*Triticum aestivum* L.) é o segundo cereal mais produzido no mundo, sendo uma importante fonte de energia para a nutrição humana. Objetivou-se estudar os teores de Zn e Fe em grãos de diferentes cultivares de trigo submetidas à adubação foliar com Zn para proposta de biofortificação, visando a nutrição humana.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento de campo com a cultura do trigo (*Triticum aestivum* L.) foi realizado na área experimental do *Campus* do Departamento de Agronomia da UNICENTRO (Universidade Estadual do Centro-Oeste), em Guarapuava, estado do Paraná.

A semeadura foi feita no mês de julho de 2017, com realização do programa de adubação para a cultura conforme resultado da análise química do solo. Os tratos culturais, incluindo as aplicações de herbicidas, fungicidas e inseticidas, foram feitos conforme recomendações técnicas para a cultura.

O delineamento foi de blocos ao acaso com quatro repetições, em esquema de parcelas subdivididas. As parcelas foram compostas por cinco tratamentos de cultivares de trigo: ORS 1403 (C1), ORS Vintecinco (C2), BRS Gralha Azul (C3), BRS Sabiá (C4) e TBIO Sintonia (C5); e as subparcelas foram compostas por quatro tratamentos de doses de Zn (0, 250, 500 e 1000 g ha^{-1}) aplicados via foliar durante o estádio de maturação dos grãos. A fonte de Zn utilizada foi o $ZnSO_4.7H_2O$ p.a. da marca Merck®, e vazão de aplicação da calda foi de 160 L ha^{-1}. Cada parcela experimental foi constituída por 8 linhas de plantas com 5 m de comprimento. Na área útil de cada subparcela, avaliaram-se a produtividade de grãos (com umidade corrigida para 13%) e os teores de Zn e Fe nos grãos (EMBRAPA, 2009).

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). As médias foram comparadas por meio do teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade de grãos foi alterada apenas entre as diferentes cultivares, não havendo variações significativas em função dos tratamentos de aplicação foliar de zinco.

Houve interação entre os efeitos dos fatores cultivares × doses de Zn via foliar ($p < 0,001$) para os teores de Zn e Fe nos grãos (Figura 1).

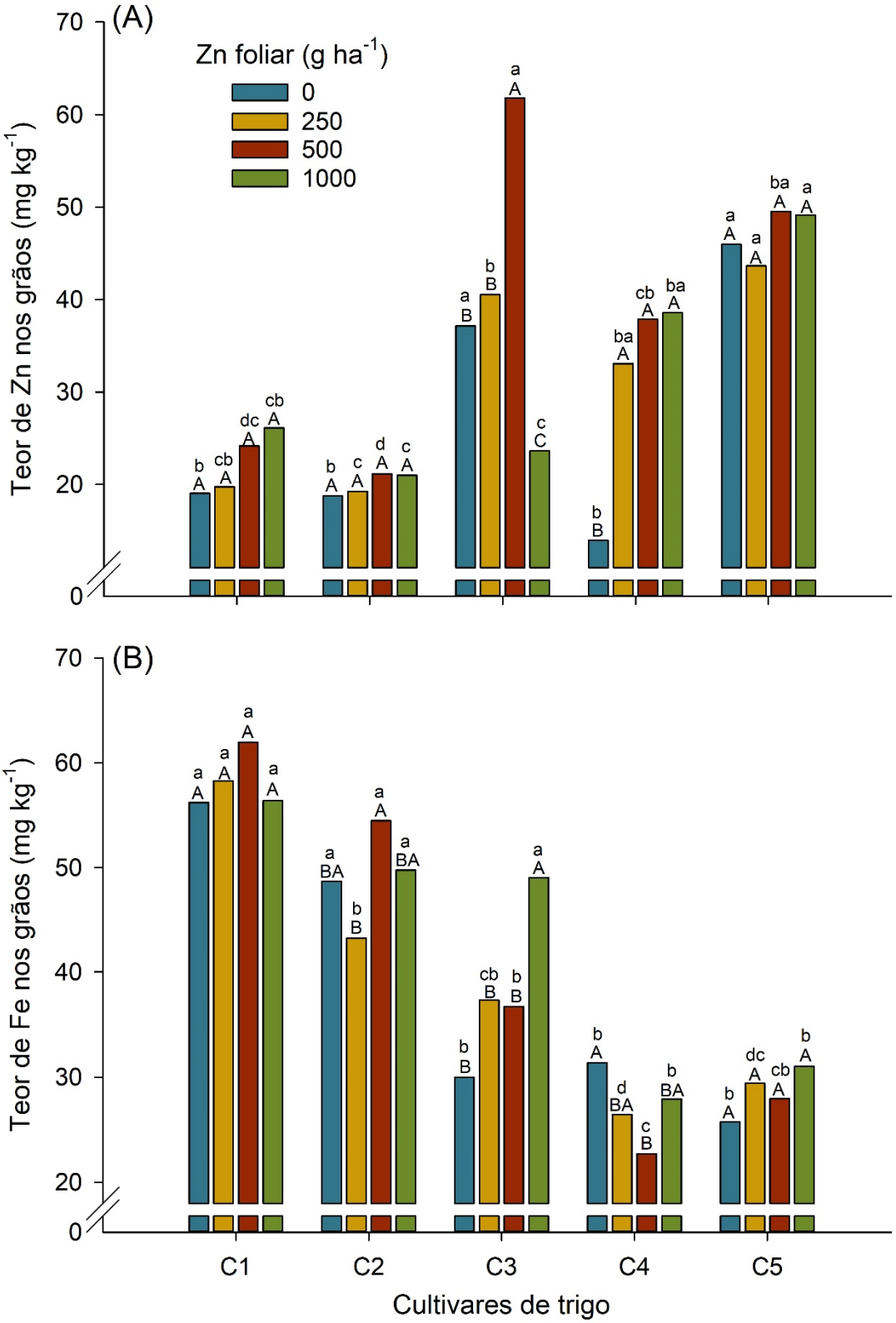


Figura 1. Teores de Zn (A) e Fe (B) nos grãos de trigo em função de diferentes cultivares e doses de Zn aplicadas via foliar no estádio de maturação de grãos (Guarapuava-PR, 2018).
C1 = cultivar ORS 1403; C2 = cultivar ORS Vintecinco; C3 = cultivar BRS Gralha Azul; C4 = cultivar BRS Sabiá; e C5 = cultivar TBIO Sintonia.

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si (Tukey ≤ 5%). Letra minúscula compara os tratamentos de doses de Zn via foliar dentro de cada cultivar, e letra maiúscula compara as cultivares dentro de cada tratamento de doses de Zn via foliar.

Sem a pulverização de Zn, as cultivares C1, C2 e C4 apresentaram os menores teores de Zn nos grãos (13,94, 18,77 e 19,04 mg kg^{-1} de Zn, respectivamente), enquanto que as cultivares C3 e C5 tiveram os maiores teores (37,14 e 45,97 mg kg^{-1} de Zn, respectivamente).

Em geral, a aplicação foliar de 500 g ha^{-1} de Zn resultou em maior teor de Zn nos grãos para as cultivares C3, C4 e C5 (61,80, 37,87 e 49,51 mg kg^{-1} de Zn, respectivamente). As respostas das cultivares C1 e C2 aos tratamentos de aplicação foliar de Zn no estádio fenológico de maturação de grãos foram de menor magnitude.

Verificou-se comportamento inverso quanto ao acúmulo de Zn e Fe nos grãos entre as cultivares de trigo. As cultivares com maiores teores de Zn tenderam a apresentar menores teores de Fe, e vice-versa. Imtiaz et al. (2003) também encontraram menor teor de Fe em plantas de trigo submetidas ao fornecimento de Zn. Por outro lado, Pahlavan-Rad e Pessarakli (2009) verificou correlação positiva entre acúmulo de Zn e Fe em grãos de trigo. Assim, sugere-se que a interação entre os teores de Zn e Fe em grãos de trigo pode ser influenciado por vários fatores, tais como cultivares, condições edafoclimáticas e manejo da adubação.

CONCLUSÕES

Os teores de Zn e Fe em grãos de trigo variam conforme a cultivar. Há um comportamento inverso entre acúmulo de Zn e Fe nos grãos entre as cultivares de trigo.

As cultivares de trigo possuem diferentes capacidade em acumular Zn nos grãos em função da pulverização foliar de Zn durante o estádio fenológico de maturação de grãos.

REFERÊNCIAS

Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2° ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; 2009.

Figueiredo, M. A. Biofortificação com zinco, selênio e ferro, e biodisponibilidade de ferro em cultivares de feijoeiro-comum (Tese). Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2016.

Imtiaz, M.; Alloway, B. J.; Shah, K. H.; Siddiqui, S. H.; Memon, M. Y.; Aslam, M.; Khan, P. Zinc nutrition of wheat: II: interaction of zinc with other trace elements. Asian Journal of Plant Sciences. 2003; 2:156-160.

Pahlavan-Rad, M. R.; Pessarakli, M. Response of wheat plants to zinc, iron, and manganese applications and uptake and concentration of zinc, iron, and manganese in wheat grains. Commun. Soil Sci. Plant Anal. 2009; 40:1322-1332.

Ram, H. et al. Biofortification of wheat, rice and common bean by applying foliar zinc fertilizer along with pesticides in seven countries. Plant Soil. 2016; 403:389-401.

Souza, G. A. Biofortificação da cultura do trigo com zinco, selêno e ferro: explorando o germoplasma brasileiro (Tese). Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2013.

RESPOSTAS FISIOLOGICAS DE EUCALIPTO EM RELAÇÃO AO MANEJO DE ADUBAÇÃO E BIOCHAR

Alisson Marcos Fogaça[1], Diego Eloy Carneiro[2], Eduardo Augusto Agnellos Barbosa[3]

RESUMO: O estudo objetivou avaliar o uso de biochar como condicionador de solo para aumentar a eficiência da adubação em cultivo de Eucalyptus urograndis. O experimento foi disposto em blocos casualizados com quatro repetições em parcelas subdivididas. A fonte de variação da parcela foi o uso de biochar (1,11 Mg ha^{-1}) e da subparcela a adubação (0, 85 e 100% da adubação recomendada). Analisou-se a assimilação líquida de CO_2 (A), transpiração (E), condutância estomática (gs). coletadas um ano após o transplante das mudas. A aplicação de biochar aumentou a condutância estomática no período mais crítico do dia, o que favoreceu a transpiração foliar. Entretanto, não constatou efeito do biochar na assimilação líquida de CO_2. A adubação com 85% da dose recomendada promoveu um incremento na transpiração foliar em relação as plantas submetidas a dose completa.

PALAVRAS-CHAVE: *Eucalyptus Urograndis*. Trocas Gasosas, Fotossintese

INTRODUÇÃO

O Biochar é a biomassa modificada termoquímicamente, obtido por meio da pirolise (Woolf, 2008). O produto formado possui alta porosidade, grande área superficial e é rico em grupos funcionais. Portanto, espera-se que no solo melhore a estruturação, influencie na textura, sirva de abrigo para microorganismos e aumente a CTC (Atkinson *et al.* 2010).

A interação do biochar com a fertilização mineral aumenta a intensidade de mineralização do biochar, aumentando sua área superficial ativa e resultando em uma melhor agregação do solo (Juriga e Simansky, 2018). A alteração da dinâmica da água e do fluxo de gases no solo impacta no potencial redox, nas atividades metabólicas dos microoraganismos e, logo na disponibilidade e ciclagem de nutrientes (Lehmann e Joseph, 2015).

A disponibilidade hídrica e nutricional causa redução de ATP e da Ribulose Bifosfato (Rubisco), que acarreta na redução da assimilação de CO_2 pelas plantas. causando redução de ATP e Ribulose Bifosfato (Rubisco) nas folhas. Com a redução de sítios da ATP-sintase,

[1]Mestrando, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR)
[2]Aluno de graduação em agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), e-mail: diegoeloycarneiro@hotmail.com
[3] Docente, DESOLO, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR)

por conta do estresse, temos inibição da síntese de Rubisco relacionada ao menor teor de ATP, influenciando assim na redução da assimilação do CO_2 (Tezara *et al.*, 1999).

Neste sentido, o trabalho teve como objetivo verificar as respostas fisiológicas de plantas de eucalipto submetidas a aplicação de biochar e manejo da adubação, doze meses após a implantação do estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Fazenda Esperança, propriedade da Urophylla Agroflorestal Ltda associada à SLB do Brasil, localizada em São Jerônimo da Serra, Paraná, em um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, com A húmico e textura argilosa.

O delineamento experimental utilizado foi e blocos casualizados com parcela Sub-dividida, e esquema factorial 2x3, com quatro repetições, em um total de 24 unidades experimentais. A primeira fonte de variação é a aplicação ou não de biochar na dose de 1,11 Mg ha^{-1} na linha de plantio. A segunda fonte de variação é a adubação na condição padrão comercial (150 g por planta de 04-42-06 aos 15 dias, 200 g por planta d,e 15-05-30 + 1% de B e Zn aos 90 dias e 110 g por planta de KCl aos 9 meses), 15% de redução da adubação padrão e se adubação.

O plantio das mudas de eucalipto ocorreu no dia 7 de novembro de 2017, com espaçamento de 3 m entre mudas na linha de plantio e 3 m entre linhas, num total de 36 plantas por parcela.

As análises de trocas gasosas foliares foram realizadas doze meses após o transplantio dos clones de *E. urograndis*. Para as avaliações utilizou-se o analisador de gases portátil por infrevermelho (IRGA) modelo LI-6400XT. As variáveis analisadas foram: assimilação líquida de CO2 (A), transpiração (E), condutância estomática (gs). Foram escolhidas quatro plantas por subparcela. Todas as medidas foram realizadas na porção central da copa escolhendo a terceira folha do ápice para a base em um galho voltado ao lado Norte da planta no período das 12:00 até as 16:00 horas.

Os dados primeiramente foram submetidos a o teste de normalidade de Shapiro-Wilk ao nível de 5%, após comprovada a normalidade os dados foram submetidos ao teste de ANOVA e quando significativo ao de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. O programa utilizado para realização dos testes estatísticos foi o Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância para a assimilação liquida de CO_2 (A), condutância estomática

(gs) e transpiração foliar (E), para as medidas realizadas aos doze meses após o transplantio dos clones de *E. urograndis* encontra-se na Tabela 1. Constatou-se que a interação entre as fontes de variação biochar e adubação não refletiram em alterações significativas as trocas gasosas do eucalipto.

Tabela 1. Médias de assimilação liquida de CO_2 (A, µmol CO_2 $m^{-2}s^{-1}$); condutância estomática (gs, mol $m^{-2}s^{-1}$) e Transpiração (E, mmol H_2O $m^{-2}s^{-1}$) de clones de *Eucaliptus urograndis* doze meses após o transplantio. São Jerônimo da Serra-PR.

F.V.		A	gs	E
Biochar	com	18,177	$0,149^{A}$	3,099
	sem	17,195	$0,132^{B}$	2,864
Fc Bio.		1,167ns	24,367*	10,411ns
adubação	0	18,035	0,143	$3,075^{AB}$
	80	18,069	0,148	$3,106^{A}$
	100	16,953	0,129	$2,765^{B}$
Fc Adub.		1,436ns	2,563ns	3,716*
Fc adub. x Bio.		0,776ns	0,748ns	1,190ns

Os valores de condutância estomática apresentaram diferenças significativas para a aplicação de biochar, desta forma, essas plantas apresentam menor resistência a transferência de vapor d'água para a atmosfera e assimilação de CO_2 para o mesófilo. Não constatou efeito da adubação no gs. Os valores de modo geral foram relativamente baixos, porém, deve-se destacar o horário das medições, o qual corresponde ao momento de maior déficit de pressão de vapor da atmosfera, fator que promove uma restrição a abertura dos estômatos em decorrência do aumento da demanda evaporativa da atmosfera. Segundo Mielke et al. (1999), avaliando gs em plantios clonais de E. grandis no Espírito Santo (ES), encontraram valores superiores aos dados obtidos, com médias diárias de 0,234 mol m^{-2} s^{-1}.

Apesar do aumento da gs no tratamento com aplicação e biochar, insto não refletiu em uma maior assimilação de CO2, com os valores médios entre os tratamentos com e sem aplicação de biochar não diferindo significativamente. Provavelmente, este efeito ocorreu pelo horário da leitura, pois o mesófilo das plantas podem estar carregados de CO_2 o que reduz sua assimilação via estômatos. Os valores mensurados estão próximos ao observado por Rody (2013), ao trabalhar com *E. grandis* e com medições no mesmo horário das realizadas neste estudo. O manejo da adubação não ocasionou efeitos significativos na assimilação de CO_2 pelas folhas localizadas no terço médio da planta de eucalipto.

Observou-se efeitos significativos, porém isolados, da aplicação de biochar e do

[1]Mestrando, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR)
[2]Aluno de graduação em agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), e-mail: diegoeloycarneiro@hotmail.com
[3] Docente, DESOLO, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR)

manejo da adubação. A transpiração foliar elevou-se nas plantas cultivadas com plantas aplicação de biochar no solo em relação as plantas sem aplicação. Os valores de *E* estão relacionados aos valores de gs, conforme alguns autores sugerem (Rody, 2013). Em relação a adubação, constata-se que as plantas submetidas a adubação reduzida (85% da recomendada) apresentaram maior taxa transpiratória e diferiram significativamente das plantas com 100% da adubação recomendada. Já as plantas não adubadas obteve resposta intermediária não diferindo das outros manejos de adubação.

CONCLUSÕES

A aplicação de biochar aumentou a condutância estomática no período mais crítico do dia, o que favoreceu a transpiração foliar. Entretanto, não constatou efeito do biochar na assimilação líquida de CO_2

A adubação com 85% da dose recomendada promoveu um incremento na transpiração foliar em relação as plantas submetidas a dose completa.

AGRADECIMENTOS

A Embrapa, SLB do Brasil e a Capes pela concessão da bolsa do segundo autor.

REFERÊNCIAS

Woolf, D. Biochar as a soil amendment: A review of the environmental implications. 2008. Acessado em: 27/03/2019, disponível em http://orgprints.org/13268/01/Biochar_as_a_soil_amendment_-_a_review.pdf

Atkinson, Christopher J.; Fitzgerald, Jean D.; Hipps, Neil A. Potential mechanisms for achieving agricultural benefits from biochar application to temperate soils: a review. **Plant and soil**, v. 337, n. 1-2, p. 1-18, 2010.

Juriga, Martin & Šimanský, Vladimír. (2018). Effect of biochar on soil structure – review. Acta fytotechnica et zootechnica. [acessado: 27/03/2019]. Disponivel em: https://www.researchgate.net/publication/325547296_Effect_of_biochar_on_soil_structure_-_review

Lehmann, J; Joseph, S. **Biochar for environmental management: science, technology and implementation**. Routledge, 2015.

Rody, YP, balanço de carbono e trocas gasosas nos diferentes compartimentos em plantio de eucalipto. **Tese** (Mestrado em Meteorologia Agrícola). 104p. Programa de Pós Graduação em Meteorologia Agrícola da UFV. 2013.

Tezara, W. Mitchell, VJ.; Driscoll, SD; Lawlor; DW. Water stress inhibits plant photosynthesis by decreasing coupling factor and ATP. **Nature,** v.401, p.914-917, 1999.

IMPACTOS DA ESCARIFICAÇÃO NA QUALIDADE DO SOLO E RENDIMENTO DA CULTURA DA SOJA

Renan Augusto Lack Barboza[1], Rachel Muylaert Locks Guimarães[2], Pedro Paulo Zanini[1], Raul Zucolo Zirion[1], Larissa Leite Momolli Hansen[1].

RESUMO: A Qualidade do Solo é um conceito atual dos conjuntos químicos, físicos e biológicos e em sequencia os indicadores físicos de qualidade possuem uma diferencial por refletiram a química e a biologia. O Sistema Plantio Direto surgiu com o avanço das pesquisas a fim de aumentar a produtividade e proteger o solo da degradação, no entanto novas situações surgiram. O objetivo do trabalho é avaliar se o processo de escarificação num solo em SPD pode aumentar a Qualidade do Solo e aumentar a produtividade da soja. Foram feitos dois tratamentos, escarificado e não escarificado, e duas avaliações de qualidade do solo através da ferramenta de Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS), em diferentes épocas. A produtividade foi avaliada na segunda época de avaliação. Não foi observada diferença significativa entre os tratamentos para o VESS, no entanto houve diferença entre as duas épocas de avaliação, que foram plantio e colheita. Também não foi observado diferença de produtividade entre os tratamentos. Pode-se concluir que a escarificação em SPD gerou gastos desnecessários, não gerou aumento de produtividade e a qualidade do solo se manteve.

PALAVRAS-CHAVE: Avaliação Visual da Estrutura do Solo, Qualidade do Solo, Sistema Plantio Direto.

IMPACTS OF SCALIFICATION ON SOIL QUALITY AND SOYBEAN CULTURE PERFORMANCE

ABSTRACT: Soil Quality is a current concept of the chemical, physical and biological assemblages and in sequence the physical indicators of quality have a differential because they reflected the chemistry and the biology. The Direct Planting System came with the advancement of research in order to increase productivity and protect the soil from degradation, however new situations have arisen. The objective of this work is to evaluate if the soil scarification process in SPD can increase Soil Quality and increase soybean

[1]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, renanazobrab@gmail.com; pedropaulozanini@hotmail.com; raulzirion@hotmail.com ; larissamomolli@hotmail.com.
[2]Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, rachel.utfpr@gmail.com.

productivity. Two treatments, scarified and non-scarified, were made, and two soil quality assessments were made through the Visual Soil Assessment Tool (VESS). Productivity was evaluated in the second evaluation period. There was no significant difference between treatments for VESS, however there were differences between the two evaluation periods, which were planted and harvested. There was also no difference in productivity between treatments. It can be concluded that SPD chiseling generated unnecessary expenses, did not generate productivity increase and the quality of the soil was maintained.

KEYWORDS: Visual Evaluation of Soil Structure, Soil Quality, Direct Planting System.

INTRODUÇÃO

Conforme a população humana cresce sua necessidade em produzir alimentos aumenta, no entanto existe um entrave entre a produção e a sustentabilidade das ações que afetam o equilíbrio existente na biosfera e que podem em consequência afetar a vida na Terra. Assim nos últimos tempos surgiu a percepção de Qualidade do Solo, devido sua importância nos processos biogeoquímicos. Existem indicadores químicos, físicos e biológicos que visam aferir o estado em que o Solo se encontra, mas os físicos se destacam por terem relação direta com a química e biologia do Solo, dando resultados mais holísticos. Concomitantemente à noção de Qualidade do Solo novas técnicas de cultivo foram adotadas para reduzir os impactos da produção, entre elas o Sistema Plantio Direto (SPD), que atualmente ocupa uma área de trinta e dois milhões de hectares no Brasil, até o ano de 2017 (IBGE, 2018). O SPD se baseia em três princípios, que são o não revolvimento do solo, cobertura vegetal permanente e rotação de culturas. Naturalmente o não revolvimento do Solo faz que com camadas superficiais se tornem relativamente mais compactadas, no entanto estudos mostram que a construção do perfil do solo e a macro e microfauna, através dos bioporos, contornam esse problema (GUIMARÃES, 2013). Ainda assim produtores rurais observando essa característica singular realizam operações mecânicas de descompactação nas camadas superficiais, como a escarificação, o que pode gerar gastos desnecessários e possíveis problemas de linhas de compactação, popularmente chamadas de “pés-de-arado”. Com este trabalho buscou-se avaliar a influência da escarificação na qualidade do solo e na produtividade da cultura da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em uma propriedade na zona rural do Município de Pato Branco – PR, com latitude de 26º13’43’’ Sul e longitude 52º40’14’’ Oeste. O Município possui clima subtropical (Cfa). O solo da propriedade é classificado como Latossolo Vermelho, com textura muito argilosa. A propriedade em estudo está sob sistema plantio direto desde a década de 1980. A última escarificação foi feita no ano de 2008 e no ano de 2017 foi feita aplicação de calcário para correção de acidez. Era realizada rotação de culturas na propriedade.

Foram implantados três blocos casualizados com cinco pontos de amostragem para cada tratamento: Escarificado: área em plantio direto por 35 anos em que foi escarificado com implemento Fox Stara que possui 11 hastes, 3,6 metros de largura e 5,5 metros de comprimento. Este implemento trabalha em profundidades de 18 a 26 cm, e com o peso de 2950 quilos; não escarificado: área que não foi revolvida nos últimos 10 anos.

A aplicação da Avaliação Visual da Estrutura do Solo foi feita em dois momentos, antes da implementação da cultura da Soja e no momento da colheita. O procedimento é feito com o auxílio de uma bandeja, uma pá reta, a carta do VESS, e a presença de um avaliador treinado. Cava-se um buraco de aproximadamente trinta e cinco centímetros de profundidade e vinte e cinco centímetros de largura, então, com cautela, retira-se uma fatia de solo da parte não deformada pela pá e a deposita na bandeja. O avaliador analisa os agregados, poros, raízes, cor e, por fim, atribui uma nota àquela amostra (GUIMARÃES et al, 2011).

Para avaliar os componentes de rendimento foram coletadas 15 plantas por ponto para avaliação laboratorial. A produtividade foi obtida através do nº de vagens por planta, nº de grãos por vagem e amassa de mil grãos (umidade 13%). Os dados obtidos através da Avaliação Visual da Estrutura do Solo, bem como as informações a respeito da produtividade foram submetidos ao teste de normalidade de Bartlett e em seguida análise de variância ANOVA, através do programa estatístico de análise de dados Genes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Avaliação Visual da Estrutura do Solo (VESS) não apresentou diferença significativa para os tratamentos escarificado e não escarificado, com um aumento de 2.3 para 2.48 nos respectivos tratamentos. No entanto em diferentes épocas houve diferença significativa para o escore do VESS, com um valor de 2.6 para o tratamento não-escarificado e 2.18 no escarificado. Mesmo com a diferença significativa estes valores

[1]Estudante, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, renanazobrab@gmail.com; pedropaulozanini@hotmail.com; raulzirion@hotmail.com ; larissamomolli@hotmail.com.
[2]Professora, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, rachel.utfpr@gmail.com.

estão dentro do mesmo escore de qualidade, não interferindo na produtividade. Não houve diferença significativa de produtividade entre os tratamentos escarificado e não escarificado, com uma produção de 5271.06kg/ha e 4951.47kg/ha, respectivamente.

CONCLUSÕES

Como não houve diferença nos atributos do solo segundo a Avaliação Visual da Estrutura do Solo e na produtividade da cultura da soja, a operação mecânica realizada pode ser revista, pois para ser feita a escarificação do solo em sistema plantio direto é necessário avaliar sua real necessidade para evitar gastos desnecessários e danos ao solo.

AGRADECIMENTOS

Ao grupo de estudos em Física do Solo da UTFPR PB por ajudar nas coletas e avaliações.

REFERÊNCIAS

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A. Improvements in the visual evaluation of soil structure. Soil Use Manage., 27: 395-403, 2011.

GUIMARÃES, R.M.L.; BALL, B.C.; TORMENA, C.A; GIAROLA, N.F.B.; DA SILVA, A.P. Relating visual evaluation of soil structure to other physical properties in soils of contrasting texture and management. Soil & Tillage Research, v. 127, p. 92-99, 2013.

CARACTERIZAÇÃO QUÍMICA, FÍSICA E MINERALÓGICA DO BIOCHAR DE CAMA DE AVIÁRIO PRODUZIDO EM DIFERENTES TEMPERATURAS

Guilherme Guarnieri Honorato[1], Ivan Granemann de Souza Junior[2], Antonio Carlos Saraiva da Costa[3]

RESUMO: No processo produtivo da avicultura de corte são geradas grandes quantidades de resíduos orgânicos com grande potencial de reuso. Porém, quando dispostos no ambiente esses resíduos sofrem rápida degradação. Uma alternativa para aumentar o tempo de permanência no ambiente é pela transformação termoquímica e a produção de biochar. O biochar é produzido pela pirólise de diferentes materiais orgânicos, em diferentes temperaturas, cujo produto formato resultará na combinação das variáveis envolvidas no processo de produção. Esse trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos, físicos e mineralógicos de biochars produzidos a partir da cama de aviário em diferentes temperaturas (300, 400 e 600 º). Os resultados obtidos mostram que com o aumento da temperatura de pirólise promoveu mudanças gradativas no rendimento, teor de carbono fixo e nos atributos químicos e físicos dos biochars, mas pouca mudança na sua constituição mineralógica, constituída pelo quartzo (SiO_2), calcita ($CaCO_3$), silvita (KCl) e por silicato de potássio ($KAlSiO_4$).

PALAVRAS-CHAVE: pirólise, matéria orgânica, carbono orgânico do solo.

INTRODUÇÃO

No sistema produtivo da avicultura de corte são geradas grandes quantidades de resíduos, sendo a cama de aviário o principal. De forma geral, carbono é o seu principal constituinte, associado às quantidades significativas de N, P, K, Ca, Mg, S e de micronutrientes. Em função dessas características, torna-se possível sua utilização direta na agricultura tanto como fonte de nutrientes essenciais à produtividade das culturas ou como condicionador químico e físico do solo. Todavia, quando aplicada diretamente no solo, a cama de aviário sofre rápida degradação e mineralização (Pitta et al., 2012), com a perda dos nutrientes que não forem retidos no solo, além de promover a emissão de gases de efeito

[1]Aluno de graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, guilherme.guarnieri99@gmail.com
[2]Engenheiro agrônomo, Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, ivangsjunior@gmail.com.
[3]Professor, Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, antoniocscosta@gmail.com

estufa (Cruz et al., 2013), principalmente na forma de CO_2 e adição de xenobióticos. Em função dessa dinâmica, seu efeito residual no solo ocorre por períodos de tempo relativamente curtos (Pitta et al., 2012; Andrade et al., 2015), sendo necessária a adoção de tecnologias para viabilizar a permanência desses resíduos por períodos mais longos de tempo no ambiente.

Uma alternativa existente é a transformação termoquímica da cama de aviário em carbono pirogênico ou biochar por meio de pirólise (Lehmann et al., 2006; Novotny et al., 2015) e sua posterior utilização. Estudos publicados mostram que as características desses materiais variam de acordo com o processo de produção, como a temperatura e o tempo de pirólise. Este trabalho teve como objetivo avaliar as alterações nos atributos químicos, físicos e mineralógicos de biochars produzidos a partir da pirólise da cama de aviário em diferentes temperaturas (300, 400 e 600 ºC).

MATERIAL E MÉTODOS

Os biochars foram produzidos a partir da cama de aviário por meio da pirólise, em atmosfera restrita de O_2. Utilizou-se para o processo um reator adaptado num forno tipo mufla, equipado com controlador digital de temperatura. Utilizou-se a taxa de aquecimento de 100 ºC h^{-1} até a temperatura desejada de 300, 400 e 600 ºC, permanecendo durante 4 horas, seguido do resfriamento lento até a temperatura ambiente. Todos os procedimentos para produção dos biochars foram realizados em duplicata, utilizando-se amostras de cama de aviárias previamente secas a 65 ºC.

Após a pesagem para determinação da eficiência na produção, as amostras dos biochars produzidos foram moídas e passadas em peneira de 1 mm para caracterização dos seus atributos químicos, físicos e mineralógicos. Todas as análises foram feitas em duplicata.

O pH em água foi determinado após agitação da amostra utilizando a relação 1:2,5. A condutividade elétrica foi determinada no extrato após agitação da amostra com água utilizando a relação 1:100. O teor de carbono fixo foi calculado pela massa de cinzas após incineração das amostras em forno tipo mufla a 550 ºC na presença de oxigênio. A capacidade de troca catiônica (CTC) foi determinada seguindo a metodologia oficial para análise de fertilizantes orgânicos do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Brasil, 2007). A área superficial específica (ASE) foi determinada pelo método do etilenoglicol monoetil éter (EGME) e a identificação das fases cristalinas presentes foi realizada nas amostras em pó pela difratometria de raios-X num equipamento Shimadzu, modelo XRD-6000 pertencente ao Complexo de Central de Apoio a Pesquisa da Universidade Estadual de Maringá-UEM.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O rendimento na produção dos biochars diminuiu com o aumento da temperatura evidenciando a perda gradativa de materiais voláteis com o aquecimento, variando de 59 a 41 % da massa inicial, nas temperaturas de 400 e 600 ºC, respectivamente (Tabela 01). Róz et al. (2015) avaliando a eficiência na produção de biocarvão de eucalipto relatam a diminuição da massa em função da temperatura deve-se à perda de diferentes compostos voláteis que são emanados durante a carbonização. Comportamento inverso ao observado para o rendimento, foi observado para o teor de carbono fixo (CF), determinado pelo teor de cinzas. O teor de CF variou de 54 a 35 % para os biochars produzidos entre 300 e 600 ºC, respectivamente. O elevado teor residual de cinzas no biochar da cama de aviário deve-se à presença de palha de arroz, presente no material precursor, que apresenta elevado teor de sílica.

A elevação da temperatura na produção do biochar contribuiu também para a diminuição da ASE, que variou de 75 a 47 m^2 g^{-1} nas temperaturas de 300 e 600 ºC, respectivamente. Tal fato deve estar relacionado às alterações promovidas pela perda dos elementos químicos presentes nos grupamentos funcionais do complexo de troca, com alterações nas relações O/C e H/C e diminuição da capacidade de quimiossorção da molécula de EGME. De forma semelhante, a mesma tendência foi observada para a CTC, que diminuiu de 274 a 48 $cmol_c$ kg^{-1} e no pH em água que aumentou de 8,5 para 11,3. A mesma tendência quanto aos valores de CTC e pH foi observada no trabalho de Andrade et al. (2015).

Os difratogramas de raios-X dos biochars revelam que houve pouca modificação na sua constituição mineralógica em função da temperatura, pois os mesmos minerais estão presentes em todas as temperaturas (quartzo, calcita, silvita, e silicato de potássio) nas três amostras. Esses minerais evidenciam a elevada concentração de nutrientes (Andrade et al., 2015) que potencialmente serão liberados pelos biochars quando aplicados no solo de forma gradativa devido a elevada CTC, ASE e maior recalcitrância do biochar quando comparado ao seu material precursor (Lehmann et a., 2006; Novotny et al., 2015).

CONCLUSÕES

Os biochars de cama de aviário produzidos nas diferentes temperaturas apresentam grande variação no rendimento, nos atributos químicos e físicos, porém a mesma constituição mineralógica.

[1]Aluno de graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, guilherme.guarnieri99@gmail.com
[2]Engenheiro agrônomo, Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, ivangsjunior@gmail.com.
[3]Professor, Departamento de Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), Maringá-PR, antoniocscosta@gmail.com

REFERÊNCIAS

Andrade, CA, Bilar, MPS.; Coscione, AR, Pires, AMM, Soares, AG. Mineralização e efeitos de biochar de cama de frango sobre a capacidade de troca catiônica. Pesq. Agrop. Bras. 2015; 50:407-416. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000500008

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa SDA nº 28, de 27 de julho de 2007. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, 31 jul. 2007.

Cruz, RS, Oliveira, DMS, Mayrynk, GCV, Almeida, JRS, Almeida, LFJ, Santos, RS, Silva, IR. Contribuição da cama de aviário nas emissões de CO_2 em áreas em fase de reabilitação após mineração de bauxita. In: Madari, BE, Silva, MAS, Alcântara, FA, editores. X Encontro Brasileiro de Substâncias Húmicas. Brasília, DF, 2013. p. 140-144.

Lehmann, J, Gaunt, J, Rondon, M. Bio-char sequestration in terrestrial ecosystems – a review. In: Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Springer; 2006, 11:403-427.

Novotny, EH, Maia, CMBF, Carvalho, MTM, Madari, BE. Biochar: pyrogenic carbono for agricultural use – a critica review. Rev. Bras. Cienc Solo. 2015; 39:321-344. http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcs20140818

Pitta, CSR, Adami, PF, Pelissari, A, Assmann, TS, Franchin, MF, Cassol, LC, Sartor, LR. Year-round poultry litter decomposition and N, P, K and Ca release. Rev. Bras. Cienc Solo; 36:1043-1053. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832012000300034

Róz, AL, da, Ricardo, JFC, Nakashima, GT, Santos, LRO, Yamaji, FM. Maximização do teor de carbono fixo em biocarvão aplicado ao sequestro de carbono. Rev. bras. eng. agric. ambient. 2015; 19:810-814. http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n8p810-814

Tabela 01. Atributos físicos e químicos do biochars de cama de aviário produzidos nas diferentes temperaturas

Atributo	300 ºC	400 ºC	600 ºC
Rendimento (%)	59 ± 1,1	48 ± 0,7	41 ± 0,9
Carbono fixo (%)	54 ± 1,8	45 ± 2,1	35 ± 1,5
pH H_2O	8,5 ± 0,3	10,5 ± 0,0	11,3 ± 0,2
CE (mS cm^{-1} a 25 ºC)	2,61 ± 0,2	2,79 ± 0,0	2,80 ± 0,1
ASE (m^2 g^{-1})	75 ± 2,1	66 ± 1,9	47 ± 1,4
CTC ($cmol_c$ kg^{-1})	274 ± 3,0	190 ± 0,5	48 ± 0,8

Média (n=2) ± desvio padrão; CE: condutividade elétrica; ASE: área superficial específica; CTC: capacidade de troca catiônica.

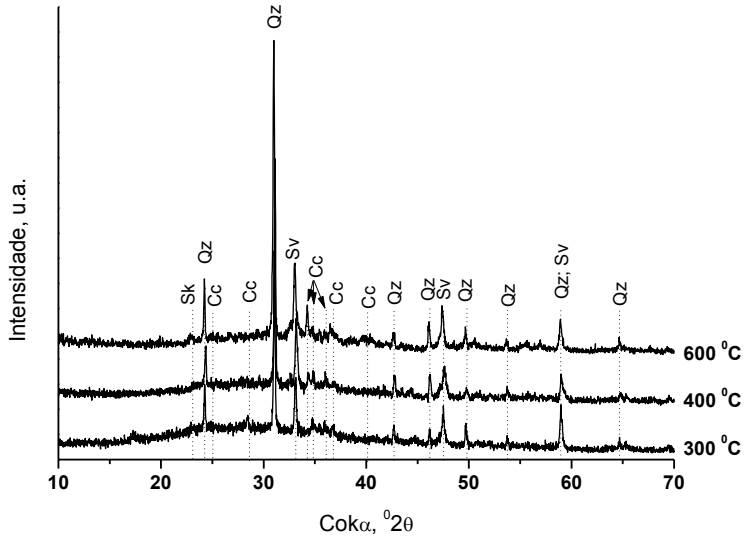


Figura 01. Difratogramas de raios-X dos biochars de cama de aviário produzidos nas diferentes temperaturas (300, 400 e 600 ºC). Sk: silicato de potássio; Qz: quartzo; Sv: silvita; Cc: calcita.

FERRAMENTA DIDÁTICA SOBRE FORMAÇÃO DAS ROCHAS ÍGNEAS PARA O ENSINO DE SOLO

Amanda Rafaela de Arruda[1], Douglas Fernando do Nascimento[1], Osvaldo Guedes Filho[2], Renata Bachin Mazzini-Guedes[2]

RESUMO: As rochas ígneas são formadas pela cristalização do magma, que se origina em profundidades da crosta e na superfície terrestre. As rochas ígneas extrusivas como o basalto, originam vários tipos de solos, como Nitossolos, Neossolos e Latossolos na região Norte Estado do Paraná. O objetivo do trabalho foi desenvolver uma ferramenta didática visual voltada para a formação das rochas ígneas, no ensino de solo, em cursos de graduação que tenham as rochas e o solo como objetos de estudo. A ferramenta didática foi desenvolvida como parte das atividades do Projeto de Extensão Solo na Escola UFPR/Jandaia do Sul, para auxiliar na aprendizagem de alunos e professores acerca do processo de formação das rochas ígneas. Pode-se visualizar de maneira didática, objetiva e ilustrativa o conteúdo a ser abordado, sendo assim, professores poderão ter um material visual para adequada apresentação e aplicação do conteúdo de ensino acerca de solos e rochas. Esse experimento também atua na orientação do professor em relação à formação de seus alunos.

PALAVRAS-CHAVE: rochas vulcânicas, solo na escola, ensino de graduação.

INTRODUÇÃO

As rochas são como a memória inanimada do planeta, pois guardam registros das alterações ocorridas ao longo da geologia, como por exemplo pode-se saber que determinada região era dominada por vulcões a partir das rochas e tipos de solos predominantes nesta área (Vaine, 2005). As rochas ígneas, são formadas sob alta temperatura e pressão, classificadas em extrusivas e intrusivas. As extrusivas são formadas pela expulsão do magma em forma de lava pelos vulcões ou fendas em superfície, ocorrendo o seu resfriamento e cristalização, ficando essas rochas expostas às condições atmosféricas. Já as rochas intrusivas são originadas no interior da Terra, quando o magma penetra pelas fissuras das rochas e assim resfriando-se e solidificando-se (Pena, 2019).

O solo é o sustentáculo da vida e todos os organismos terrestres dele dependem direta ou indiretamente (Lima et al. 2007). É de grande importância ressaltar que, por ser um

importante recurso natural, seu tempo de constituição demora milhares de anos. Alguns fatores são importantes para sua formação, como clima, tempo, organismos e relevo, sofrendo também transformações de diversos processos tais como perdas, transporte e adições, sendo esses processos pedogenéticos fundamentais para a transformação da rocha em solo (Lima et al. 2007)

Atualmente, passamos pela tendência de utilização de ferramentas didáticas de baixo custo para a popularização da ciência do solo. Com isso aumenta-se o acesso a novos meios de aprendizagem e aquisição de conceitos através dessas ferramentas didáticas para despertar senso crítico em cada descoberta dos alunos. Com isso o conhecimento chega a população para torná-la consciente da importância de se preservar o solo.

O manejo e a conservação do solo são elementos fundamentais de sustentação dos sistemas agrícolas e ambientais (BERTONI e LOMBARDE NETO, 2008). É direito usar e despor desse recurso natural, ganha maior responsabilidade frente às mudanças ambientais (PRADO et al. 2010). Porém essa temática é pouco valorizada no ensino formal (BECKER, 2007 e BIONDI e FALKOWSKI, 2009) e precisa ser mais bem explorada principalmente nos ensinos fundamental e médio na perspectiva da educação ambiental (FRASSON e WERLANG, 2010).

Assim, o objetivo do trabalho foi desenvolver uma ferramenta didática visual, simples e clara sobre a formação das rochas ígneas ou magmáticas, para aplicação no ensino superior, em cursos de graduação que tenham as rochas e o solo como objetos de estudo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido como parte das atividades do Projeto de Extensão Solo na Escola, localizado na Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado Jandaia do Sul.

Para a confecção do experimento didático, utilizou-se os seguintes materiais: areia fina, peneira, caneta hidrográfica, isopor, corante, água, papel para a fabricação do funil, colher, palito de madeira (para a uniformização das cores), caixa de vidro ou acrílico, recipientes (para mexer a areia com o corante).

Para o preparo do experimento, a areia foi separada em recipientes em quantidades suficientes para preencher a caixa de vidro, dividindo-se em cada recipiente a quantidade necessária para cada camada (a quantidade de areia irá variar de acordo com o tamanho da caixa). Depois, adicionou-se o corante em cada recipiente e mexeu-se bem até a total uniformização das cores. Em seguida, colocou-se a areia para secar em lugar fresco e arejado por três dias. Depois de seca a areia foi peneirada e separada cada cor um recipiente com o

auxílio do funil foi colocado a areia em camadas por ordem, de modo a representar a Figura 1. Depois, na camada de 6 quilômetros representada em verde foi colocado o isopor em formato de gota com abertura ao meio para ser preenchido com areia no qual representa a câmara magmática colorida em laranja. A partir da camada verde até a camada utilizada areia de cor natural foi desenhado no vidro linhas onduladas no qual representa o gabro, utilizando caneta hidrográfica preta e a mesma caneta foi utilizada para fazer as marcações no vidro identificando onde estava representado o basalto e câmara magmática e a profundidade (da camada da Terra) usando a unidade em quilômetros.

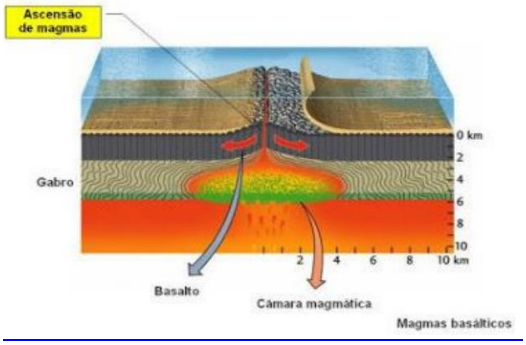


Figura1: Formação das rochas ígneas. Fonte: http://maisbiogeologia.blogspot.com/2009/03/rochas-magmaticas-diversidade-de-magmas.html

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir da montagem desse experimento didático, obterá uma melhor compreensão acerca da formação de rochas ígneas, como basalto, rocha vulcânica de cor escura composta por silicatos de magnésio e ferro e, da câmara magmática local no interior da Terra onde o magma fica armazenado (Figura 2).

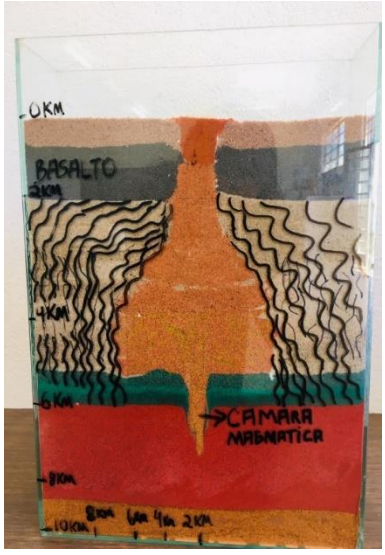


Figura 2: Experimento didático formação das rochas ígneas

Este experimento pode ser feito em sala de aula trazendo a interação de alunos e professores, a partir da confecção, com o auxílio do professor o aluno poderá compreender na montagem de cada camada o que se encontra no interior da Terra, o professor poderá utilizar para a posterior explicação do conteúdo teórico realizado em sala de aula, compreendendo melhor a estrutura interior dos vulcões e as camadas que formam as rochas pelo processo intrusivo e a as rochas formadas pelo processo extrusivo.

Pode-se visualizar, de maneira didática, objetiva e ilustrativa o conteúdo a ser abordado. Sendo assim, professores poderão ter um material visual para adequada apresentação e aplicação do conteúdo de ensino acerca de solos e rochas.

CONCLUSÕES

O experimento cumpre a finalidade ao expor, de maneira simples e didática, o processo de formação de rochas do tipo ígneas ou magmáticas, capacitando professores e proporcionando, aos alunos do ensino médio a graduação, conhecimento acerca de solos e rochas. Esse experimento também atua na orientação do professor em relação à formação de seus alunos.

REFERÊNCIAS

LIMA, Valmiqui Costa; LIMA, Marcelo Ricardo de; MELO, Vander de Freitas (Comp.). O solo no meio ambiente. Curitiba: Ufpr, 2007. Disponível em: http://www.escola.agrarias.ufpr.br/arquivospdf/livro.pdf

VAINE,MariaElizabethEastwood. SÉRIEGeologianaEscola: GeologianoLaboratório.Curitiba:Mineropar,2005.Disponívelem:http://portaldoprofessor.mec.gov.br/storage/materiais/0000014244.pdf

PENA,RodolfoF.Alves."Rochasígneas"; BrasilEscola.Disponívelem:https://brasilescola.uol.com.br/geografia/rochas-igneas.htm

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. Conservação do solo. São Paulo: Ícone, 2008. 355p.

FRASSON, V. da R.; WERLANG, M. K. Ensino de solos na perspectiva da educação ambiental: Contribuições da ciência geográfica. Geografia: Ensino e Pesquisa, v. 14, n.1, p. 94-99, 2010.

BECKER, E. L. S. Solo e ensino. Revista VIDYA, Santa Maria, v. 25, n.2., p. 73-80, 2007.

PRADO, R. B.; TURETTA, A. P.; ANDRADE, A. G. Manejo e Conservação do Solo e da Água no contexto das mudanças ambientais. Embrapa Solos. 2010. 486p.

SELEÇÃO DE INDICADORES PARA DISCRIMINAR SISTEMAS DE PREPARO E AVALIAR A QUALIDADE EM LATOSSOLO VERMELHO

Regiane Kazmierczak[1], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Alisson Marcos Fogaça[3], Flávia Biasso Riferte[4], Josiane Bürkner dos Santos[5], Sandoval Carpinelli[6]; Andressa Dranski[7], Ariane Lentice de Paula[8]

RESUMO: Os sistemas de preparo do solo visam melhorar as condições do solo para as culturas e afetam os atributos do solo. Alguns atributos são afetados em maior magnitude, e análises estatísticas podem ser utilizadas para encontrar os atributos mais sensíveis (indicadores), que permitam discriminar os sistemas de preparo do solo e possam ser utilizados para realizar avaliação de qualidade do solo. O objetivo deste estudo é identificar os indicadores que discriminam os sistemas de preparo do solo e podem ser utilizados em avaliações de qualidade do solo. Foram avaliados 16 atributos físicos e químicos de um Latossolo Vermelho muito argiloso, cultivado por um longo período de tempo no Plantio Direto (PD), Preparo Convencional (PC) e Preparo Mínimo (PM). Os atributos do solo mais sensíveis (indicadores) foram selecionados por análise discriminante canônica. Microporosidade (Mip), condutividade hidráulica saturada (Kfs), pH ($CaCl_2$), cálcio (Ca), magnésio (Mg), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%) foram os indicadores mais eficientes em discriminar os sistemas de preparo do solo. Estes indicadores podem ser utilizados para futuras avaliações e monitoramento da qualidade do solo dos sistemas de preparo em regiões e condições similares.

PALAVRAS-CHAVE: Qualidade do solo, preparo do solo, indicadores sensíveis.

INTRODUÇÃO

Os sistemas de preparo do solo visam melhorar as condições do solo para o estabelecimento e desenvolvimento das culturas. O sistema de preparo convencional (PC) foi dominante no Brasil durante o século XX. No entanto, devido a degradação do solo desencadeada pelo revolvimento, o sistema de plantio direto (PD) ganhou destaque em relação ao PC. Porém, devido à preocupação com a compactação do solo gerada pelo PD, o sistema de preparo mínimo (PM) começou a ser adotado, onde são realizados preparos menos intensivos no solo (Reichert et al., 2016; Nunes et al, 2019).

Os sistemas de preparo influenciam os atributos do solo, porém, alguns com maior magnitude. Selecionar os que apresentam maior poder de discriminação proporciona a

[1]Doutoranda em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: regikazi@hotmail.com. [2]Docente do curso de Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [3]Mestrando em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [4,6,7,8]Doutorando (a) em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [5]Pesquisadora do IAPAR, Ponta Grossa-PR.

composição de um conjunto de indicadores sensíveis, os quais podem ser usados em futuras avaliações e monitoramentos, como de qualidade do solo. Doran e Parkin (1994) e Muñoz-rojas (2018) ressaltam que, para um atributo ser considerado um indicador de qualidade do solo, ele deve ser sensível às variações de manejo e clima e oferecer informações das funções do solo. Além disso, a seleção de indicadores reduz tempo e custo em avaliações futuras.

Para atingir tal objetivo pode-se utilizar a análise discriminante canônica (ADC), que é uma técnica eficiente para encontrar as variáveis com maior peso de discriminação (Cruz-Castillo et al., 1994), porém, pouco explorada. Para diferentes condições de solo e clima, o uso e manejo do solo pode influenciar de maneira diferente os atributos do solo, podendo assim serem formados conjuntos específicos de dados para cada condição. O objetivo deste trabalho é identificar, por meio da ADC, os indicadores físicos e químicos do solo que discriminam os sistemas de preparo do solo e podem ser utilizados em avaliações de qualidade do solo, em Latossolo Vermelho de textura muito argilosa de clima subtropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido na Estação Polo do IAPAR, no município de Ponta Grossa (PR), em um Latossolo Vermelho textura muito argilosa, em clima Cfb, segundo Koppen. A área experimental foi dividida em três macroparcelas que foram cultivadas por 36 anos sob PD e PC e 28 anos sob PM. As coletas foram realizadas na camada de 0-10 cm, em malha regular, com 42 pontos por preparo.

Os atributos físicos do solo medidos foram a densidade do solo (Ds)**,** porosidade total (PT), macroporosidade (Map) e microporosidade (Mip) utilizado a metodologia da Embrapa (2011), condutividade hidráulica saturada (Kfs), conforme Bagarello et al. (2004) e resistência do solo a penetração (RP) com penetrógrafo de campo penetroLog (Falker, BR). Os atributos químicos do solo medidos foram: pH (H_2O), pH ($CaCl_2$), alumínio (Al), cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), carbono orgânico total (COT), capacidade de troca de cátions (CTC) e saturação por bases (V%).

As análises estatísticas foram realizadas com o software R. Foi realizado o teste de normalidade univariado de Shapiro-Wilk e multivariado de Royston. Os dados que não apresentaram normalidade foram transformados através da raiz quadrada ou logaritmo natural. Utilizou-se a ADC conforme relatado por Cruz-Castillo et al. (1994), primeiramente com todos os atributos e posteriormente nos indicadores selecionados, obtendo a função discriminante canônica (FDC) dos indicadores que melhor discriminam os preparos. O teste Lambda de Wilks foi utilizado para verificar a significância das FDC.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os atributos que não apresentaram distribuição normal foram P, RP, Kfs e K, cujo primeiro foi transformado por raiz quadrada e os demais por logaritmo natural. Houve significância para as duas FDC. As correlações mais fortes entre a primeira FDC e os dados originais selecionou indicadores físicos: Mip e Kfs (Tabela 01).

Tabela 01: Teste de significância e correlação entre a função discriminante e as variáveis originais.

	FDC 1	**FDC 2**			
F	63,52	56,79	**pH (H_2O)**	0,24	0,65
Significância[1]	2,20E-16	2,20E-16	**pH ($CaCl_2$)**	0,45	**0,72**
			Al ($cmol_c\ dm^{-3}$)	-0,33	-0,64
	Correlação		**Ca ($cmol_c\ dm^{-3}$)**	-0,16	**0,74**
Ds ($g\ cm^{-3}$)	-0,08	-0,02	**Mg ($cmol_c\ dm^{-3}$)**	-0,24	**0,94**
PT (%)	0,10	-0,05	**P ($mg\ dm^{-3}$)**	-0,57	-0,03
Map (%)	0,69	0,20	**K ($cmol_c\ dm^{-3}$)**	-0,21	0,22
Mip (%)	**-0,80**	-0,27	**COT ($g\ dm^{-3}$)**	-0,18	0,00
Kfs ($cm\ hora^{-1}$)	**0,78**	0,23	**CTC ($cmol_c\ dm^{-3}$)**	-0,55	**0,71**
RP (Mpa)	-0,54	-0,43	**V (%)**	-0,16	**0,94**

[1]Probabilidade da correlação dos escores da FDC com as variáveis originais ser igual a 0.

As correlações mais fortes entre a segunda FDC e os dados originais resultou na seleção dos indicadores químicos: pH ($CaCl_2$), Ca, Mg, CTC e V%. Com base nos resultados dos indicadores selecionados, foi desenvolvido dois modelos de FDC envolvendo os indicadores selecionadas. Houve significância para as duas FDC obtidas.

A FDC 01 representou 53,06% da variância com maior peso para os indicadores físicos: Mip e Kfs. A FDC 02 representou 46,94% da variância e foi representada com maior peso pelos indicadores químicos: pH ($CaCl_2$), Ca, Mg, CTC e V%. Portanto, a FDC 01 representou as funções físicas do solo e a FDC 02 representou as funções químicas do solo. Reichert et al. (2016) reforçam a importância de indicadores físicos na comparação entre preparos do solo.

FDC 01 = (-0,83*Mip) + (0,80*Kfs) + (0,50*pH ($CaCl_2$) + (-0,12*Ca) + (-0,20*Mg) + (-0,52*CTC) + (-0,11*V%).

FDC 02 = (-0,23*Mip) + (0,19*Kfs) + (0,70*pH ($CaCl_2$) + (0,75*Ca) + (0,96*Mg) + (0,74*CTC) + (0,96*V%).

A ADC foi eficiente em selecionar os indicadores que podem ser usados na avaliação da qualidade do solo. A ADC também foi usada para selecionar moléculas de agroquímicos em amostras de solo (Gonçalves et al., 2006) e distinguir diferentes usos da terra (Bhattacharjya et al., 2017).

[1]Doutoranda em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: regikazi@hotmail.com. [2]Docente do curso de Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [3]Mestrando em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [4,6,7,8]Doutorando (a) em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR. [5]Pesquisadora do IAPAR, Ponta Grossa-PR.

A figura 01 ilustra a separação dos grupos PD, PC e PM. A primeira função canônica discriminou os três preparos, já a segunda função canônica discriminou o PM dos demais.

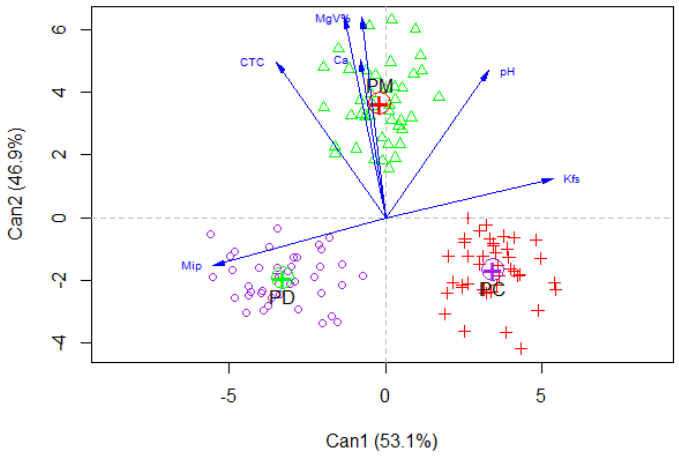


Fig. 1. Biplot de funções discriminantes canônicas para separação de diferentes sistemas de preparo do solo.

CONCLUSÕES

Os indicadores selecionados foram: Mip, Kfs, pH ($CaCl_2$), Ca, Mg, CTC e V%, e estes podem ser utilizados para a avaliação da qualidade do solo no local estudado e por futuros pesquisadores para avaliações dos sistemas de preparo do solo para Latossolos de regiões similares.

REFERÊNCIAS

Bhattacharjya S, Bhaduri D, Chauhan S, Chandra R, Raverkar, KP, Pareek N. Comparative evaluation of three contrasting land use systems for soil carbon, microbial and biochemical indicators in North-Western Himalaya. Ecol Eng**.** 2017; 103:21-30. https://doi.org/https://doi.org.ez82.periodicos.capes.gov.br/10.1016/j.ecoleng.2017.03.001

Cruz-Castillo JG, Ganeshanandam S, MacKay BR, Lawes GS, Lawoko CRO, Woolley DJ. Applications of Canonical Discriminant Analysis in Horticultural Research. Hort Sci. 1994; 29:1115-19. https://doi.org/https://pdfs.semanticscholar.org/5a21/c09b62d780d1d1a6efbed4aa4d8a86ba5d79.pdf

Doran JW, Parkin TB. Defining and assessing soil quality. In: Doran JW, Coleman DC, Bezdicek DF, Stewart B, editores. Defining soil quality for a sustainable environment. USA: Madison, Soil Science Society of America, 1994. p.3-21.

Gonçalves C, Esteves da Silva JCG, Alpendurada MF. Chemometric interpretation of pesticide occurence in soil samples from an intensive horticulture area in north Portugal. Anal Chim Acta. 2006; 560:164-71. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.aca.2005.12.021

Nunes MR, Pauletto EA, Denardin JE, Suzuki LEAS, van Es HM. Dynamic changes in compressive properties and crop response after chisel tillage in a highly weathered soil. Soil Tillage Res. 2019; 186:183-90. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2018.10.017

Muñoz-rojas M. Soil quality indicators: critical tools in ecosystem restoration. Environ Sci Heal. 2018;5:47–52. https://doi.org/10.1016/j.coesh.2018.04.007

Reichert JM, Rosa VT, Vogelmann ES, Rosa DP, Horn R, Reinert DJ, Denardin JE. Conceptual framework for capacity and intensity physical soil properties affected by short and long-term (14 years) continuous no-tillage and controlled traffic. Soil Tillage Res. 2016; 158:123-36. https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.still.2015.11.010

CARACTERÍSTICAS FÍSICO-HÍDRICA DO SOLO APÓS APLICAÇÃO DE HIDROGEL E IRRIGAÇÕES NO FEIJÃO CULTIVADO EM VASO

Erinelson Digner[1], Eduardo Augusto Agnellos Barbosa[2], Elida Marina Nogueira[3]

RESUMO: O objetivo deste estudo foi avaliar as características físico-hidricas do solo após a aplicação ou não de hidrogel na cultura do feijão comum submetido a diferentes lâminas de irrigação cultivado em vaso sob condição de ambiente protegido. O experimento foi realizado em casa de vegetação, sob delineamento inteiramente casualizado em arranjo fatorial 2 x 4, com 4 repetições. As fontes de variação foram a aplicação ou não de hidrogel, na dose de 1,4 g Kg^{-1} solo seco, e lâminas de irrigação baseadas em 40, 60, 80 e 100% da evpotranspiração de cultura. Após o cultivo do feijão avaliou-se a densidade aparente e de partículas do solo, porosidade total, macro e microporosidade e estabeleceu-se a curva de retenção de água. A aplicação de hidrogel reduziu a densidade aparente, elevou a macroporosidade e porosidade total, consequentemente, constatou-se alteração na curva de retenção de água, com maior disponibilidade hídrica nos maiores potenciais hídricos. Os diferentes regimes de molhamento do solo pelas lâminas de irrigação não alterou as propriedades física-hidricas do solo avaliadas.

PALAVRAS-CHAVE: Gel hidroretentor; Curva de retenção de água; Porosidade do solo.

INTRODUÇÃO

Fatores edafoclimáticos afetam diretamente o rendimento da cultura do feijão, sendo a seca um dos principais problemas. O feijão é considerado uma espécie com pouca tolerância a estresses hídricos, sendo que 60% do seu cultivo no planeta está submetido a este fator, tornando a seca o maior redutor da produtividade (Beebe et al., 2008). A baixa disponibilidade de água no solo é fator limitante a produção, em especial nos estádios de germinação, florescimento e enchimento de grãos.

O hidrogel possui facilidade em interagir com moléculas de água, e a absorção de água para cada molécula do hidrogel trata-se de um processo químico, em que a água é absorvida e retida pelo produto devido a repulsão eletrostática que ocorre entre as cargas na estrutura do polímero e o mesmo se torna um gel (Varennes et al., 1997). Essa facilidade de interação com moléculas de água proporciona aos hidrorententores uma utilização na agricultura como condicionadores do solo. Desta forma, o uso de hidrogelc promove

[1]Aluno de Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR), e-mail: erinelsondigner@hotmail.com
[2]Docente, DESOLO, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR)
[3]Eng. Agrônoma, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa (PR)

melhorias dos atributos físicos do solo, tal como a densidade aparente, porosidade do solo e maior capacidade de armazenamento de água.

O estudo teve como objetivo avaliar as características físico-hidricas do solo após a aplicação ou não de hidrogel na cultura do feijão comum submetido a diferentes lâminas de irrigação cultivado em vaso sob condição de ambiente protegido.

MATERIAL E MÉTODOS

A primeira etapa do estudo foi realizada em casa de vegetação, na Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná (25°05'24" S, 50°06'08" O e altitude de 904 m). A casa de vegetação possui cobertura plástica de 150 micras e sistema PAD-FAN. Os vasos foram tubos de PVC, nas dimensões de 0,15 m de diâmetro e 0,30 m de altura, porém considerou útil a altura de 0,25 m mantendo uma borda livre de 0,05 m.

O estudo foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado, arranjo fatorial 2 x 4, com 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais. O primeiro fator foi o uso ou não de hidrogel, na dose de 1,4 g kg^{-1} solo seco. O segundo constituiu-se de lâminas de irrigação (LI) baseadas em 40, 60, 80 e 100% da evapotranspiração da cultura (ETc). O solo utilizado apresentava textura média (340 g kg^{-1} de argila e 580 g kg^{-1} de areia), foi peneirado em malha de 8 mm e posteriormente preencheu os vasos mantendo a densidade aparente do solo em 1,20 g cm^{-3}, desta forma, adicionou-se 5,3 kg de solo $vaso^{-1}$. Adicionou-se 7,42 g de hidrogel ao solo seco (dose de 1,4 g kg^{-1} de solo seco). As LI foram determinadas a partir da ETc, obtidas pela multiplicação da evapotranspiração de referência (ETo) pelo Kc do feijão. A ETo foi estimada via tanque classe A (Allen et al., 1998).

Amostras de solo foram coletadas em anéis de Uhlad, estas foram preparadas e saturadas por capilaridade durante 24 horas, após saturação, as amostras foram levadas na câmara de Reichards, sobre a membrana porosa e submetidas a pontos de tensões distintos de 0,1; 0,33; 0,5; 0,7;1,0;1,7 bar. Após obtenção da relação umidade x tensão, determinou-se a densidade aparente do solo (Ds), densidade de partícula (Dp), porosidade total (Pt = 1-Ds/Dp), macro e microporosidade. Após a obtenção da relação entre umidade do solo e potencial de água no solo, realizou o ajuste da curva de retenção de água no solo (CRAs) por meio do modelo proposto van Genucthten, no program SWRC fit (Seki, 2007).

Os dados foram submetidos ao teste de F pela análise de variância) e se F significativo ao nível de 5%, aplicou o teste de regressão para as LI e o teste de Tukey a 5% de significância para o uso ou não de hidrogel. As análises estatísticas foram realizadas no software Sisvar.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de hidrogel alterou as características fisíco-hídricas do solo com redução da densidade do solo, o qual ocorreu por alteração de sua porosidade (Tabela 1). Constatou-se aumento da Pt e ao analisar a MA e MI verifiou-se que o efeito foi predominantemente ocasionado pelo aumento da MA. A MA com a aplicação do hidrogel foi elevada em 6,0% em relação ao solo sem aplicação. A Ds do solo com aplicação de hidrogel foi significativamente inferior ao do solo sem aplicação de hidrogel, que obteve valor próximo ao da instalação do experimento (1,20 g cm^{-3}).

Tabela 1. Análise de variância para a densidade de particulas do solo (Dp, g cm^{-3}), densidade aparente do solo (Ds, g cm^{-3}), porosidade total (PT, cm^3 cm^{-3}), macroporosidade (MA, , cm^3 cm^{-3}) e microporosidade (MI, , cm^3 cm^{-3}) após aplicação de hidrogel e lâminas de irrigação (LI) no feijão comum cultivado em vaso.

FV		Dp	Ds	PT	MA	MI
Hidrogel (H)	Com	2,55	1,13 b	0,55 a	0,28 a	0,27 b
	Sem	2,54	1,22 a	0,52 b	0,22 b	0,30 a
$F_{calc}H$		0,02	15,53**	15,02**	12,50**	5,23*
F_{calc} (LI)		1,87	0,33	0,29	1,19	1,34
$F_{calc}H$ x LI		0,36	0,15	0,45	0,39	0,73
C.V. (%)		1,70	5,44	4,75	21,59	13,98

O resultado de porosidade reflete no aumento na retenção de água nos menores potenciais na aplicação de hidrogel, fato constatado na CRAs (Figura 1). Por outro lado, a água retida nos potenciais entre 0 a -0,1 bar são facilmente drenadas pela ação da gravidade, com tempo de permanência efêmero no solo. O incremento da Pt, pode-se ser explicado pela formação de pequenos grânulos de partículas de solo com o hidrogel (Fernandes et al., 2016). Bhardwaj et al. (2006) constataram que a aplicação de hidrogel favoreceu o incremento de macroporos em solo arenoso e consequentemente da condutividade hidráulica do solo.

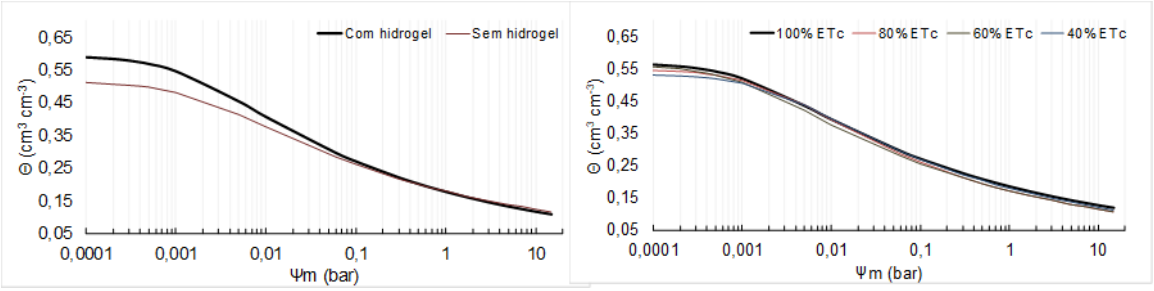


Figura 1 – Curva de retenção de água no solo, com e sem aplicação de hidrogel e submetido a diferentes lâminas de irrigação, baseadas em porcentagem da evapotranspiração de cultura (%ETc), cultivado com feijão em casa de vegetação. Ponta Grossa-PR.

A umidade de saturação do solo com aplicação de hidrogel foi aproximadamente 8% superior a umidade de saturação obtida no solo sem aplicação de hidrogel. Já a umidade na capacidade de campo (-0,01 bar) a aplicação de hidrogel promoveu um incremento de 1% na retenção de água em relação ao solo sem aplicação do polímero (Figura 1A). Ao avaliar a aplicação de diferentes doses de hidrogel em dois solos do Recôncavo da Bahia, Fernandes et al (2016) constataram que a aplicação de hidrogel não afetou a umidade na capacidade de campo e ponto de murcha permanentes, entretanto, estes autores evidenciaram um incremento na umidade do solo pela aplicação do hidrogel nos potenciais próximo a saturação do solo, resultados similar ao obtido neste estudo.

As LI promoveu uma ligeira diferença na CRAs nos valores médio entre a LI de 100% da ETc e a LI de 40% (Figura 1B). Porém, de modo geral, não constatou efeitos na CRAs no solo para os diferentes regimes hídricos, os quais promoveram diferentes comportamento de umidecimento e secamento do solo.

CONCLUSÕES

A aplicação do hidrogel resultou num acréscimo na macroporosidade e redução na densidade aparente do solo, modificando o início da curva de retenção de água no solo.

Os diferentes processos de molhamento e secamento do solo ocasionado pelas lâminas de irrigação não alterou as caracteísticas fisico-hídrica do solo e a sua curva de retenção de água.

REFERÊNCIAS

Allen, R.G.; Pereira, L.S.; Raes, D.; Smith. M. **Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements**. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 300p. (FAO Irrigation and Drainage, paper 56)

Beebe, S.E.; Idupulapati, R. A. O.; Matthew, W. B.; Butare, L. Selection for drought resistance in common bean also improves yield in phosphorus limited and favorable environments. **Crop Science**, Madison, v. 48, n. 2, p. 582-592, 2008.

Bhardwaj, A.K., Shainberg, I., Goldstein, D., Warrington, D.N., Levy, G.J. Water Retention and Hydraulic Conductivity of Cross-Linked Polyacrylamides in Sandy Soils. **Soil Science Society of America Journal**, v.71, n.2, p. 406-412, 2007.

Seki, K. SWRC fit – a non linear fitting program with a water retention curve for soils having unimodal and bimodal pore structure. **Hydrology and Earth System Sciences Discussions**, v. 4, p. 407-437, 2007.

Varennes, A.de. et al. Effects of two polymers on the hydrophysical and chemical properties of a sandy soil, and on plant growth and water economy. **Revista de Ciências Agrárias**, v.20, n.4, 1997.

MATERIAIS AMORFOS FORMADOS DURANTE EXTRAÇÕES ÁCIDAS E READSORÇÃO DE Pb E As

Lauriane Guidolin Guedes[1], Vander de Freitas Melo[2]; Araína Hulmann Batista[3]; Danilo Martins[4].

RESUMO: Os métodos mais utilizados para determinar os teores pseudo-totais de metais pesados em solos por diversas agências ambientais, são EPA 3051A e água régia (AR). Em estudos prévios, foi observado que, nos resíduos das extrações com AR e 3051A, são formados materiais amorfos (artefato da extração). Foram utilizadas as frações argila de solos contaminados com Pb e As, a nível de campo (Adrianópolis-PR), e solos contaminados com esses metais em laboratório. A extração com AR promoveu formação mais expressiva de materiais amorfos em relação a extração 3051A. Contudo, os materiais amorfos formados na extração 3051A, se associaram mais com o Pb e As, previamente extraídos. Os métodos 3051A e água régia, largamente usados no mundo, podem subestimar de forma variada o teor de Pb e As nos solos.

PALAVRAS-CHAVE: Solo, Métodos analíticos, Material amorfo

INTRODUÇÃO

O CONAMA estabeleceu os métodos EPA 3050B e 3051A para a determinação de metais pesados no solo para fins regulatórios e avaliação ambiental (CONAMA, 2009). Outra metodologia que é frequentemente utilizada para extração pseudo-total de metais pesados nos solos é a água régia (AR) (ÖZTAM e DÜRING 2012). Melo et al. (2016) estudaram esses métodos para extração de metais pesados em amostras de argila e verificaram a formação de materiais amorfos (artefato da extração) nos resíduos destas extrações. Esses materiais formados podem re-adsorver metais pesados previamente solubilizados e subestimar os teores desses elementos nas amostras de solo. Dessa forma, é importante o estudo da composição e das características químicas desses materiais amorfos nos resíduos das extrações ácidas.

[1]Mestranda em Ciências do solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba - PR e laurianeguidolin@gmail.com ; [2]Docente, CPF: 568.999.206-20, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba - PR e melovander@yahoo.com.br ; [3]Docente, CPF: 05.255.809-64, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia (MG), arainahulmann@gmail.com ; [4]Doutorando, CPF: 075.005.669-05, em Ciências do solo, Universidade Federal do Paraná, Rua dos Funcionários, Curitiba – PR; danilomartins90@gmail.com.

Considerando o exposto, o objetivo geral deste trabalho foi estudar os materiais amorfos formados durante as extrações ácidas concentradas (EPA 3051A e AR) e avaliar o método menos eficiente na extração de Pb e As, por promover maior re-adsorção dos íons nesses materiais.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram estudadas áreas que possuem histórico de contaminação por metais pesados na região de Adrianópolis (PR) e áreas que não são afetadas por essa contaminação (Tabela 1). Para verificar a formação de materiais amorfos em amostras trabalhadas em laboratório, dois solos de mineralogia distintas foram contaminados com Pb e As.

Tabela 1: Localização e propriedades dos solos

Amostra	Área	Profundidade	Localização	Material de Origem	Classe
		cm			
De 1 até 6	1	0 -25	Adrianópolis	Carbonato	Neossolo
12/13	3	15 - 95	Londrina	Basalto	Latossolo
14/15	4	38 - 60	São Jose dos Pinhais	Granito / Gnaisse	Cambissolo

As amostras de TFSA foram submetidas à queima da matéria (H_2O_2 30% v/v) e a separação das frações do solo pelo método de dispersão com NaOH 0.2 mol L^{-1}. Amostras de argila das áreas 3 e 4 foram contaminadas separadamente (adsorção não competitiva) com solução de 50.000 mg. L^{-1} de As e Pb. Os sais utilizados foram Arseniato de Sódio ($Na_2HAsO_4.7H_2O$) e Nitrato de Chumbo ($Pb(NO_3)^2$).

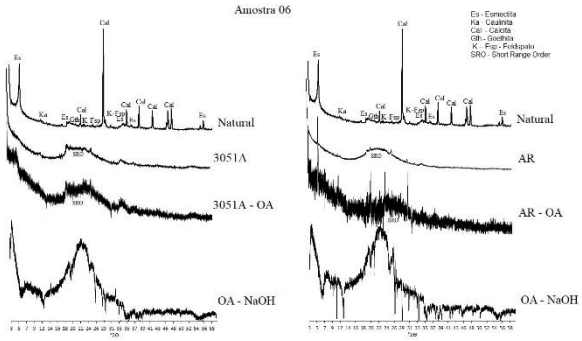
Para as extrações ácidas foram utilizados dois métodos: Água régia (AR) (HCl/HNO_3-1:3 em sistema aberto), (BERROW e STEIN, 1983), e EPA 3051A (HNO_3/HCl-3:1 em sistema fechado de micro-ondas), (USEPA, 1998). Os resíduos das digestões ácidas foram recuperados pela lavagem dos papéis de filtro e submetidos à extrações sequenciais: Oxalato de Amônio (OA) 0,2 mol L^{-1}, para obter os óxidos de Fe, Al e Si fracamente ordenados, e, no resíduo do OA, foi realizado a extração com NaOH 0,5 mol L^{-1}, para retirada dos aluminossilicatos amorfos (MELO et al., 2002). Após cada extração, os teores de Pb e As foram determinados em espectrofotômetro de emissão ótica com plasma acoplado indutivamente (ICP-OES), e as amostras de argila foram submetidas, antes e depois das extrações, à difração de raios X.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com o acompanhamento da evolução da mineralogia com as extrações ácidas e

extrações sequencias de amorfos por DRX, pode-se confirmar a formação de material amorfo durante as digestões ácidas com AR e 3051A no difratograma da figura 1.

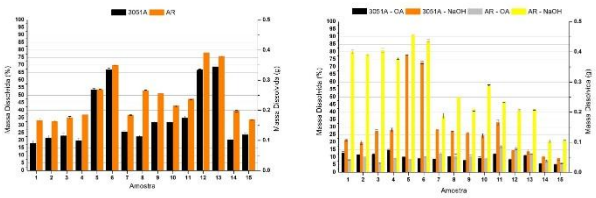
Figura 1: Difratograma da Amostras 6 da área 1



O OA não foi eficiente para dissolver o material de baixa cristalinidade (sigla em inglês SRO–short range order) formado após as extrações com AR e 3051A (as reflexões difusas permaneceram nos DRX), o que confirma que esses materiais amorfos não são constituídos de óxidos de Fe e Al. Já, após a extração com NaOH 0,5 mol L^{-1}, o material amorfo foi completamente dissolvido, indicando que se trata de aluminossilicatos de baixa cristalinidade. Essa composição da fase amorfa pode ser comprovada na Figura 2.

Outra possibilidade de associação de Pb^{2+} e H_2AsO^{4-}, é a adsorção de esfera externa e interna. Esses materiais amorfos são ricos em Si, Al e em menor proporção Fe. Como se tratam de extrações ácidas, valores de pH inferiores a 2,0 garantem o predomínio de cargas positivas até no grupo silanol. Esse predomínio absoluto de cargas positivas favorece mais a adsorção de esfera externa do H_2SiO^4, contudo, o Pb^{2+} troca facilmente com o H^+ desses grupos e fica adsorvido por esfera interna na superfície dos materiais amorfos. Devido a baixa cristalinidade, os materiais formados possuem alta área superficial específica e maior exposição desses grupos funcionais (MENDONÇA et al., 2013).

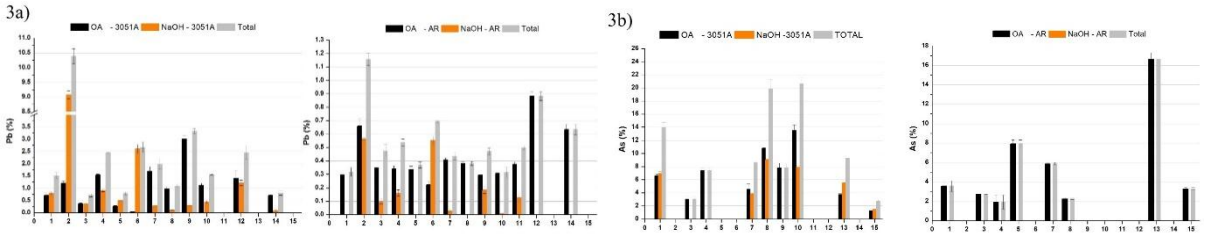
Figura 2: Comparação da dissolução de massa das extrações ácidas AR e 3051A e extrações sequenciais com OA e NaOH. A massa inicial das amostras era entorno de 0,5 g.



A maior associação de Pb e As nos óxidos de Fe e Al amorfos (extração com OA) (Figuras 3) mostra a maior possibilidade de substituição isomórfica de Fe por esses metais. Isso se deve à maior proximidade de raios iônicos entre o Pb^{2+} e o Fe^{3+} em relação ao Al^{3+} e

Si^{4+}.

Figura 3: Percentagens de Pb (3a) e As (3b) extraídos nas extrações sequenciais (OA e NaOH) em relação ao Pb e As extraídos nas extrações ácidas de pseudo-totais (AR e 3051A): OA após 3051A, NaOH após 3051A, OA após AR e NaOH após AR. Total representa o somatório do Pb e As extraídos dos materiais amorfos (OA+NaOH)



CONCLUSÕES

Os métodos 3051A e água régia, largamente usados no mundo, subestimam de forma variada o teor de Pb e As nos solos, o que pode interferir no resultado da uma área contaminada.

REFERÊNCIAS

BERROW. M. L; & STEIN. W. M; (1983). Extraction of metals from soils and sewage sludges by refluxing with aqua régia. Analyst, 108, 277–285.

CONAMA—Conselho Nacional do Meio Ambiente (2009). Resolução no. 420, de 28 de dezembro de 2009. Brasília: Conama

MELO. V. F; KUMMER. L; BARROS. Y. J; AZEVEDO. J. C. R; (2002) Extrações sequenciais de chumbo e zinco em solos de área de mineração e metalurgia de metais pesados. Revista brasileira ciências do solo.

MENDONÇA. T; MELO. V. F; ALLEONI. L. R. F; SCHAEFER. C. E. R; & MICHEL. R; (2013). Lead adsorption in the clay fraction of two soil profiles from Files Peninsula, King George Island. Antarctic Science.

ÖZTAM. S; & DÜRING, R. A; (2012). Microwave assisted EDTA extraction-determination of pseudo total contents of distinct trace elements in solid environmental matrices. Talanta,

USEPA; (1998). SW-846 EPA method 3051A. Microwave assisted acid digestion of sediments, sludges, soils and oils. In: Test methods for evaluating solid waste, 3rd Update. Washington: US Environmental Protection Agency.

USO DE MAPEAMENTO DIGITAL DE SOLOS NOS TRABALHOS DE EXTENSÃO RURAL DO PARANÁ

Milton Satoshi Matsushita[1], Oromar João Bertol[2], Reinaldo Tadeu Oliveira Rocha[2], Rosane Dalpiva Bragato[2] e Flavio Augusto Ferreira do Nascimento[3]

RESUMO: A classificação do solo é uma informação importante para o planejamento de práticas conservacionistas. O Mapeamento Digital de Solos (MDS) pode agilizar e qualificar o trabalho de classificação do solo. O MDS utiliza modelos matemáticos, estatísticos e pedológicos para determinar as classes de solos, com base nas informações existentes e correlacionadas através das variáveis ambientais que determinam a formação dos solos. O objetivo deste trabalho foi testar o emprego do MDS para classificar solos em uma microbacia hidrográfica e, assim, torná-lo uma ferramenta de uso da extensão rural do Paraná. O trabalho foi desenvolvido em uma microbacia hidrográfica localizada no município de Tapejara, estado do Paraná. A classificação do solo por meio do MDS permitiu identificar três classes de solo, até o primeiro nível categórico, na microbacia estudada.

PALAVRAS-CHAVE: Microbacias hidrográficas, classificação de solos e Geotecnologia.

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de uma agricultura ambientalmente sustentável, requer a utilização do solo em conformidade com a sua capacidade de uso, bem como o emprego de práticas para a conservação do solo e da água. A classificação do solo é uma informação importante para determinar a capacidade de uso do solo (Lepsch *et al*., 2015).

A relação entre classes de solo e relevo permite aumentar o nível de acerto na classificação do solo. É bastante conhecida a influência do relevo na formação dos solos. Segundo Reichert e Dalmolin (2011) "O ciclo hidrológico do solo e seus componentes variam em função do relevo e posição na paisagem, particularmente a infiltração e o escoamento superficial: (a) em áreas planas há bastante infiltração e pouco escoamento e o solo formado é profundo; (b) em áreas declivosas, a erosão pode ser maior que a infiltração, havendo pouca água para o intemperismo e bastante remoção de solo formado, sendo os solos rasos; (c) em baixadas planas, há acúmulo de água e sedimento coluvial

[1]Engenheiro Agrônomo, Instituto EMATER, Curitiba, Rua da Bandeira, 500, matsushita@emater.pr.gov.br
[2]Engenheiro Agrônomo, Instituto EMATER, Curitiba, Rua da Bandeira, 500
[3]Engenheiro Florestal, SEAB, Curitiba, Rua dos Funcionários, 1559

(gravidade) e aluvial (trazido pelas enchentes), sendo os solos medianamente desenvolvidos".

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma microbacia hidrográfica de 3.008,70 ha, localizada no município de Tapejara, pertencente à região do Arenito Caiuá. O ponto central da microbacia tem a seguinte coordenada em *Universal Transversa de Mercator* (UTM) *Datum* SAD69 zona 22 S: 308.242 W e 7.371.712 S.

O tratamento das informações e procedimentos do MDS foi realizado com base no modelo desenvolvido por Samuel-Rosa *et al*. (2017), utilizando o programa QGIS, com *plugins*, *scripts* e ferramenta de processamento R. O trabalho de MDS na microbacia foi conduzido em três etapas.

Etapa 1: a) criação de um projeto e carregamento dos arquivos básicos em formato *raster* do SRTM (*Shuttle Radar Topographic Mission*) para o MDS (altitude, declividade, curvatura vertical e curvatura horizontal) e as camadas vetoriais (hidrografia, curvas de nível, classes de declividade, grupos de solos e perímetro da área a ser trabalhada); b) utilização do plugin GEarthView conectado ao Google Earth. Esta operação permitiu visualizar a topossequência do terreno, o que auxiliou na interpretação, análise e correlação do relevo com as classes de solos; c) inserção dos pontos de pseudo-amostras no interior do perímetro da microbacia, com uso do programa QGIS. Para tanto foram utilizados os conhecimentos de campo de quais classes de solos ocorrem na área em estudo. Na distribuição dos pontos inseridos considerou-se a proporcionalidade da área de cada classe de solo, iniciando por aquelas com maior segurança para a identificação; d) execução do *script spatial enviroment modelling* (Samuel-Rosa *et al*., 2017). Nesta operação foram utilizadas as informações *rasters* e o *shape* de pseudo-amostras, gerando um mapa preliminar de classes de solos.

Etapa 2: levantamento a campo de amostras para localizar e identificar as classes de solos presentes na microbacia e validar o mapa preliminar. O levantamento das classes de solo foi realizado no primeiro nível categórico, em ambos os lados da linha de drenagem da microbacia, em topossequências localizadas no terço superior, médio e inferior das encostas.

Etapa 3: união das informações *raster* e o *shape* dos dados das pseudo-amostras com os dados reais de campo (etapa 2) e processado novamente para gerar o mapa de classes de solos definitivo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As classes de solo identificadas no levantamento realizado nas topossequências da microbacia estudada foram: LATOSSOLO, localizado nos perfis dos divisores de águas e do terço superior da encosta; ARGISSOLO, localizado nos perfis do terço médio e início do terço inferior das encostas e GLEYSSOLO, localizado nos perfis posicionados no final do terço inferior das encostas, próximo à linha de drenagem.

O emprego do MDS possibilitou localizar as seguintes classes de solo: LATOSSOLO em 1.094,82 ha, ARGISSOLO em 1.683,12 ha e GLEYSSOLO em 230,76 ha, correspondendo respectivamente a 36,39%, 55,94% e 7,67% do total da área da microbacia (Figura 1). Observa-se que os resultados obtidos com a aplicação do MDS para classificar os solos foi coerente com os resultados obtidos no levantamento das classes de solo realizado a campo, uma vez que houve concordância entre os dois métodos quanto a localização das classes de solo na microbacia. Conforme pode ser observado na Figura 1, o MDS localizou o LATOSSOLO no divisor de água e terço superior das encostas, o ARGISSOLO no terço médio e início do terço inferior e o GLEYSSOLO no final do terço inferior, próximo à linha de drenagem. A relação do solo com o relevo pode se tornar ferramenta bastante útil no mapeamento de classes de solo, visto que há uma associação entre os atributos topográficos (inclinação da encosta, orientação e a curvatura da superfície terrestre) e as classes de solos, o que melhora a predição da ocorrência dos tipos de solos nas paisagens (Campos *et al.*, 2006).

Os resultados obtidos neste trabalho permitem inferir que os dados e o modelo utilizados no MDS para mapear as classes de solo de uma determinada área, podem ser empregados para o mapeamento de outras áreas com características geomorfológicas semelhantes.

Diante dos resultados obtidos, o Instituto EMATER produziu um protocolo com base na metodologia do MDS e estabeleceu um programa para capacitar técnicos, pesquisadores e professores que trabalham em manejo e conservação do solo e da água em microbacias hidrográficas. O estudo evidenciou que a formação de um banco de dados com pontos verdadeiros levantados a campo poderá trazer vantagens para agilizar e qualificar o MDS no estado do Paraná.

[1]Engenheiro Agrônomo, Instituto EMATER, Curitiba, Rua da Bandeira, 500, matsushita@emater.pr.gov.br
[2]Engenheiro Agrônomo, Instituto EMATER, Curitiba, Rua da Bandeira, 500
[3]Engenheiro Florestal, SEAB, Curitiba, Rua dos Funcionários, 1559

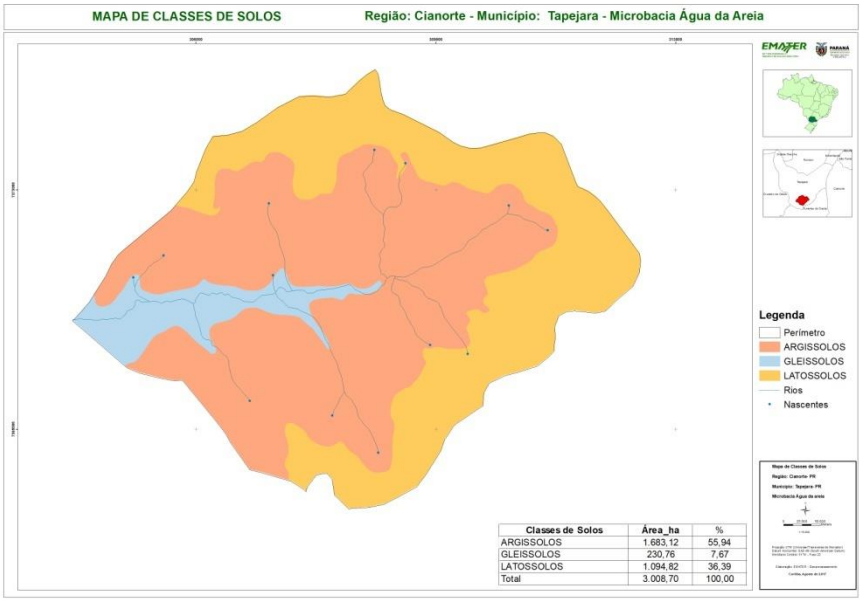


Figura 1: Mapa de solos obtido pelo MDS da Microbacia Água da Areia (2017)

CONCLUSÕES

O emprego do MDS mostrou-se adequado para a classificação de solos até o primeiro nível categórico, para a condição da microbacia estudada.

Os resultados obtidos permitiram validar um protocolo para implementar o MDS no Instituto EMATER e estabelecer um programa de capacitação de técnicos no estado do Paraná.

REFERÊNCIAS

Campos MCC, Cardozo NP, Marques Júnior J. Modelos de paisagem e sua utilização em levantamentos pedológicos. Revista de Biologia e Ciências da Terra, Campina Grande, v.6, p. 104-114, 2006.

Lepsch IF, Espindola CR, Vischi Filho OJ, Hernani LC, Siqueira DS. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo. 170p. 2015.

Reichert JM, Dalmolin R. (2011) Fatores e processos de formação do solo. Universidade Federal de Santa Maria; 02/08/2017. Disponível em: http://www.fisicadosolo.ccr.ufsm.quoos.com.br

Samuel-Rosa A, Jean Michel Moura-Bueno JM, Dalmolin RSD, Flores CA. Curso de Capacitação em Mapeamento Digital Detalhado do Solo. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

COMPORTAMENTO ESPECTRAL DA CULTURA DE MILHO SOB DIFERENTES DOSES DE ADUBAÇÃO FOSFATADA

Karym Mayara de Oliveira[1], Marcos Rafael Nanni[2], Luís Guilherme Teixeira Crusiol[2], Marlon Rodrigues[2], Renato Herrig Furlanetto[2], Glaucio Leboso Alemparte Abrantes dos Santos[2], Amanda Silveira Reis[2]

RESUMO: A partir de técnicas do sensoriamento remoto, tem-se conseguido importantes relacionamentos entre propriedades espectrais e parâmetros biofísicas de plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento espectral cultura de milho sob diferentes doses de adubação fosfatada. O delineamento experimental foi DIC, composto por 6 tratamentos (T-1: 0, T-2: 37,5, T-3: 75, T-4: 112,5, T-5: 225 e T-6: 450 kg ha^{-1} P_2O_5) e 10 repetições. Foram coletados dados hiperespectrais utilizando o espectrorradiômetro ASD Fieldspec, aos 34 e 41 DAE. Concluiu-se que na região visível do espectro eletromagnético houve tendência de maior reflectância para o T1 e menor reflectância para T4 e T5, respectivamente, refletindo em resposta positiva da planta ao aumento da dose de adubação fosfatada no decorrer dos DAE. A região do infravermelho próximo, demonstrou-se pouco sensível à caracterização de doses de adubação fosfatada.

PALAVRAS-CHAVE: sensoriamento remoto, nutrição de plantas, adubo fosfato.

INTRODUÇÃO

A utilização do sensoriamento remoto tem sido abrangida por diversas áreas, inclusive na agricultura. A partir desta tecnologia, é possível obter dados espectrais de objetos, por meio da captação e do registro da energia refletida ou emitida por sua superfície (Florenzano, 2011). Tem-se conseguido importantes relacionamentos entre propriedades espectrais e parâmetros biofísicas de plantas com a utilização desta ferramenta (Epiphanio et al., 1996), favorecendo a obtenção de atributos agronômicos através de respostas espectrais.

A utilização de técnicas de sensoriamento remoto para estimar o *status* nutricional das plantas pode contribuir para a diminuição da mão-de-obra e custo necessários para realização de amostragens de solo e plantas (OSBORNE et al., 2002).

Deste modo, o objetivo deste trabalho foi avaliar o comportamento espectral cultura de milho a partir de diferentes doses de adubação fosfatada.

[1,2]Programa de Pós-graduação em Agronomia – PGA – Universidade Estadual de Maringá – Avenida Colombo, 5790 – CEP 87020-900 Maringá-PR. karym_mayara@hotmail.com, mrnanni@uem.br, luisguilherme_crusiol@hotmail.com, marlon_ratm@hotmail.com, renatohfurlanetto@hotmail.com, glaucio@agronomo.eng.br, reisamanda89@gmail.com

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na casa de vegetação da Universidade Estadual de Maringá, localizada no município de Maringá – PR. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), composto por 6 tratamentos (T-1: 0, T-2: 37,5, T-3: 75, T-4: 112,5, T-5: 225 e T-6: 450 kg ha^{-1} P_2O_5) e 10 repetições, sendo cada parcela constituída por um vaso com capacidade de 5 litros e uma planta de milho.

O solo utilizado foi Neossolo Quartazarênico (90% areia), com baixo teor de fósforo. As doses da adubação fosfatada, correção de pH e adubação de base, foram conforme SBCS/NEPAR, 2017. A adubação foi realizada no dia da semeadura. A cultivar utilizada foi a Pioneer P3707VYH. A semeadura foi realizada no dia 7/02/2019 e a emergência ocorreu após 5 dias.

Para obtenção dos dados espectrais foi utilizado o espectrorradiômetro ASD Fieldspec 3 Jr, que opera na faixa espectral de 350 nm a 2.500 nm, com o auxílio do acessório ASD Plant Probe. A coleta de dados foi realizada aos 34 e 41 dias após emergência (DAE), avaliando-se sempre a última folha totalmente expandida de cada planta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 1 são apresentadas as curvas espectrais obtidas pelo espectrorradiometro aos 34 e 41 DAE, respectivamente.

Observando a região visível do espectro eletromagnético (400 - 700 nm), pode-se notar na figura 1 (A), comportamento espectral com valores de reflectância decrescente na ordem da menor para a maior dose dentre os tratamentos, com exceção do T4, o qual demonstrou menor valor de reflectância, provavelmente por maior concentração de clorofila na folha. Na figura 1 (B), observa-se que o T5 foi o tratamento de menor reflectância, evidenciando que a contribuição da dose relativamente maior foi benéfica para a cultura nesta etapa do ciclo, aos 41 DAE.

Segundo Gasparotto (2014), a faixa do espectro visível corresponde a resposta espectral dos pigmentos das folhas existentes nos cloroplastos, onde a clorofila é a grande responsável pela absorção da radiação eletromagnética (REM). Portanto, quanto mais clorofila, maior absorção da REM e menor reflectância nesta região.

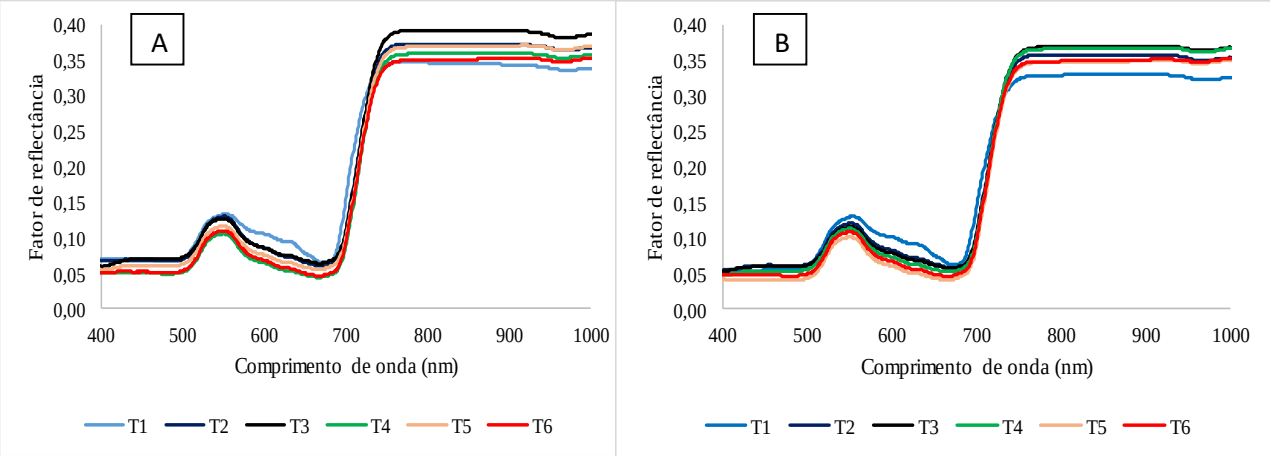


Figura 1- Curvas espectrais da cultura de milho obtida pelo espectrorradiômetro a partir de doses de adubação fosfatada, aos 34 (A) e 41 (B) DAE. T-1: 0, T-2: 37,5, T-3: 75, T-4: 112,5, T-5: 225 e T-6: 450 kg ha^{-1} P_2O_5. Maringá – PR, 2019.

Enquanto isso, o T1 demonstrou maior valor de fator de reflectância em ambas as datas de avaliações. As alterações apresentadas nas folhas de plantas com baixo suprimento de fósforo são pigmentos arroxeados e posteriormente necrose com início na ponta da folha, seguindo em direção a base (FERREIRA, 2012). A ocorrência da senescência gradual da folha (devido à ausência de adubação fosfatada) e, portanto, degradação de seus constituintes, incluindo a clorofila, resultou no aumento da reflectância deste tratamento.

Com relação ao espectro infravermelho próximo, as variações que ocorreram dentre os tratamentos provavelmente foram devido a mudanças relacionadas a configurações das estruturas foliares internas (Moreira, 2011). Ainda assim, os valores de reflectância apresentaram relevante estabilidade em relação ao comprimento de onda. É interessante observar apenas que o tratamento testemunha (T1) apresentou menor valor de reflectância em ambas as datas.

Segundo Gates et al. (1965), a reflectância na faixa do infravermelho próximo é função do formato e tamanho da célula, bem como espaço intercelular, e à medida que as folhas amadurecem, as células aumentam, aglomeram-se e reduzem o espaço intercelular e, portanto, a reflectância. Neste caso, provavelmente o pequeno porte das plantas devido à ausência de adubação fosfatada, somado a maturidade da folha, resultou em células menos espaçadas que os demais tratamentos e, portanto, menor reflectância na faixa do infravermelho próximo.

Uma das principais funções do P na planta é atuar no armazenamento e na transferência de energia química captada da luz solar na fotossíntese, assim, todos os processos metabólicos que envolvam gasto de energia, desde absorção de nutrientes até a formação de diferentes órgãos, tem participação direta ou indireta do fósforo (Bull e Cantarella, 1993).

[1,2]Programa de Pós-graduação em Agronomia – PGA – Universidade Estadual de Maringá – Avenida Colombo, 5790 – CEP 87020-900 Maringá-PR. karym_mayara@hotmail.com, mrnanni@uem.br, luisguilherme_crusiol@hotmail.com, marlon_ratm@hotmail.com, renatohfurlanetto@hotmail.com, glaucio@agronomo.eng.br, reisamanda89@gmail.com

CONCLUSÕES

O comportamento das curvas espectrais da cultura do milho na região visível do espectro eletromagnético, apresentaram tendência de maior reflectância para o tratamento testemunha (T1) e menor reflectância nos tratamentos T4 e T5, demonstrando resposta positiva da planta ao aumento da dose de adubação fosfatada no decorrer dos DAE.

Na região do infravermelho próximo, os tratamentos apresentaram poucas variações, demonstrando-se essa região do espectro eletromagnético pouco sensível à caracterização de doses de adubação fosfatada.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos a Universidade Estadual de Maringá – UEM, Programa de Pós-Graduação em Agronomia – PGA, Financiadora de Estudos e Projetos – FINEP, pela aquisição do sensor hiperespectral imageador AISAFenix (nº 01.12.0185.00 e 01.12.0469.00).

REFERÊNCIAS

Bull, L. T.; Cantarella, H. **Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade**. Piracicaba: Potafos, 1993.

Epiphanio, J. C. N.; Gleriani, J. M.; Formaggio, A. R.; Rudorff, B. F. T. **Índices de vegetação no sensoriamento remoto da cultura do feijão**. Pesquisa agrop. Bras., Brasília, 31: 445 – 454, jun. 1996.

Ferreira, M. M. M. **Sintomas de deficiência de macro e micronutrientes de plantas de milho híbrido BRS 1010[1]**. Revista AgroAmb. On-line, 6: 74-83, janeiro-abril, 2012.

Florenzano, T. G. **Iniciação em sensoriamento remoto**. 3ª Ed. Ampliada e atualizada. São Paulo: Oficina de Textos, 2011.

Gates, D.M.; Keegan, H.J.; Schleter, J.C.; Weidner, V.R. **Spectral properties of plants**. Applied Optics, 4(1): 11-20, 1965.

Moreira, M. A**. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação**. 4.ed. – Editora UFV, 2011.

Osbourne, S. L.; Schepers, J. S.; Francis, D.; Schlemmer, M. R.; **Detection of Phosphorus and Nitrogen Deficiences in Corn Using Spectral Radiance Measurements**. Agro. journal, v. 94, nov. – dec., 2002.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. **Manual de adubação e calagem para o Estado do Paraná**. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017.

QUAL A PERDA DE N POR VOLATIZAÇÃO DE AMÔNIA EM SÍTIOS DE DEPOSIÇÃO DE URINA?

Rosangela Corrêa de Lima[1], Luryan Tairini Kagimura[1], Tangriani Simioni Assmann[2], Jonatas Thiago Piva[2], Márcia Mensor[3]

RESUMO: A urina animal por conter grande quantidade de nitrogênio em sua composição, pode ser uma importante via de perdas de N por volatilização de amônia. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas por volatilização de amônia de urina bovina em integração lavoura-pecuária, em função da aplicação de N e altura de pasto. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições em esquema fatorial 2x2. Sendo o primeiro fator constituído pela aplicação de nitrogênio, o segundo pela altura do manejo do pasto e o terceiro pelos dias de coleta após a micção de urina. A avaliação de perdas de amônia foi realizada pelo método de coletores semiabertos estático, em pastagem anuais de inverno no ano de 2016 e 2017. Plantas conduzidas com maior intensidade de pastejo, devido à alta demanda em absorção de nutrientes, podem reduzir perdas de N-NH_3 pela utilização deste nutriente. A aplicação de nitrogênio na fase pastagem e a maior pressão de pastejo, em pastagem anuais de inverno em integração lavoura-pecuária, apresentam menores perdas de amônia, resultaram em menores perdas nitrogênio por volatilização de amônia, sendo que os valores máximos de perdas observados nos pontos de urina não ultrapassaram 5 kg N-NH_3 ha^{-1}.

PALAVRAS-CHAVE: integração lavoura-pecuária, adubação nitrogenada, intensidade de pastejo.

INTRODUÇÃO

A volatilização de amônia é considerada uma importante via de perdas de nitrogênio (N) nos sistemas agrícolas. Em integração lavoura-pecuária (ILP), além das perdas de N pela adição de fertilizantes nitrogenados, ocorrem perdas provindas da excreta dos animais, principalmente da urina, sendo a principal via de eliminação do excesso de nitrogênio consumido pelo animal (Lessa et al., 2014). De acordo com Hanny e Willians (1993), entre 60- 90% dos nutrientes ingeridos pelos animais, através da forragem, são devolvidos ao pasto, em forma de urina e esterco, desse total, cerca de 70% do N presente na

[1]Doutoranda do programa da Pós Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR, rosangelalima.eng@gmail.com
[2]Professora Dra. do curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR.
[3]Acadêmica do curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco – PR.

urina está na forma de ureia (Jarvis et al., 1989). Neste sentido, o N-urina em contato com o solo é rapidamente hidrolisada e dependendo das condições climáticas, das características químicas, físicas e biológicas do solo e da necessidade de absorção de N pelas plantas, este nutriente pode permanecer no sistema ciclando ou ser perdido na forma de amônia (NH_3).

Atualmente, são poucas as informações referentes a perda de N por volatilização de amônia, provindos da deposição de urina animal em sistemas integrados de produção. Para tanto, o tema deve ser melhor compreendido, já que a intensidade deste processo pode afetar a eficiência do uso do nitrogênio, pela menor ciclagem e contribuir para a contaminação ambiental. Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar as perdas por volatilização de amônia de urina bovina em integração lavoura- pecuária, em função da aplicação de N e da altura de manejo do pasto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no município de Abelardo Luz - SC, em uma área de 14 ha, nos anos agrícola 2016/2017- 2017/2018. O clima da região é classificado como Cfb, segundo classificação de Köppen. O solo da área se classifica como LATOSSOLO BRUNO distrófico típico, com textura muito argilosa e relevo suave ondulado.

A área experimental vem sendo conduzida em sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP) desde o ano de 2012. No período experimental se utilizou a pastagem de azevém anual cv. Winter Star, semeado na densidade de 25 kg ha^{-1} (inverno de 2016- FASE I), e aveia comum, semeado na densidade de 100 kg ha^{-1} (inverno de 2017-FASE II), ambas as culturas em espaçamento de 17 cm.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em esquema fatorial (2x2), com três repetições. O primeiro fator foi constituído pelo tempo de aplicação de nitrogênio (N) no sistema: N aplicado na pastagem (N-Fert. Pastagem) e sendo estas as únicas parcelas a receberem N de cobertura na dose 200 kg de N ha^{-1} (ureia 46% de N) em uma única aplicação nesta fase experimental, as quais foram comparadas com as parcelas N-Fert. Grãos, as quais não receberam adubação nitrogenada na fase de pastejo, e receberam na cultura de grãos antecessora (Milho Silagem + Feijão Safrinha = 300 kg de N ha^{-1}). O segundo fator foi constituído pelo manejo da altura do pasto, sendo denominadas Alta Altura (AA) e Baixa Altura (BA), 25 e 10 cm, respectivamente.

A avaliação de volatilização de amônia foi realizada pelo método de coletores semiabertos estáticos (Lara-Cabezas e Trevelin, 1990), sendo realizadas coletas a cada 2 dias

após a micção de urina, durante 14 dias, obtendo as perdas acumuladas de N-NH_3. A quantificação do teor de amônia foi realizada pelo método de colorimetria, descrito por Miyazawa et al. (1992). Os resultados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($P<0,05$) e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%), usando o software estatístico Statgraphics.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Fase I, houve interação entre os fatores tempo de adubação nitrogenada e altura de pasto (Figura 1A; P= 0,0470). Observa-se que as menores perdas de N-NH_3 ocorreram no tratamento N-Fert. Pastagem Baixa Altura, com média de 2619,52 g N-NH_3 ha^{-1}, da qual apresentou diferença significativa dos demais tratamentos (N-Fert. Pastagem Alta Altura; N-Fert. Grãos Baixa Altura; N-Fert. Grãos Alta Altura). Essas perdas podem ser consideradas baixas, uma vez que este tratamento recebeu 200 kg de N ha^{-1}, o que ressalta a importância da ciclagem de nutrientes no sistema.

Para a Fase II, as perdas acumuladas de amônia foram influenciadas apenas pela altura do manejo do pasto (AA-25cm e BA-10cm; P= 0,0483), sendo verificada maiores perdas nos tratamentos onde as plantas foram conduzidas em Alta Altura de pasto (1961,56 g N-NH_3 ha^{-1}), enquanto que a perda verificada no tratamento Baixa Altura de pasto, foi de 1437,22 g N-NH_3 ha^{-1} (Figura 1B).

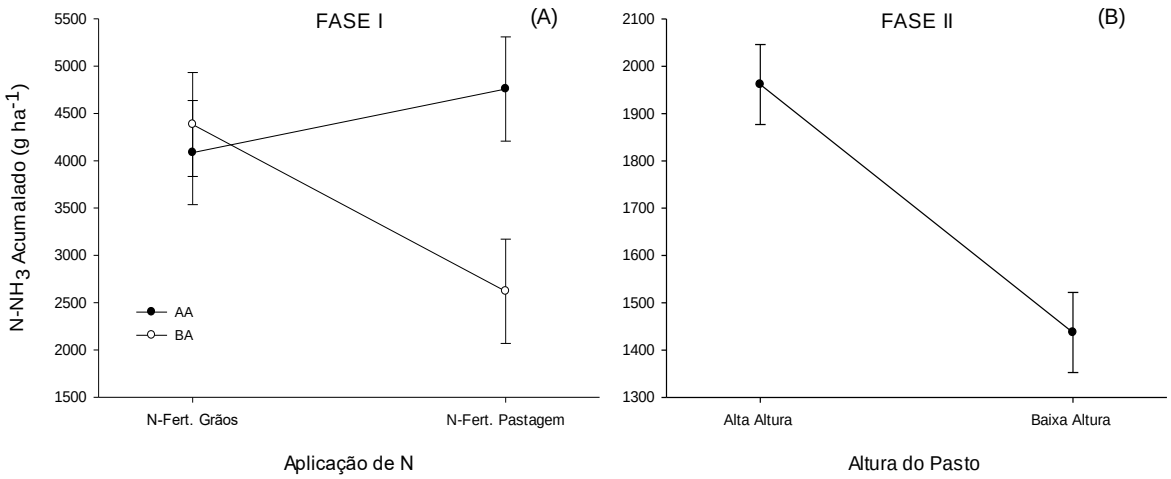


Figura 1 – Valores acumulados de volatilização de N-NH3 nos pontos de micção de urina na cultura do Azevém (Faze I) e na cultura da Aveia (Fase II), em função do tempo de adubação nitrogenada e altura de pasto. Abelardo Luz – SC. UTFPR, Pato Branco - PR, 2019. Barras verticais indicam o erro padrão da média.

[1]Doutoranda do programa da Pós Graduação em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR, rosangelalima.eng@gmail.com
[2]Professora Dra. do curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco - PR.
[3]Acadêmica do curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Via do Conhecimento, Fraron, Pato Branco – PR.

A menor perda por volatilização de amônia foi observada nas parcelas em que foi aplicado uma maior pressão de pastejo (BA). Esse resultado se deve possivelmente, à grande demanda em absorção de nutrientes pelas forrageiras anuais de inverno quando conduzidas em baixa altura (BA), uma vez que estão submetidas a constante desfolha mediante a maior pressão pastejo, o que maximiza a absorção de nutrientes visando a reposição da parte aérea.

Outro fator importante é atividade biológica, uma vez que plantas conduzidas com alta intensidade de pastejo e com adubação nitrogenada, possibilitam maior carga animal e portanto, maior ciclagem de nutrientes, o que estimula a atividade microbiológica do solo devido ao incremento de N (Orwin et al., 2010), água, enxofre e carbono lábil (Haynes e Williams, 1993). Dessa forma, os microrganismos do solo podem atuar no sentido de reduzir as perdas de N, pois utilizam o N na forma de amônio para crescimento microbiano reduzindo a disponibilidade deste nutriente no ambiente, e consequentemente as perdas.

CONCLUSÕES

A aplicação de nitrogênio na fase pastagem e a maior pressão de pastejo, em pastagem anuais de inverno em integração lavoura-pecuária, resultaram em menores perdas nitrogênio por volatilização de amônia, sendo que os valores máximos de perdas observados nos pontos de urina não ultrapassaram 5 kg $N\text{-}NH_3\ ha^{-1}$.

REFERÊNCIAS

Lara-Cabezas, WAR, Trivelin PCO. Eficiência de um coletor semi-aberto estático na quantificação de N-NH3 volatilizado da ureia aplicada ao solo. Rev Bras Cienc Solo.1990; 14:345-352.

Haynes RJ, Williams PH. Nutrient cycling and soil fertility in the grazed pasture ecosystem. Adv Agron. 1993; 49: 119–199. https://doi.org/10.1016/S0065-2113(08)60794-4

Jarvis SC, Hatch DJ, Roberts S. The effects of grassland management in nitrogen losses from grazed sward through ammonia volatilization; the relationship to excretal N returns from cattle. J Agric Sci Camb. 1989; 112:205-216. https://doi.org/10.1017/S0021859600085117

Lessa ACR, Madari BE, Paredes DS, Boddey RM, Urquiaga S, Jantalia CP, Alves BJR. Bovine urine and dung deposited on Brazilian savannah pastures contribute differently to direct and indirect soil nitrous oxide emissions. Agric Ecosyst Environ. 2014; 190: 104-111. https://doi.org/10.1016/j.agee.2014.01.010

Miyazawa M, Pavan MA, Bloch MF. Análise química de tecido vegetal. Circular 74. Londrina: IAPAR, 1992.

Orwin KH, Bertram JE, Clough, TJ, Condron LM, Sherlock RR, O' Callaghan M, Ray J, Baird DB. Impact of bovine urine deposition on soil microbial activity, biomass and community structure. Appl Soil Ecol. 2010; 44:89-100. https://doi.org/10.1016/j.apsoil.2009.10.004

ATRIBUTOS FÍSICOS DE UM LATOSSOLO SOB DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS

Wesley Machado[1], Thadeu Rodrigues de Melo[2], Alex Figueiredo[2], João Tavares Filho[3].

RESUMO: O objetivo do presente trabalho foi avaliar o estado físico de um Latossolo em diferentes sistemas de manejo, além de vegetação nativa, a fim de inferir sobre o impacto desses sistemas na qualidade física do solo para o desenvolvimento vegetal. Foram avaliados marco, microporos, densidade e resistência do solo a penetração de raízes em mata, plantio convencional, plantio direto e cultivo perene. Pode-se observar interações entre macro, micro e densidade do solo, verificando a sensibilidade destes atributos ao manejo aplicado. Mesmo com impedimento ao desenvolvimento das raízes observou profundidade efetiva.

PALAVRAS-CHAVE: Macro e micro poros; densidade; resistência

INTRODUÇÃO

A remoção de vegetação nativa para uso na agricultura causa mudanças no solo (Freitas et al., 2012), alterando sua capacidade em desempenhar suas funções. Degradação nos atributos físicos são frequentemente observados nessa transição (Marchão et al., 2007; Guiamarães et al., 2013), apesar de não ser regra (Mota et al., 2013). Indicadores físicos como a macroporosidade, densidade e resistência mecânica à penetração são utilizados para avaliar o estado físico do solo. É comum a adoção de valores críticos para esses parâmetros, a partir dos quais há restrição à produção vegetal.

A comparação dos sistemas de manejo do solo com vegetações nativas permite o estabelecimento de valores ideais para vários parâmetros, nos quais almeja-se chegar em sistemas agrícolas (Kozen et al., 2018).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o estado físico de um Latossolo em diferentes sistemas de manejo, além de vegetação nativa, a fim de inferir sobre o impacto desses sistemas na qualidade física do solo para o desenvolvimento vegetal.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras dos quatro sistemas de manejo foram coletadas no município de Londrina – Paraná (17′ 34″ Sul, 51° 10′ 24″ Oeste). O solo dos sistemas avaliados foi classificado como Latossolo (EMBRAPA, 2006).

[1]Pós-doutorando, UEL, Rod. Celso Garcia Cid, w.machado@agronomo.eng.br.
[2]Doutorando, UEL, Rod. Celso Garcia Cid.
[3]Professor, UEL. Rod. Celso Garcia Cid.

Os sistemas de manejo avaliados foram: mata nativa (MATA), plantio convencional (PC), plantio direto (PD) e uma área com cultivo perene (CP) de citros. Todos os sistemas se localizavam na mesma propriedade. A maior distância entre os sistemas de manejo é de 1 Km, entre o PC e o PD.

Foram coletadas amostras indeformadas em anéis volumétricos metálicos nas profundidades de 0,00 – 0,10; 0,10 – 0,30; 0,30 – 0,50. Com os anéis foi avaliado a macro e microporosidade pela mesa de tensão (EMBRAPA, 1997) e a densidade do solo. Cinco pontos foram coletados para cada sistema de manejo, em cada profundidade. Efetuou-se a avaliação da resistência do solo à penetração de raízes (RP) por meio de penetrômetro de impacto até a profundidade de 0,50 m em 25 pontos em cada sistema de manejo.

O teste de comparação de médias foi feito pelo teste de Tukey. Para a análise de variância, considerou-se o sistema de manejo e a profundidade como fatores, resultando em um experimento fatorial 4x3. Considerou-se também que os sistemas de manejo estavam dispostos em delineamento inteiramente ao acaso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observa-se alterações na microporosidade principalmente onde houve valores elevados de macroporosidade. Esse comportamento sugere relação entre as duas variáveis e sua relação, independente das particularidades que cada sistema de manejo causa ao solo, é mostrada na Figura 1

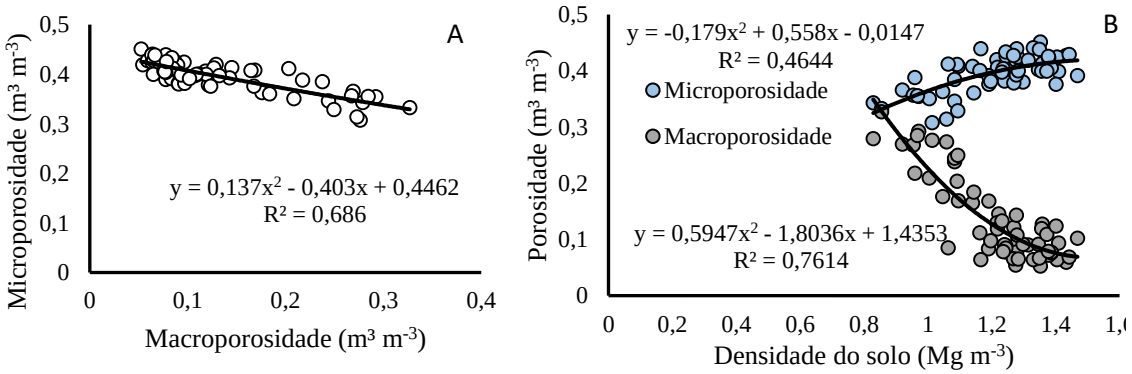


Figura 1 – (A) Relação entre macro e mircroporosidade em diferentes profundidades e sistemas agrícolas. (B) Regressão e relação entre porosidade e densidade do solo em função da macro e micropoosidade

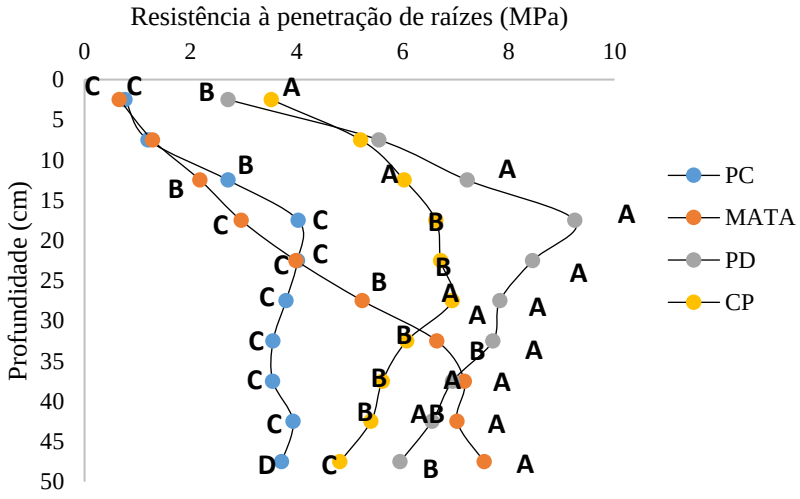


Figura 2– Resistência à penetração em MPa nos sistemas de manejo avaliados

Médias seguidas de mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade. As letras comparam os diferentes sistemas de manejo na mesma profundidade.

Observa-se que o PD apresentou maior resistência mecânica ao crescimento de raízes em todas as profundidades, com exceção da camada de 0,45 – 0,50 m, onde a MATA possui maiores valores. Possivelmente o aumento da RP em profundidade na MATA ocorreu devido à presença de raízes espessas oriundas da vegetação de grande porte presente, uma vez que as menores densidades na profundidade de 0,30 – 0,50 m foram encontrados nesse sistema (Figura 2).

Considera-se que quando a macroporosidade está abaixo de 0,10 m^3 m^{-3} ocorre limitação à oxigenação das raízes, restringindo seu crescimento (Pinto et al., 2018). Em razão da baixa macroporosidade e elevada resistência mecânica à penetração das raízes optou-se por abrir uma trincheira no PD para a verificação visual das raízes do trigo (figura 3)

Figura 3 – Agregado retirado entre 0,40 – 0,60 m de profundidade demonstrando a diminuição da porosidade e aumento da densidade..

[1]Pós-doutorando, UEL, Rod. Celso Garcia Cid, w.machado@agronomo.eng.br.
[2]Doutorando, UEL, Rod. Celso Garcia Cid.
[3]Professor, UEL. Rod. Celso Garcia Cid.

CONCLUSÕES

O sistema de manejo do solo interfere principalmente na macroporosidade, densidade e resistência mecânica à penetração de raízes.

A abertura de trincheira e observação do desenvolvimento das raízes se mostrou importante para a interpretação dos resultados de porosidade, densidade e resistência à penetração encontrados.

AGRADECIMENTOS

Ao Laboratório de Solos da UEL.

REFERÊNCIAS

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA — EMBRAPA. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro, Ministério da Agricultura e do Abastecimento, 1997.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos; Brasília, Sistema de Produção de Informação, 2006.

FREITAS DAF, SILVA MLN, CARDOSO EL, CURI N. Índices de qualidade do solo sob diferentes sistemas de uso e manejo florestal e cerrado nativo adjacente. Revista Ciência Agronômica, 2012. 43(3):417-428,

GUIMARÃES RML, TORMENA CA, BLAINSKI E, FIDALSKI J. Intervalo hídrico ótimo para avaliação da degradação física do solo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 37:1512-1521. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000600008.

KONZEN A, BORTOLI J, GOMES P, SORDI A, CERICATO A. Propriedades físicas do solo em diferentes sistemas de uso e manejo. Unoesc & Ciência - ACET, 2018. 9:183-190.

MARCHÃO RL, BALBINO LC, SILVA EM, SANTOS JÚNIOR JDG, SÁ MAC, VILELA L, BECQUER T. Qualidade física de um Latossolo Vermelho sob sistemas de integração lavoura-pecuária no Cerrado. Pesquisa Agropecuária Brasileira, 2007. 42(6):873-882. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2007000600015

MOTA JCA, FREIRE AG, ASSIS JÚNIOR RN. Qualidade física de um Cambissolo sob sistemas de manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, 2013. 37:1196-1206. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000500009.

PINTO LC, CHAGAS WFT, AMARAL FHC. Qualidade física de um Latossolo Vermelho distroférrico sob diferentes usos. Revista Agrogeoambiental. 2018. 10(3): sem paginação. http://dx.doi.org/10.18406/2316-1817v10n320181103.

CAPACIDADE DE USO DAS TERRAS COMO FERRAMENTA AO PLANEJAMENTO AGRÍCOLA CONSERVACIONISTA DE SOLO

Heverton Fernando Melo[1], Fabrício Tondello Barbosa[2], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Santos Henrique Brant Dias[1], Lucia Helena Wiecheteck[1], Ariane Lentice de Paula[1], Regiane Kazmierczak[1], André Luiz de Oliveira de Francisco[1]

RESUMO: A capacidade de uso das terras é uma classificação técnica que indica as potencialidades e limitações de uso, dividindo as terras em próprias ou impróprias para o cultivo, considerando fatores limitantes que levam à degradação do solo, especialmente por erosão. O objetivo do trabalho foi aplicar a metodologia da capacidade de uso das terras para uma área agrícola, confrontar com o uso atual e discutir as implicações causadas pelo conflito de uso. Através de malha amostral georreferenciada, foi realizado levantamento do meio físico dos principais fatores limitantes ao uso agrícola, que originou banco de dados para classificação no sistema de capacidade de uso e geração de imagens caracterizadas em glebas. O levantamento identificou que 88,84% da área pode ser utilizada para agricultura, o que compreende o grupo de terras próprias para lavoura (Grupo A: classes I-IV), 9,79% da área compreende o grupo impróprio para lavoura, mas apropriado para pastoreio e reflorestamento (Grupo B: classe V-VII) e 1,37% da área compreende o grupo apropriado para proteção da flora, fauna e armazenamento de água (Grupo C: classe VIII). A principal limitação encontrada para definição das classes foi a erosão, presente em toda a área.

PALAVRAS-CHAVE: levantamento do meio físico, aptidão agrícola, erosão do solo.

INTRODUÇÃO

A capacidade de uso das terras é uma classificação técnica que tem por finalidade o planejamento racional do uso do solo, sem que ocorra riscos de degradação especialmente por erosão (Lepsch et al., 2015). A metodologia considera que a degradação surge de atividades que estejam em desacordo com as potencialidades de uso da terra (Flauzino et al., 2016).

Atualmente, a gestão do uso do solo em base conservacionista é um desafio, visto que existe limitado número de áreas agrícolas que dispõem de informações sobre sua capacidade de exploração agrícola e restrições de uso. Logo, o uso adequado dos recursos naturais, alinhado a crescente necessidade de ajuste no processo produtivo, torna-se o ponto chave na acepção da intensificação sustentável das áreas agrícolas com manutenção da qualidade do solo (Lepsch et al, 2015; Vezzani e Mielniczuk 2009).

O trabalho teve por objetivo aplicar a metodologia da capacidade de uso das terras em uma área agrícola, confrontar com o seu uso atual e discutir as implicações do conflito de uso.

[1]Discentes do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: hevertonfernando@gmail.com.
[2]Docentes do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O levantamento ocorreu em área de produção comercial situada no munícipio de Ponta Grossa/PR (Figura 1). O clima da região é Cfb, de acordo com a classificação de Köppen (Alvares et al., 2013).

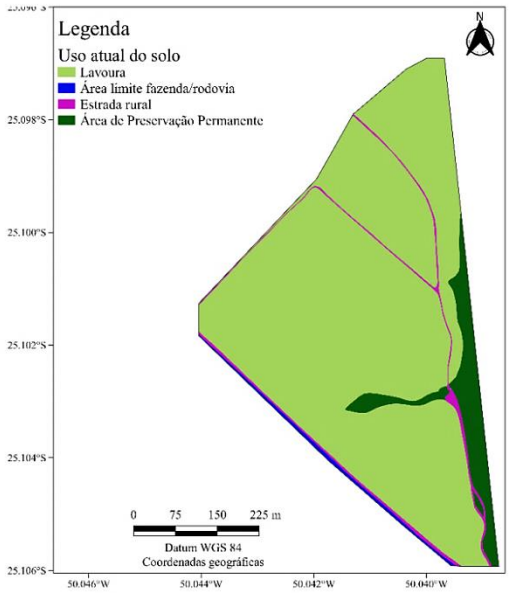


Figura 1– Área de estudo com suas coordenadas e caracterização do uso atual do solo

Para realização do estudo a área foi dividida em malha regular com espaçamento de 45 x 45 m, totalizando 138 pontos de coleta. Em cada local foram levantados os dados de profundidade efetiva do solo, textura, permeabilidade do perfil, declividade, grau atual de erosão, pedregosidade e risco de inundação (Lepsch et al., 2015). A textura foi determinada em laboratório pelo método do hidrômetro, a declividade obtida com uso de clinômetro e a profundidade efetiva com auxílio de trado holandês até 1,20 m. Os dados do meio físico foram transcritos para o sistema de capacidade de uso das terras através da identificação dos fatores limitantes, com auxílio de tabela de interpretação (quadro guia) constante em Rampim et al. (2012). Em cada ponto a classe de capacidade de uso foi considerada como sendo a de maior valor, correspondente ao principal fator limitante. As classes obtidas em cada ponto foram contrastadas entre pontos, formando glebas homogêneas de mesma classe, através de polígonos de Theissen no software Qgis (Qgis Development Team, 2019). Na sequência, as glebas foram comparadas considerando o uso atual, o uso recomendado conforme a classe e a legislação ambiental vigente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Da área total de 29,49 ha, o uso atual está dividido em 26,05 ha ocupados por lavoura, cultivada no verão com soja e milho e, no inverno, com trigo e aveia, com uso de práticas simples de conservação (plantio direto, rotação de culturas em faixas contrárias ao sentido do declive principal, porém, sem seguir as curvas de nível do terreno), 2,21 ha de área de preservação permanente (APP), que compreende a nascente do rio (primeira ordem), e o rio principal (segunda ordem), 0,94 ha de

estrada rural e uma pequena área de 0,29 ha mantida com campo natural, sendo o limite entre a propriedade e a rodovia (Figura 1).

Foi possível dividir a área em glebas nas classes de capacidade de uso variando de I a VIII (Fig. 2a), as quais indicam o grau de limitação de uso, onde, I é o menos limitante, sendo apta para culturas anuais sem necessidade de práticas especiais de conservação, e VIII é o mais limitante, sendo recomendada apenas para preservação (Lepsch et al., 2015). Na figura 2b, as classes de capacidade de uso foram seguidas pelo fator limitante dentro de cada gleba, onde o mais limitante foi a presença de erosão (e), seguida por limitações que dizem respeito ao solo (s), e limitações por excesso de água (a).

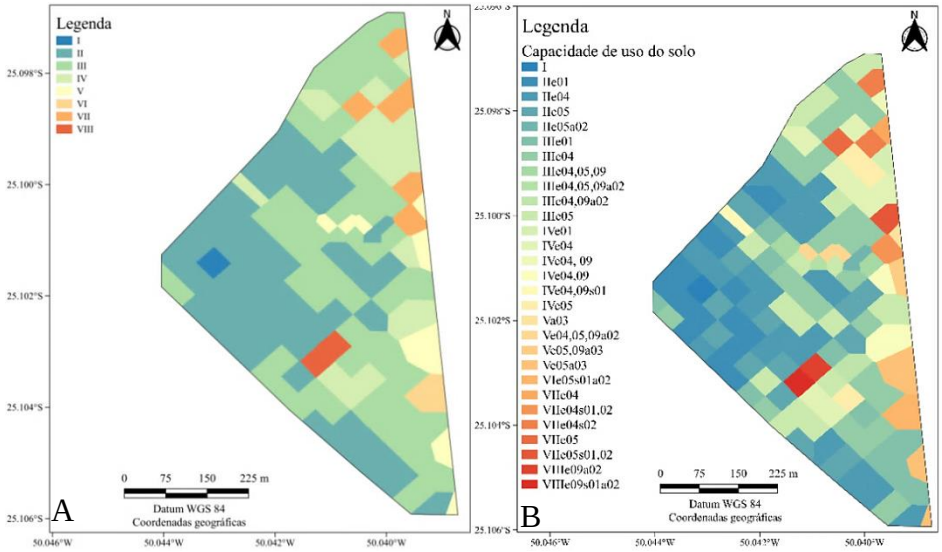


Figura 2– Mapas de capacidade de uso das terras, conforme codificação apresentada em Lepsch et al. (2015). A) Classes de uso do solo: I-IV grupo de terras próprias para lavoura; V-VII: grupo de classes com terras improprias para lavoura, mas apropriado pastoreio e reflorestamento; VIII grupo que apresenta maior limitação, apropriado a APP. B) Classes seguidas dos fatores limitantes e (erosão), s (solo), a (água).

A área agricultável apresenta associação de Cambissolos e Latossolos de textura média, com ausência de pedregosidade e sem risco de inundação, enquanto as áreas de APP predominam Gleissolos e Organossolos de textura média e arenosa, afloramento de rochas, depósitos sedimentares provenientes das áreas cultivadas e declividade acentuada. A maior fragilidade das glebas encontra-se no fator erosão que atua tanto isoladamente quanto associado ao grau de declive, com presença de processos erosivos laminar e em sulcos, de ocorrência ligeira a muito frequente.

Da área de 29,49 ha, 88,84% pode ser utilizada para agricultura, mas apenas 0,69% (classe I) sem a necessidade de práticas especiais de conservação; 37,85% (classe II) com práticas simples de conservação; 38,55% (classe III) com práticas intensivas de conservação e 11,75% (classe IV) com uso limitado e práticas intensivas de conservação, compreendendo o grupo de terras próprias para lavoura anuais ou perenes. Já 9,79% da área compreende o grupo impróprio para lavoura, mas apropriado para pastoreio e reflorestamento, sendo, 4,28% (classe V), sem restrições ou práticas especiais de conservação, 1,40% (classe VI) com restrições moderadas de conservação, e 4,11%

(classe VII) com severas restrições de uso. A classe VIII (1,37% da área) compreende o grupo apropriado para proteção da flora, da fauna, e armazenamento de água.

As glebas de classes I e II podem permanecer sob cultivo anual com manutenção da rotação de culturas e do plantio direto, podendo-se ajustar o cultivo em faixas seguindo as curvas de nível do terreno. As glebas de classe III podem ser mantidas com culturas anuais, porém exigem adoção de práticas mais complexas de conservação, visto que apresentam problemas de erosão laminar moderada a severa. As glebas de classe IV apresentam riscos ou limitações permanentes muito severas, sendo mais adequadas para culturas anuais ocasionalmente, sistemas integrados de produção ou cultivos perenes, pastagens ou florestamento. As classes V e VI deveriam ser convertidas para pastagens e florestamento. As áreas sob as classes VII e VIII estão em conformidade com o recomendado e devem ser mantidas para proteção ambiental e para fins de armazenamento de água, devido à alta susceptibilidade a degradação, caracterizadas pela presença de Organossolos e Gleissolos. Além disso, nessas áreas se encontra a nascente do rio de primeira ordem, bem como o rio principal (segunda ordem), as quais devem ser mantidas com mata ciliar, com base na LEI Nº 12.651 (BRASIL, 2012).

CONCLUSÕES

Através da metodologia da capacidade de uso das terras, identificou-se oito classes de capacidade de uso presente na área estudada, desde glebas aptas para cultivo mais intensivo (classe I) até glebas com restrição ao uso agrícola, pastagens ou silvicultura (classe VIII). Logo, da área total de 29,49 ha, 88,84% da área pode ser utilizada para agricultura, o que corresponde há 26,05 ha; 9,79% apropriado para pastoreio e reflorestamento (2,88 ha), e 1,37% apropriado para proteção ambiental e armazenamento de água (classe VIII), correspondendo há 0,4 ha. A área agricultável deve receber cuidados mais intensivos para minimizar os processos erosivos (sendo a maior limitação da área), com adoção de técnicas para controlar a erosão acelerada.

REFERÊNCIAS

Alvares, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**. 2013; 22: 711–728.

Brasil. Lei n° 12.727, de 17 de outubro de 2012. **Altera a Lei** nº 12.651, de 25 de maio de 2012, que dispõe sobre a proteção da vegetação nativa.

Flauzino B. K, Melloni EGP, Pons NAD, Lima O. Mapeamento da capacidade de uso da terra como contribuição ao planejamento de uso do solo em sub-bacia hidrográfica piloto no sul de Minas Gerais. **Geo**c. 2016; 35: 277–87.

Lepsch I. F, Espindola CR, Vischi Filho OJ, Hernani LC, Siqueira DS. Manual para levantamento utilitário e classificação de terras no sistema de capacidade de uso. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**; 2015.

Qgis Development Team. **QGIS Geographic Information System**. Inglaterra: Open Source Geospatial Foundation, 2019.

Vezzani F. M, Mielniczuk J. Uma visão sobre qualidade do solo. **Rev. Bras. Ciênc. Solo**. 2009; 33(4): 743–55.

ÍNDICE SPAD DO MILHO EM FUNÇÃO DE PLANTAS DE COBERTURA E DOSES DE NITROGÊNIO

Cidimar Cassol[1], Paulo Cesar Conceição[2], Dieyson Fernando Peruzzolo [3]
Maira Karini Haskel[4]

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de plantas de cobertura hibernais e adubação nitrogenada no milho sobre o índice SPAD, bem como a correlação com a produtividade de grãos. O experimento foi realizado em delineamento de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições durante a safra agrícola 17/18. Nas parcelas principais, antecedendo a cultura do milho, foram avaliadas oito culturas de plantas de cobertura do solo: aveia preta, ervilhaca comum, nabo forrageiro, tremoço branco, centeio, azevém comum e consórcios com aveia+ervilhaca e aveia+ervilhaca+nabo. Nas subparcelas foram avaliados os efeitos de três níveis de nitrogênio (0, 90, e 180 kg de N ha^{-1}) aplicados em cobertura na fase V4 da cultura do milho. O índice SPAD foi avaliado com clorofiLOG Falker em 10 plantas em cada subparcela. Ervilhaca, tremoço e o consórcio aveia+ervilhaca+nabo proporcionaram ao milho os maiores valores de índice SPAD na fase V4-V5, anterior a aplicação de N mineral, assim como propiciaram ao milho, na ausência de N-mineral, valores de índice SPAD equivalentes ao observado nas doses de 90 e 180 kg ha^{-1} na avaliação da folha bandeira. Houve correlação positiva do índice SPAD com a produtividade nas fases V7-V8 (0,71) e V11-V12 (0,78).

PALAVRAS-CHAVE: *Zea mays*, clorofilômetro, culturas de cobertura.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é um dos principias cereais cultivados no mundo, e tem sua importância caracterizada pela diversidade de formas de sua utilização, que vai desde a alimentação animal, humana até indústrias de alta tecnologia (SEAB/DERAL, 2018). E devido a sua importância econômica e social, há emprego e pesquisa, de praticas que visam a sustentabilidade do solo, dentre elas a utilização de plantas de cobertura em rotação ou sucessão com essa cultura.

Nos sistemas de produção de grãos a utilização de plantas de cobertura é uma das principais estratégias de melhoria da qualidade do solo (AMADO et al., 2014), as quais promovem efeitos distintos sobre a disponibilidade de N no solo, durante o desenvolvimento

[1]Doutorando, UTFPR-DV, Estr. p/ Boa Esperança, km 04, Dois Vizinhos - PR. cidiutfpr@hotmail.com.
[2]Professor, UTFPR-DV, Estr. p/ Boa Esperança, km 04 - Zona Rural, Dois Vizinhos - PR.

da cultura do milho, onde espécies com baixa relação C/N (<20) promovem rápida liberação de N, já espécies com alta relação C/N (>30) promovem imobilização temporária de N pelos microrganismos do solo (ALVARENGA et al., 2010).

Dessa forma a determinação indireta do nitrogênio foliar através do índice SPAD se mostra bastante eficiente para predizer o estado nutricional da cultura e, ao mesmo tempo caracterizar os sistemas de cobertura que o antecedem quanto à disponibilidade de N, em função de esse índice correlacionar-se com a concentração de nitrogênio na planta e, também com a produtividade de grãos das culturas (ZUFFO, 2011).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de plantas de cobertura hibernais e adubação nitrogenada no milho sobre o índice SPAD, bem como a correlação com produtividade de grãos.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado nos anos agrícolas de 17/18 na estação experimental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos. O clima da região é Cfa (subtropical úmido) sem estação seca definida com temperatura média do mês mais quente de 22°C (ALVARES et al., 2013). O solo do local é classificado como Latossolo Vermelho (CABREIRA, 2015).

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso em parcelas subdivididas com três repetições. Nas parcelas principais de (5 x 15m), foram testados oito sistemas de plantas de cobertura de inverno antecedendo a cultura do milho: aveia preta (A) (*Avena strigosa*) 90 kg ha^{-1}, ervilhaca comum (E) (*Vicia sativa*) 40 kg ha^{-1}, nabo forrageiro (N) (*Raphanus sativus*), 15 kg ha^{-1}, tremoço branco (TÇ) (*Lupinus albus*) 100 kg ha^{-1}, centeio (CE) (*Secale cereale*) 50 kg ha^{-1}, azevém Comum (AZ) (*Lolium multiflorum*) 50 kg ha^{-1}, aveia + ervilhaca (A+E) 60 + 40 kg ha-¹, aveia + ervilhaca + nabo (A+E+N) 60 + 30 + 10 kg ha^{-1}. A densidade de semeadura refere-se à quantidade de sementes viáveis. Nas subparcelas (5 x 5m), foram aplicadas três doses de nitrogênio (0, 90 e 180 kg ha^{-1}), em cobertura na cultura do milho (V4), na forma de ureia.

A semeadura das plantas de cobertura foi realizada de forma mecanizada na primeira quinzena de maio, com espaçamento de 0,17 m entre linhas. A semeadura do milho (AG8780 VTPRO3) sobre os resíduos das plantas de cobertura foi realizada com espaçamento de 0,45 m entre linhas, 30 dias após o manejo químico dos sistemas de cobertura. A adubação nitrogenada foi realizada manualmente em cobertura em dose única, direcionadas próximo nas entre linhas de semeadura do milho aos 32 dias após a semedura (DAS).

O índice SPAD foi avaliado com clorofiLOG Falker. Para esta avaliação foi amostrada a última folha completamente expandida nas fases V4-V5, V7-V8, V11-12 e folha bandeira. A avaliação de produtividade de grãos foi realizada manualmente, em uma área total de 2,7 m^2 dentro de cada subparcela, extrapolada para Mg ha^{-1} e corrigida a 13% de umidade.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de scoott knott ($p \leq 0,05$), pelo programa computacional GENES (CRUZ, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos com ervilhaca, tremoço e consorcio aveia+ervilhaca+nabo, anterior a aplicação de adubação nitrogenada proporcionaram ao milho maior valor de índice SPAD, refletindo na avaliação da folha bandeira, que no desdobramento da interação entre plantas de cobertura e as doses de adubação nitrogenada, promoveram a cultura do milho na ausência de N-mineral valores equivalentes ao observado nas doses de 90 e 180 kg ha^{-1} de N mineral (Tabela 1).

Tabela 1. Índice SPAD da cultura do milho sobre plantas de cobertura do solo e doses de N e correlação (R^2) com a produtividade de grãos, safra 17/18. Dois Vizinhos, PR.

N (kg ha^{-1})	A	A+E	A+E+N	AZ	CE	E	N	TÇ	Média	cv%	R^2
Leitura V4-V5											
0	^{ns}50	53	54	56	51	58	54	56	^{ns}54		
90	48	53	55	52	52	56	53	55	53	5,9	0,18^{ns}
180	49	51	54	52	52	55	51	54	52		
Média	*48 c	52 b	54 a	53 b	52 b	56 a	52 b	55 a		4,8	
Leitura V7-V8											
0	56	60	63	58	59	63	62	60	**60 B		
90	65	68	68	69	63	65	65	65	66 A	5,3	0,71**
180	61	68	67	68	69	65	65	64	66 A		
Média	^{ns}61	65	66	65	63	64	64	63		4,6	
Leitura V11-V12											
0	^{ns}61	65	67	65	65	66	67	66	**65 B		
90	66	69	68	64	66	65	64	62	65 B	4,1	0,78**
180	68	70	72	71	68	70	68	70	69 A		
Média	^{ns}65	68	69	67	66	67	66	66		3,3	
Leitura folha bandeira											
0	*65 bB	73 bB	75 aA	66 bB	61 bB	72 aA	70 aB	75 aA	**70 C		
90	77 aA	76 aA	77 aA	75 aA	77 aA	74 aA	78 aA	76 aA	76 B	4,8	0,45*
180	81 aA	80 aA	79 aA	80 aA	75 aA	77 aA	79 aA	80 aA	79 A		
Média	**74 b	76 a	77 a	74 b	71 b	74 b	76 a	77 a		3,13	

Médias seguidas pela mesma letra maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste SkoottKnott ($p \leq 0,05$). ns: não significativo. *; ** significativo a $p \leq 0,05$ e $p \leq 0,01$ respectivamente. A= Aveia; E= Ervilhaca; N= Nabo; A+E=consórcio entre Aveia+Ervilhaca; A+E+N=consórcio entre Aveia+Ervilhaca+Nabo; AZ= Azevém; CE: Centeio e TÇ= Tremoço Branco.

[1]Doutorando, UTFPR-DV, Estr. p/ Boa Esperança, km 04, Dois Vizinhos - PR. cidiutfpr@hotmail.com.
[2]Professor, UTFPR-DV, Estr. p/ Boa Esperança, km 04 - Zona Rural, Dois Vizinhos - PR.

De acordo com Acosta (2009) a elevada disponibilidade de N nas fases iniciais de desenvolvimento do milho, pode estimular precocemente importantes respostas fisiológicas, que promovem maior absorção de N nas fases seguintes e, refletindo em maior produtividade.

As maiores correlações do índice SPAD com a produtividade de grãos foi verificada nas fases V7-V8 e V11-V12 com valores variando de 0,71 a 0,78 respectivamente. Essas fases são caracterizadas pela intensa absorção de N, com rápido crescimento, onde 70 a 80% de toda a matéria seca e acumulada (CRUZ et al., 2008).

CONCLUSÕES

Ervilhaca, tremoço e o consórcio aveia+ervilhaca+nabo proporcionaram ao milho os maiores valores de índice SPAD na fase V4-V5, anterior a aplicação de N mineral, assim como propiciaram ao milho, na ausência de N-mineral, valores de índice SPAD equivalentes ao observado nas doses de 90 e 180 kg ha^{-1} na avaliação da folha bandeira. Houve correlação positiva do índice SPAD com a produtividade nas fases V7-V8 (0,71) e V11-V12 (0,78).

REFERÊNCIAS

Acosta, J. A. A. Dinâmica do nitrogênio sob sistema plantio direto e parâmetros para o manejo da adubação nitrogenada no milho. Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS. Brasil. 200pp. 2009.

Alvarenga, R. C. et al. Cultivo do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010.

Alvares, Clayton Alcarde et al. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. DOI 10.1127/0941-2948/2013/0507.

Amado, T, J, C., Fiorin, J, E., Arns, U., Nicoloso, R, S., Ferreira, A, O. Adubação verde na produção de grãos e no sistema plantio direto. In: Lima Filho, O.F. de; Ambrosano, E.J.; Rossi, F.; Carlos, J.A.D. (Ed.). Adubação verde e plantas de cobertura no Brasil: fundamentos e prática. Brasília: Embrapa, 2014. v.1, p.81-125.

Cabreira, M.A.F. Mapeamento das Classes de Solos da UTFPR, Campus Dois Vizinhos. TCC (Trabalho de conclusão de curso em Engenharia Florestal) Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Florestal) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2015.

Cruz, C.D. Genes Software – extended and integrated with the R, Matlab and Selegen. Acta Scientiarum. v.38, n.4, p.547-552, 2016.

Cruz, Simério CS et al. Parcelamento da adubação nitrogenada na cultura do milho irrigado em sistema plantio direto. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 12, n. 4, p. 370-376, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662008000400006.

Secretaria da Agricultura e do Abastecimento - SEAB/DERAL. /Departamento de Economia Rural. Milho, análise de conjectura. Disponível em: http://www.agricultura.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=240. (Acessado em: 23 março. 19), 2018.

Zuffo, A. M et al. Eficiência na determinação indireta do nitrogênio foliar a partir do índice spad. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15; p. 802.

INFLUÊNCIA DA SAZONALIDADE NA RESPIRAÇÃO BASAL MICROBIANA EM DIFERENTES USOS DO SOLO NO SUDOESTE DO PARANÁ

Jéssica Maiara Viceli[1], Davi Zacarias de Souza[2], Aloma Hancke[3], Raoana Ribeiro[4]

RESUMO: A avaliação da qualidade do solo vem aumentando por ser um indicador da qualidade do ambiente e de sua sustentabilidade. A biomassa microbiana é um destes indicadores por ser sensível a alterações do uso do solo, temperatura e umidade, podendo ser medida por meio da respiração basal do solo (RBS), sendo a soma de todas as atividades metabólicas dos microrganismos. O objetivo do trabalho foi determinar a influência da sazonalidade na respiração basal microbiana do solo, em três diferentes usos do solo, sendo em área de bovinocultura, de lavoura de milho e de mata nativa como referência. As amostras de solo foram incubadas e tituladas para a determinação da RBS. O maior valor médio encontrado de RBS foi na área de bovinocultura com 1,092 mgC-CO_2.kg^{-1}, seguidos da lavoura de milho 0,812 mgC-CO_2.kg^{-1} e da mata nativa 0,890 mgC-CO_2.kg^{-1}, todas no verão.

PALAVRAS-CHAVE: qualidade do solo, indicadores biológicos, estações do ano.

INTRODUÇÃO

A formação dos solos não acontece de forma homogênea ao longo do tempo e seu processo pode acontecer de centenas a milhares de anos, e uma das maiores preocupações atuais é o uso sustentável dos recursos naturais, que são especialmente o solo e a água.

Segundo Costa et al (2006) a avaliação da qualidade do solo é um indicador da qualidade do ambiente e de sua sustentabilidade, podendo ser caracterizado pelas propriedades químicas, físicas e biológicas. As propriedades biológicas estão relacionadas à biomassa microbiana (BMS), sendo um compartimento da matéria orgânica influenciada por fatores bióticos e abióticos, e pelos resíduos vegetais (Souza et al, 2010).

A biomassa microbiana é formada por bactérias, fungos, actinomicetos, protozoários e algas, contudo sofre influência das variações sazonais, como a umidade, a temperatura, manejo do solo, cultivo implantado na área e pelos resíduos vegetais (Perez et al, 2004).

A determinação da atividade biológica pode ser feita pela taxa da respiração basal do solo (RBS) que é a somatória de todas as atividades metabólicas em que se forma o CO_2

[1]Mestranda, UTFPR - Dois Vizinhos, CPF 082.188.089-65, jessicamviceli@gmail.com
[2]Professor, UTFPR - Francisco Beltrão, CPF 100.397.158-09, daviz@utfpr.edu.br
[3]Mestranda, UTFPR - Francisco Beltrão, CPF 093.797.569-81, aloma_hancke@hotmail.com
[4]Mestranda, UTFPR - Francisco Beltrão, CPF 016.062.232-83, raoanaribeiro@hotmail.com

(Silva et al, 2007). A respiração microbiana representa a oxidação da matéria orgânica por microrganismos aeróbios do solo, que utilizam o oxigênio (O_2) como aceptor final de elétrons até a formação do CO_2 (Schmitz, 2003). Uma taxa alta da RBS indica maior atividade microbiana e uma decomposição acelerada do material orgânico e, por conseguinte mais nutrientes são liberados para as plantas (Marques et al, 2000).

Portanto, o objetivo do trabalho foi determinar a influência da sazonalidade (estações do ano) na respiração basal microbiana do solo nos três diferentes tipos de uso de solo em uma área rural de Francisco Beltrão/PR.

MATERIAL E MÉTODOS

A coleta ocorreu em uma propriedade na zona rural da cidade de Francisco Beltrão/PR em 3 áreas distintas, uma em bovinocultura de semiconfinamento (UTM 0286498/7118295) com o solo classificado como Litossolo vermelho em uma altitude de 496 m, em lavoura de milho (UTM 0286446/71188168) em que o solo foi classificado como Latossolo e com altitude de 581 m, e em mata nativa como referência (UTM 0285730/7118552), possuindo solo Argiloso e com uma altitude de 597 m.

As coletas ocorreram no inverno/2016 (julho) com a temperatura de 15 ºC e precipitação de 150 mm, na primavera/2016 (outubro) com temperatura de 22 ºC e precipitação de 200 mm, no verão/2017 (fevereiro) com temperatura de 23 ºC e precipitação de 200 mm e no outono/2017 (abril) com temperatura de 20 ºC e precipitação de 150 mm, sendo os dados de precipitações médias e temperaturas médias retiradas da Iapar (2017).

As amostras de solo foram coletadas em transecto com distância de 1 m cada ponto, em uma profundidade de 0 a 20 cm, em seguida foram colocadas em sacos plásticos e identificadas. A respiração basal do solo foi determinada segundo descrito no Comunicado Técnico 99 da Embrapa, que segue as recomendações de Jenkinson e Powlson (1976).

Para a análise estatística, utilizou-se o software R Studio, com o Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC) com três tratamentos com nove repetições, por meio do qual fez-se a análise de variância (ANOVA) e teste de Tukey ao nível de 5%.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em cada período de coleta foi observado que as médias estatísticas das áreas com as estações foram diferentes em cada época de coleta. O maior valor médio encontrado de RBS foi na área de bovinocultura com 1,092 $mgC\text{-}CO_2.kg^{-1}$, seguidos da lavoura de milho 0,812 $mgC\text{-}CO_2.kg^{-1}$ e da mata nativa 0,890 $mgC\text{-}CO_2.kg^{-1}$, todas no verão.

Os valores estatísticos encontrados no inverno e na primavera, foram diferentes para a área de bovinocultura (tabela 1), o qual pode ter sofrido a interferência da presença dos dejetos, aumentando a comunidade microbiana. Neste sítio a área apresentava de pouca à inexistente cobertura vegetal, e segundo Buzinaro et al (2009), o crescimento dos microrganismos no solo diminui na carência de fonte de carbono e com a presença dos dejetos dos animais a atividade microbiana pode ser influenciada, alterando a taxa de RBS.

Tabela 1. Médias estatísticas da respiração basal microbiana nas áreas de coleta do solo

Áreas	Estações do ano			
	Inverno	**Primavera**	**Verão**	**Outono**
	---------- mgC-CO_2.kg^{-1} ----------			
Bovinocultura	0,962 aA	1,022 aA	1,092 aA	0,265 aB
Lavoura de milho	0,219 bA	0,367 bA	0,812 aB	0,441 aA
Mata nativa	0,130 bA	0,347 bA	0,890 aB	0,243 aA

Legenda: letras iguais minúsculas nas colunas e letras iguais maiúsculas nas linhas indicam médias estatisticamente iguais pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Em contrapartida, analisando o mesmo uso de solo nas diferentes estações, tem-se que a área de bovinocultura foi estatisticamente diferente no outono (tabela 1), pela ocorrência de temperaturas amenas e a menor umidade, devido à baixa precipitação, podem ter atingido a comunidade microbiana (Vargas e Scholles, 2000), fazendo com que os microrganismos tendessem a diminuir a sua atividade.

Na área de lavoura de milho o aumento da liberação do CO_2 ocorrido no verão (tabela 1), pode ser indícios que a biomassa microbiana estaria atuando na decomposição da matéria orgânica do solo, com imobilização de nutrientes em sua biomassa e liberação de parte destes nutrientes para a solução do solo (Espíndola et al, 2001).

A área de lavoura e de mata nativa apresentaram diferença estatística no verão, de acordo com a tabela 1. Segundo Melloni et al (2008), como a mata nativa se trata de um ecossistema com maior densidade microbiana sobre equilíbrio e baixo estresse ambiental, e provavelmente, com as melhores condições físicas do solo, favorece a atividade microbiana.

CONCLUSÕES

A área com dejetos de bovinocultura apresentou os maiores índices de respiração basal, sendo maior nas estações de inverno, primavera e verão. No outono a área de bovinocultura

[1]Mestranda, UTFPR - Dois Vizinhos, CPF 082.188.089-65, jessicamviceli@gmail.com
[2]Professor, UTFPR - Francisco Beltrão, CPF 100.397.158-09, daviz@utfpr.edu.br
[3]Mestranda, UTFPR - Francisco Beltrão, CPF 093.797.569-81, aloma_hancke@hotmail.com
[4]Mestranda, UTFPR - Francisco Beltrão, CPF 016.062.232-83, raoanaribeiro@hotmail.com

apresentou valores de RBS menores apenas comparativamente com as amostras de solo da plantação de milho. Já a mata nativa e a área de lavoura, o decréscimo ocorreu nas estações da inverno, primavera e outono, apresentando seu ápice no verão.

Portanto, neste estudo observou-se que a respiração basal microbiana do solo pode ser influenciada pela sazonalidade local. Assim como o manejo adotado em cada área, o qual interferiu na sua qualidade e fertilidade do solo e por consequência na comunidade microbiana do local.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Tecnológica de Federal do Paraná câmpus Francisco Beltrão, onde foi realizado as análises.

REFERÊNCIAS

Buzinaro TN, Barbosa JC, Nahas E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. Rev. Bras. Frutic. 2009, 31:408-415. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452009000200014.

Costa EA, Goeder WJ, Sousa, DMS. Qualidade de solo submetido a sistemas de cultivo com preparo convencional e plantio direto. Pesq agropec bras, 2006, 41:1185-1191.

Espindola JAA, Almeida DL, Guerra JGM, Silva EMR. Flutuação sazonal da biomassa microbiana e teores de nitrato e amônio de solo coberto com *Paspalum notatum* em um agroecossistema. FLORAM, 2001, 08:104-113.

Instituto Agronômico do Paraná – IAPAR. Médias históricas de Francisco Beltrão. Disponível em <http://www.iapar.br/arquivos/Image/monitoramento/Medias_Historicas/Francisco_Beltrao.htm > Acesso em: 28 de setembro de 2017.

Jenkinson DS, Powlson DS. The effects of biocidal treatments on metabolismo in soil. V. A method for measuring soil biomass. Soil biology & Biochemistry, 1976, 8:209-213.

Marques TCLLS, Melo M, Vasconcellos CA, Filho IP, França GE, Cruz JC. Evolvimento de dióxido de carbono e mineralização de nitrogênio em latossolo vermelho-escuro com diferentes manejos. Pesq agropec bras, 2000, 35:581-589. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2000000300014.

Melloni R, Melloni EGP, Alvarenga MIN, Vieira FBM. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. Rev Bras Cienc Solo, 2008, 32:2461-2470.

Perez KSS; Gerosa MLR, Mcmanus C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. Pesq agropec bras, 2004, 39:567-57. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2004000600008.

Schmitz JAK. Indicadores biológicos de qualidade do solo [tese]. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2003.

Silva EE, Azevedo PHS, De-Polli H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO2). Comunicado Técnico 99 Embrapa, Rio de Janeiro, 2007.

Souza ED, Costa SEVGA, Anghinini I, Lima CVS, Carvalho PCF, Martins AP. Biomassa microbiana do solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. Rev Bras Cienc Solo, 2010, 34:79-88. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832010000100008.

Vargas LK, Scholles D. Biomassa microbiana e produção de C-CO2 e n mineral de um podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. Rev Bras Cienc Solo, 2000, 24:35-42. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000100005.

DENSIDADE DO SOLO E DENSIDADE RELATIVA ÓTIMAS PARA A CULTURA DO MILHO CULTIVADO EM PLANTIO DIRETO

Eloi Bareta Junior[1], Cristiano Andre Pott[2], Aline Marques Genú[2]

RESUMO: O manejo inadequado do solo tem sido responsável por problemas de compactação, devido ao excesso de tráfego de máquinas nas áreas de plantio direto, comprometendo a qualidade física do solo e produção das culturas. O objetivo do trabalho foi determinar a faixa ótima de Densidade do solo (DS) e de Densidade relativa do solo (DR) para a cultura do milho. O estudo foi realizado na área experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, em Guarapuava, PR. O solo da área experimental é um Latossolo Bruno muito argiloso. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com seis repetições. Os tratamentos foram: testemunha (sem adensamento), adensamento leve (2 passadas de rodado de trator), adensamento médio (5 passadas de rodado de trator) e adensamento forte (20 passadas de rodado de trator). Foi determinada a densidade do solo e a densidade relativa do solo na camada de 0,07-0,12 m de profundidade, como parâmetros físicos do solo, e a produtividade do milho em kg ha^{-1} com umidade de 13%, como parâmetro vegetal. Os limites críticos foram determinados em relação a 90% da produtividade relativa. A faixa ideal de DS neste estudo foi de 0,97 a 1,07 Mg m^{-3} e a faixa ideal para DR variou de 76,9 a 90,4%.

PALAVRAS-CHAVE: compactação do solo, indicadores de qualidade física, limite crítico.

INTRODUÇÃO

A preocupação com compactação do solo em sistemas de plantio direto ainda gera vários questionamentos quanto à sustentabilidade do sistema e a necessidade ou não de escarificação mecânica. Com a modernização da agricultura, o peso das máquinas e equipamentos e a intensidade de uso do solo têm aumentado. Esse processo não foi acompanhado por um aumento proporcional do tamanho e largura dos pneus, resultando em significativas alterações nas propriedades físicas do solo. Aliado a isso, a adoção do sistema plantio, em que o solo deixou de ser revolvido e a compactação presente deixou de ser aliviada pelo preparo nos cultivos sucessivos (STRECK et al.,2004).

[1]Estudante de Pós graduação, Unicentro, bareta.ebj@hotmail.com
[2]Professor, Unicentro, cpott@unicentro.br / agenu@unicentro.br

Os indicadores físicos de qualidade física do solo têm sido usados com freqüência para aferir os impactos causados pelos sistemas de manejo, dentre os mais relevantes destacam-se: a densidade do solo, densidade relativa do solo, agregação, compactação do solo, macroporosidade, porosidade total, capacidade de retenção d'água e estabilidade de agregados (RAMOS et al., 2010; PEZARICO et al., 2013).

O objetivo do trabalho foi determinar a faixa ótima de Densidade do solo (DS) e Densidade relativa do solo (DR) para a cultura do milho cultivado em plantio direto em Latossolo Bruno muito argiloso.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Campo Experimental do Departamento de Agronomia da UNICENTRO, localizado no Campus Cedeteg em Guarapuava, PR.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Bruno de textura muito argilosa. A precipitação média anual é de 1960 mm. Foi utilizado o delineamento experimental de blocos casualizados, com 4 tratamentos e 6 repetições:

1) Sistema plantio direto sem adensamento adicional;

2) Sistema plantio direto com adensamento leve (2 passadas de rodado de trator);

3) Sistema plantio direto com adensamento médio (5 passadas de rodado de trator);

4) Sistema plantio direto com adensamento forte (20 passadas de rodado de trator).

Antes da implantação do experimento, toda a área experimental foi escarificada e gradeada, bem como realizada coleta de amostra de solo para adequação da fertilidade química do solo, e cultivado durante o período de inverno com a cultura da aveia para homogeneização da área.

Após os tratamentos de compactação, foi cultivada a cultura do milho para verificar o efeito da compactação nessa cultura. Para a determinação da densidade do solo, foram coletadas amostras de solo com estrutura indeformada através de um anel de aço de bordas cortantes e volume interno de 100 cm^3 (EMBRAPA, 2011), na camada do perfil do solo de 0,07-0,12 m de profundidade. Para avaliação a densidade relativa do solo, foi determinada a relação entre a densidade do solo e o grau de compactação máxima do solo obtido pelo ensaio de Proctor Normal, para a camada do perfil (0,07-0,12 m).

Na cultura do milho foi avaliada a produtividade em kg ha^{-1} com umidade de 13%. Para determinação dos limites críticos de densidade do solo e densidade relativa do solo foi realizado correlação entre estes atributos e a produtividade relativa da cultura do milho. A

produtividade relativa foi definida como relação entre a produtividade de cada parcela e a produtividade média do melhor tratamento. Foi delimitado à 90% da produtividade relativa da cultura do milho como sendo o limite crítico dos atributos físicos estudados, utilizando-se equação de primeiro ou segundo grau (aquela de maior significância), cruzada o eixo representativo dos 90% da produtividade relativa.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produtividade de grãos de milho podem ser verificados na Tabela 1. Houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo o tratamento de 20 Passadas diferente dos demais. No tratamento de 20 Passadas, verificou-se um decréscimo em torno de 40% na produtividade de grãos em relação ao tratamento sem compactação.

Tabela 1: Produtividade de grãos de milho (kg ha^{-1}) nos diferentes tratamentos de compactação, Guarapuava-PR, 2017.

Tratamentos	Produtividade de grãos (kg ha^{-1})
Testemunha	11752,7a*
2 passadas	10833,7a
5 passadas	11820,3a
20 passadas	7784,2b
CV (%)	11,1

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey ($p<0,05$).

Com o ensaio de Proctor determinou-se a densidade máxima do solo igual a 1,20 Mg m^{-3} para a camada de 0,07-0,12 m.

Na Figura 1 pode-se verificar a relação entre a produtividade relativa de grãos de milho e os atributos físicos densidade do solo e densidade relativa para a camada de 0,07-0,12 m. Para os atributos Densidade do solo e Densidade relativa do solo obteve-se uma faixa ótima ideal haja visto que a relação da do solo e Densidade relativa com a produtividade relativa teve ajuste quadrático. A faixa ideal de Densidade do solo para a cultura do milho foi de 0,97 a 1,07 Mg m^{-3} e para a densidade relativa foi de 76,9 a 90,4%. (Figura 1). Os limites críticos de Densidade relativa enquadraram-se próximo a faixa considerada ideal, de 80 a 90% (KLEIN, 2014) para o desenvolvimento das plantas.

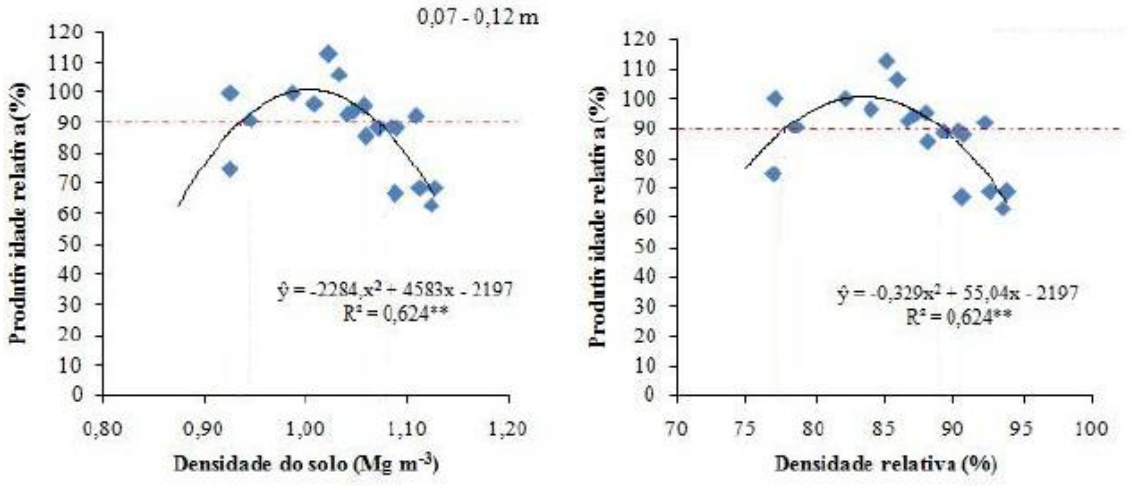


Figura 1 : Produtividade relativa (PR) da cultura do milho em função da densidade do solo (DS) e densidade relativa (DR) da camada de 0,07 a 0,12 m. A linha vermelha (traço e ponto) representa 90% da produtividade do milho, **Regressão significativa (p<0,01). Fonte: Bareta Junior, 2017.

CONCLUSÕES

As faixas ótimas foram de 0,97 a 1,07 Mg m^{-3} para densidade do solo e de 76,9 a 90,4% para densidade relativa para produzir mais de 90% da produtividade relativa, equivalente a 10,1 Mg ha^{-1} de grãos para a cultura do milho cultivado em plantio direto em Latossolo Bruno muito argiloso.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo; 2.ed. Dados eletrônicos; Rio de Janeiro: EMBRAPA Solos, 2011.

KLEIN VA. Física do Solo. 3 ed. Passo Fundo: UPF, 2014.

PEZARICO CR, VITORINO ACT, MERCANTE FM, DANIEL O. Indicadores de qualidade do solo em sistemas agroflorestais. Revista de Ciências Agronômicas, 2013; 56:40-47.

RAMOS FT, MONARI YC, NUNES MCM, CAMPOS DTS, RAMOS DT. Indicadores de qualidade em um Latossolo Vermelho-Amarelo sob pastagem extensiva no pantanal matogrossense. Caatinga, 2010; 23:112-120.

STRECK CA, REINERT DJ, REICHERT JM, KAISER DR. Modificações em propriedades físicas com a compactação do solo pelo tráfego induzido de um trator em plantio direto. Ciência Rural, 2004; 34:755-760.

BIOMASSA E ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO COMO PARÂMETROS PARA VALIDAÇÃO DO INDICE DE QUALIDADE PARTICIPATIVO 2

Pablo Nascimento[1] , Julia Velozo[2] , Andréa Scaramal Menoncin[3], Arnaldo Colozzi Filho[4]

Este trabalho teve como objetivo avaliar a biomassa e a atividade microbiana como indicadores quantitativos da qualidade biológica do solo para validação do Índice de Qualidade Participativo 2. Onde o (IQP2) permite a gestão da qualidade do plantio direto na visão do produtor. Foram escolhidos aleatoriamente na região da Bacia Paraná 3, Oeste do Paraná, 16 produtores, identificados como P e numerados de 1 a 16. Foram realizadas amostragens de solo na camada de 0-20cm, sendo coletados 10 pontos por gleba, formando uma amostra composta. Através de um questionário foi possível classificar 1 propriedade como muito bom (P2), 7 como Bom (P1e P3 a P8), 3 como regular (P9 a P11) e 5 propriedades como Baixo (P12 a P16). Foram avaliados seis indicadores microbianos: Carbono da biomassa microbiana (CBM), Respiração microbiana (RM), quociente metabólico qCO_2 e a atividade potencial de três enzimas de solo: fosfatase ácida, β-glucosidase e arilsulfatase (ciclos do P, C e S, respectivamente). Observou o maior valor de (CBM) em propriedades com IQP2 denominados muito bom e bom, com maior correlação positiva ao indicie muito bom. A Respiração microbiana (RM) e o qCO_2 estão relacionados positivamente ao IQP2 classificado como bom e regular com maior correlação ao IQP2 classificado como bom. Em relação atividade enzimática, a enzima arilsulfatase apresentou maior correlação com a propriedade que apresenta IQP2 regular, no entanto a atividade da βeta-glicosidase apresentou maior correlação em propriedades com IQP2 classificado como Bom. A enzima fosfatase ácida não apresentou diferenças entre as propriedades. Portanto, as propriedades classificadas com IQP2 Bom, apresentaram maior qualidade microbiológica do solo medida pela CBM, RM e qCO_2.

PALAVRAS-CHAVE: IQP2; Plantio direto; Atividade microbiana.

1 Graduando em Agronomia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. pablohenriquenascimento@hotmail.com.

2Graduanda em agronomia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

3Bolsista/FAPEAGRO/IBITIBA, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil..

4 Pesquisador área de solos, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

INTRODUÇÃO

O Índice de Qualidade Participativo (IQP) é uma tecnologia que permite a gestão da qualidade do plantio direto na visão do produtor. Este sistema possibilita o cadastro de parâmetros, necessários a identificação da forma de manejo do solo das propriedades rurais, estabelecendo indicadores parametrizados e calculados automaticamente. (ROLOFF et al., 2011).

Há um consenso entre pesquisadores e agricultores de que a manutenção e melhoria da qualidade do solo é um elemento-chave para a sustentabilidade dos sistemas agrícolas, porém a avaliação dessa qualidade não é uma tarefa fácil (MENDES et al., 2011). Isso ocorre em virtude da multiplicidade de fatores químicos, físicos e biológicos que controlam os processos biogeoquímicos e suas variações em escala temporal aliados à complexidade do solo.

Os micro-organismos do solo, por características como abundância e atividades bioquímicas e metabólicas, proporcionam respostas mais rápidas as alterações provocadas pelo manejo e, consequentemente, apresentam alto potencial de uso na avaliação da qualidade do solo (SIX et al., 2006). A biomassa microbiana do solo é a parte viva e mais ativa da matéria orgânica do solo, sensivelmente alterada pelas condições que ocorrem no meio (KASCHUK et al., 2010). Por ser a fração mais dinâmica do C orgânico do solo, alterações significativas na biomassa microbiana podem ser detectadas com maior antecedência quando comparadas a mudanças na matéria orgânica, atuando como um indicador de qualidade do solo (MERCANTE et al., 2008; BALOTA et al., 2004).

Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a biomassa e a atividade microbiana como métodos quantitativos da qualidade biológica do solo para validação do IQP2.

MATERIAL E MÉTODOS

Para validar e correlacionar os parâmetros avaliados com o IQP2, com a biomassa microbiana e a atividade microbiana do solo, foram escolhidos aleatoriamente na região da Bacia Paraná 3, Oeste do Paraná, 16 produtores. A partir da aplicação de um questionário conforme descrito no manual da metodologia participativa de avaliação da qualidade do sistema plantio direto na bacia do paraná 3 (Roloff, et al., 2010), e a ordenação dos indicadores conforme Tabela 1, foi possível realizar classificação das propriedades (P) como Muito Bom (Notas de 8,51 a 10), Bom (8,5 a 6,51), Regular (4,51 a 6,5) e Baixo (menor que 4,5).

Entre as 16 propriedades avaliadas conforme o IQP2, foi possível classificar 1 propriedade como Muito Bom (P2), 8 como Bom (P1e P3 a P8), 3 como Regular (P9 a P11) e 4 propriedades como Baixo (P12 a P16). Nas propriedades destes agricultores, na gleba classificado pelo IQP2, foram realizadas amostragens de solo na camada de 0-20cm, sendo

coletados 10 pontos por gleba, formando uma amostra composta e representativa da gleba. Estão sendo avaliadas seis propriedades biológicas: Carbono da biomassa microbiana (CBM), Nitrogênio da biomassa microbiana, respiração microbiana e a atividade potencial de três enzimas de solo: fosfatase ácida, β-glucosidase e arilsulfatase (ciclos do P, C e S, respectivamente). Foi utilizado o software XLSTAT, para apresentar as diferenças de variabilidade entre as áreas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de componentes principais (ACP) discriminou as 6 variáveis microbiológicas quanto às 16 glebas classificadas conforme o IQP2 (Figura 1).

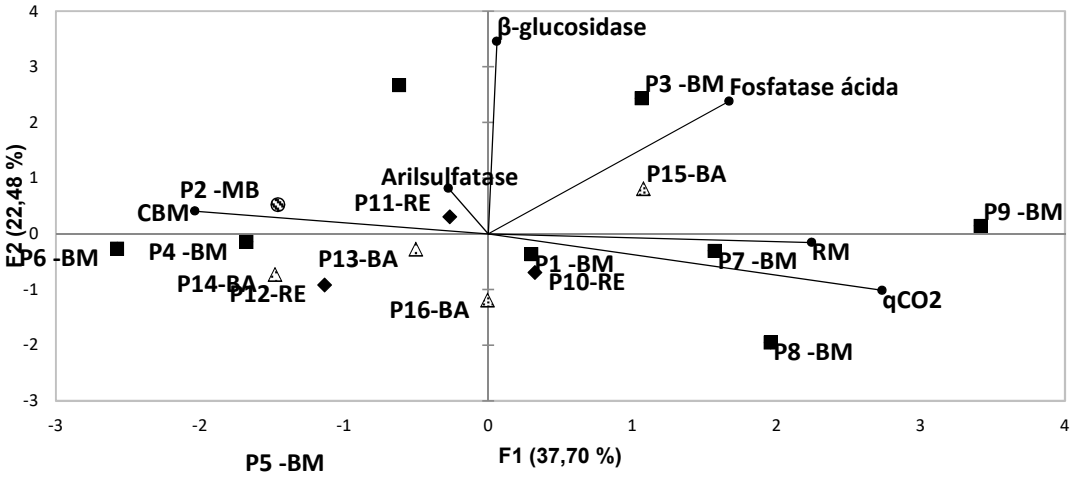


Figura 1. Analise de componentes principais (ACP) baseada na análise de Carbono da biomassa microbiana (CBM), respiração microbiana (RM) e quociente metabólico (qCO_2) das amostras de solo coletadas em 2016, na profundidade de 0-20 16 produtores da região da Bacia Paraná 3, Oeste do Paraná. Nas quais os índices de qualidade participativo (IQP) foi classificado em muito bom (MB), bom (BM), regular (RE) e baixo (BA).

Em geral, a maior variação total dos dados foi atribuída aos componentes dos fatores 1 e 2, os quais discriminam as principais variáveis que explicam a variância dos dados. As diferenças entre as áreas explicam 60,18% da variabilidade encontrada, desse percentual, 37,70% são explicados pelos componentes principais F1 e 22,48 % por F2 (Figura 1). Foi possível observar que os atributos microbiológicos que explicam a relação dos atributos com as diferentes glebas classificadas conforme o IQP2 foram CBM, RM e qCO2, sendo que, o carbono da biomassa microbiana (CBM) apresentou espacialmente maior proximidade, com correlação positiva ao IQP2 classificados como Muito Bom P2. A Respiração microbiana (RM) e o qCO2 está relacionada positivamente a gleba P8 e P7 classificado como Bom. A enzima Arilsulfatase relacionada com a mineralização de compostos S-orgânicos apresentou espacialmente maior proximidade com a gleba P11 que apresenta o IQP2 Regular. A enzima Fosfatase ácida

1 Graduando em Agronomia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil. pablohenriquenascimento@hotmail.com.

2Graduanda em agronomia, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

3Bolsista/FAPEAGRO/IBITIBA, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil..

4 Pesquisador área de solos, Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, Paraná, Brasil.

apresentou maior correlação com a gleba P3 -Bom e β-glucosidase não apresentaram correlação significativa as glebas.

CONCLUSÕES

As áreas com IQP2 como muito bom e bom apresentaram melhores valores de CBM e atividade enzimática, indicando serem áreas que apresentam uma melhor qualidade biológica do solo. Dentre as enzimas avaliadas, somente a arilsulfatase e a fosfatase ácida, foram sensíveis para avaliar as glebas com diferentes índices de qualidade participativa. Dentre os indicadores microbiológicos para a validação do IQP2 nas 16 glebas avaliadas, o Carbono da biomassa microbiana, respiração microbiana e coeficiente metabólico foram os mais representativos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao projeto IBITIBA (Convênio IAPAR/Itaipu/Fapeagro) pelo apoio técnico-financeiro e ao CNPq/PIBIC pela concessão da bolsa de iniciação científica.

REFERÊNCIAS

BALOTA, Elcio Libório; COLOZZI FILHO, Arnaldo; ANDRADE, Diva de Souza. ; DICK, Richard P. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol. **Soil & Tillage Research**, v. 77, p. 137-145, 2004.

KASCHUK, Glaciela; ALBERTON, Odair; HUNGRIA, Mariangela. Three decades of soil microbial biomass studies in Brazilian ecosystems: Lessons learned about soil quality and indications for improving sustainability. **Soil Biology and Biochemistry**, v. 42, n. 1, p. 1-13, 2010.

MENDES, Ieda de Carvalho; HUNGRIA, Mariangela; REIS JUNIOR, Fábio Bueno dos; FERNANDES, Marcelo Ferreira; CHAER, Guilherme Montandon; MERCANTE, Fábio Martins; ZILLI, Jerri Édson. **Bioindicadores para Avaliação da Qualidade dos Solos Tropicais: utopia ou realidade?** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. 31 p.

MERCANTE, Fábio Martins; SILVA, Rogério Ferreira da; FRANCELINO, Carla Silvana Fabbro; CAVALHEIRO, Juliana Cristina Touro; OTSUBO, Auro Akio. Biomassa microbiana, em um Argissolo Vermelho, em diferentes coberturas vegetais, em área cultivada com mandioca. **Acta Scientiarium Agronomy**, v. 34, n. 4, p. 479-485, 2008.

ROLOFF, Glaucio; LUTZ, Ramiro A. T. BOLETIM TÉCNICO da FEBRAPDP intitulado "**Índice de Qualidade Participativo do Plantio Direto**", de Abril de 2011.

SIX, J.; FREY, S. D.; THIES, R. K.; BATTEN, K. M. Bacterial and fungal contributions to carbon sequestration in agroecosystems. **Soil Science Society America Journal**, v. 70, p. 555-569, 2006

LEVANTAMENTO E MAPEAMENTO DETALHADO DE SOLOS DESENVOLVIDOS DE ARENITO EM UMA PROPRIEDADE LOCALIZADA NO PARANÁ

Rosana Kostecki de Lima[1], Jaqueline Cazado Felix[2], João Vitor Ferreira Gonçalves[3], Glauber Stefan Barbosa[4], Pedro Rodolfo Siqueira Vendrame[5]

RESUMO: Elaborou-se um mapa de solos, em escala 1:12000, através do uso de SIG a partir de informações de classificação de solos feitas até o quarto nível categórico em uma propriedade situada no município de Santa Fé - PR. Buscando uma escala de detalhamento melhor do que o mapa de solos do município. A metodologia utilizada para construção do mapa no software livre QGIS versão 2.18, foi dada através da interpolação dos perfis classificados e descritos de acordo com o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Resultando num mapeamento pedológico de Latossolo Vermelho Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico argissólico em escala mais detalhada.

PALAVRAS-CHAVE: refinamento de escala, classificação, mapa de solos.

DETAILED SURVEY AND MAPPING OF DEVELOPED SOILS OF SANDSTONE IN A PROPERTY LOCATED IN PARANÁ

ABSTRACT: A soil map, in a scale of 1: 12000, was elaborated through the use of GIS from soil classification information made up to the fourth categorical level in a property located in the municipality of Santa Fé - PR. Seeking a better detailing scale than the municipal soil map. The methodology used to construct the map in the free software QGIS version 2.18 was given through the interpolation of the classified profiles and described according to the Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Resulting in a pedological mapping of Latossolo Vermelho Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico argissólico at a more detailed scale.

KEYWORDS: scale refinement, classification, soil map.

[1]Mestra em Geografia pelo Programa de Pós graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR, rosanakostecki@hotmail.com
[2]Doutora em Agronomia pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia pela UEL.
[3]Aluno do curso de Geografia da UEL, Londrina-PR.
[4]Aluno de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Geografia da UEL.
[5]Professor do Departamento de Geociências da UEL, Londrina-PR, vendrame@uel.com.br

INTRODUÇÃO

A cartografia dos solos é imprescindível para o gerenciamento de recursos naturais, sua conservação e seu estudo.

O levantamento de solos utilizando Sistemas de Informação Geográfica, permite que os planejadores de uso do solo adotem importantes decisões sobre alocação de recursos. Há diversos estudos que relacionam a classificação dos solos com o seu uso potencial em várias regiões do Brasil (FERNANDES et al., 2008; BONFATTI, 2012). A precisão e eficácia desses levantamentos dependem da habilidade do pedólogo ou de quem está realizando o trabalho, limitada pelos principais fatores: técnica cartográfica realizada com polígonos e pelo processo manual de produção do mapa de solo (Zhu et al., 2001).

O refinamento de escala é uma das principais características para a obtenção de um mapa bem executado/detalhado, atrelado com os trabalhos de campo que, de acordo com Chagas et al. (2011) são essenciais para a construção de um mapa de solos bem realizado.

Sendo assim, observa-se que atualmente muitos levantamentos e mapeamentos de solos, utilizando modelos digitais sem aferimento da verdade em campo. Esse estudo teve como objetivo realizar um mapeamento de solos, em escala 1:12000 de uma área localizada no município de Santa Fé, norte do Estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em uma propriedade rural situada na região Norte do Estado do Paraná no município de Santa Fé – PR. A área total do município é de 276,241 km², sendo que o recorte escolhido possui área total de 27 ha e se localiza nas coordenadas 23º 02' 15" S e 51º 48' 19".

Foram descritos três perfis ao longo de um transecto de aproximadamente 800 m, afim de identificar e classificar os solos até o quarto nível categórico de acordo com Santos et al. (2018). Os levantamentos de campo foram realizados pelo grupo de pesquisa do laboratório de Pedologia no Centro de Ciências Exatas (CCE) da Universidade Estadual de Londrina. Os perfis foram descritos e coletados por meio das premissas de Santos et.al., (2005), posteriormente realizado as análises físicas e químicas para fins de classificação dos solos até quarto nível categórico, de acordo com o Sistema de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2018).

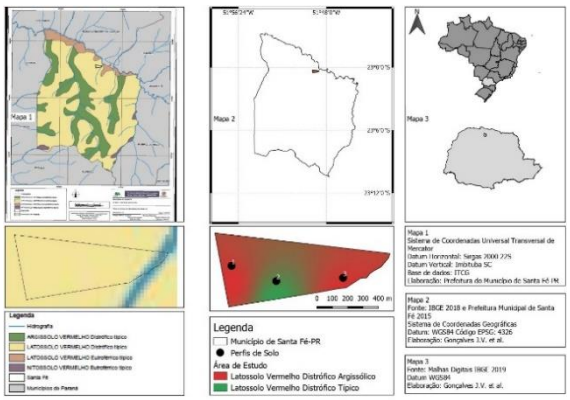
A partir da identificação dos solos, foi realizado um mapa de solos no software livre QGIS versão 2.18, onde os arquivos do tipo *shape file* foram obtidos no banco de dados do IBGE, desses arquivos em específico foram utilizados a base cartográfica do município de Santa Fé, do Estado do Paraná e do Brasil.

Para fim de elaboração do mapa de solos a partir da classificação dos perfis, foi utilizado a ferramenta Interpolação do tipo ponderação pelo inverso da distância (IDW), onde essa técnica "realiza a estimativa da variável ao longo do espaço, ponderando pesos a cada um dos "n" postos mais próximos, ou seja, quanto mais próximo do ponto a ser estimado, maior o peso atribuído ao ponto amostrado" (JIMENEZ; DOMECQ, 2008 *apud* GARDIMAN JR. et. al., 2012). A qualidade dessa interpolação permitiu a aproximação da área de estudo até uma escala de 1:12000. Por fim foi obtido junto a prefeitura do município de Santa-Fé o mapa pedológico com escala 1:200000 em arquivo do tipo JPEG, onde o mesmo foi georreferenciado e sobreposto ao polígono da área de interesse.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os perfis foram classificados do topo para o sopé em P1 LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico; P2 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico e P3 - LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico. Na carta de solos do município (em escala 1:200000) a classe LATOSSOLO VERMELHO Distrófico argissólico não está presente. Essa constatação reforça a importância de levantamentos mais detalhados e aferidos em campo, pois o comportamento dessas duas classes frente a lixiviação e erosão não são semelhantes. Nas mesmas classes texturais e manejos, os Latossolos típicos apresentam menores densidades e consequentemente maiores porosidades totais em relação aos Latossolos argissólicos, passíveis de maiores erodibilidades.

Após o levantamento da descrição e caracterização dos solos os mesmos serviram de subsídio para a elaboração de um mapa pedológico em maior escala (1:12000). Percebeu-se na carta utilizada para o levantamento pedológico do município de Santa Fé certa generalização no mapeamento, onde este, não esteve de acordo com a realidade.



[1]Mestra em Geografia pelo Programa de Pós graduação em Geografia pela Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina-PR, rosanakostecki@hotmail.com
[2]Doutora em Agronomia pelo Programa de Pós Graduação em Agronomia pela UEL.
[3]Aluno do curso de Geografia da UEL, Londrina-PR.
[4]Aluno de Doutorado do Programa de Pós Graduação em Geografia da UEL.
[5]Professor do Departamento de Geociências da UEL, Londrina-PR, vendrame@uel.com.br

CONCLUSÕES

O uso das geotecnologias para elaboração de mapeamento de solos mostra-se eficiente, porém ressalta-se a necessidade e importância de trabalhos de campo (classificação de solos). Uma vez que o mapa disponibilizado pelo município não confere com o mapa pedológico da propriedade realizado. O que mostra que a associação de técnicas de detalhamento de mapa de solos associado a pedogênese pode proporcionar resultados mais fidedignos.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos ao Laboratório de Solos da UEL pelo suporte nas análises.

REFERÊNCIAS

BONFATTI, B. R. **Geotecnologias aplicadas ao levantamento de solos e da aptidão agrícola da Microbacia Lajeado dos Mineiros, São José do Cerrito, SC.** 2012. 136 f. Dissertação (Mestrado em Manejo do Solo) – Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Lages, 2012.

CHAGAS, C. S.; JÚNIOR, W. C.; BHERING, S. B. Interação de dados do Quickbird e atributos do terreno no mapeamento digital de solos por redes neurais artificiais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa (MG), v. 35, p. 693-704, mar. 2011.

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 590p.

FERNANDES, L. A. et al. Relação entre o conhecimento local, atributos químicos e físicos do solo e o uso das terras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 3, p. 1355-1365, 2008.

GARDIMAN JUNIOR, B. S.; MAGALHÃES, I. A. L.; FREITAS, C. A. A.; CECÍLIO, R. A. Análise de técnicas de interpolação para espacialização da precipitação pluvial na bacia do rio Itapemirim (ES). **Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 8, n. 1. p. 61-71, 2012.

SANTOS, R. D.; LEMOS, R. C.; SANTOS, H. G.; KER, J. C.; ANJOS, L. H. **Manual de descrição e coleta de solos no campo**. 5. ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. 100 p.

Zhu, A. X.; Hudson, B.; Burt, J.; Lubich, K.; Simonson, D. Soil mapping using GIS, expert knowledge, and fuzzy logic. **Soil Science Society of American Journal**, v.65, p.885-894, 2001.

ESTOQUE DE CARBONO EM ROTAÇÕES DE CULTURAS EM SISTEMA DE PLANTIO DIRETO EM UMUARAMA-PARANÁ

Marcus Rogério Ramos Junior[1], Josiane Burkner dos Santos[2], André Luiz Oliveira de Francisco[3], Lutécia Beatriz dos Santos Canalli[4], Daniel Mocelin Silveira[5].

RESUMO: A rotação de culturas constitui-se em um dos requisitos para a qualidade do sistema plantio direto, utilizando espécies que possui grande produção de matéria seca para promover o incremento da matéria orgânica no solo. Esse trabalho tem como objetivo avaliar as alterações no estoque de carbono em diferentes sistemas de rotações de cultura de longo prazo na região Noroeste do Paraná. O experimento foi instalado em 2015 na cidade de Umuarama-PR com delineamento estatístico de blocos ao acaso com cinco tratamentos (Produtor, Palhada, Comercial, Diversificado e Agroenergia) e quatro repetições. As amostras de solo foram coletadas em 2017 no fechamento do primeiro do ciclo de três anos de rotação. Foram avaliados o estoque de carbono orgânico total (COT) o Carbono Orgânico Particulado (COP) e o Carbono Orgânico Associado aos Minerais (COAM). As amostras passaram pelo fracionamento granulométrico a úmido, nestas frações e na amostra integral foi quantificado o carbono pelo método de combustão úmida Walkley Black. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey, não havendo diferenças estáticas entre os tratamentos, devido o pouco tempo de rotação de culturas, necessitando de um maior tempo de observação para que diferenças significativas sejam percebidas.

PALAVRAS-CHAVE**:** Carbono; rotações; matéria orgânica; fracionamento.

INTRODUÇÃO

Rotação de cultura é definida como sendo a alternância ordenada de diferentes culturas em determinado tempo na mesma área. Segundo Franchini (2014), a ausência dessa prática acarreta: a diminuição do teor de matéria orgânica do solo (MOS), a degradação da estrutura do solo, a intensificação dos processos erosivos, a redução da atividade e diversidade biológica, o aumento da incidência e severidade de pragas e doenças, e aumento da infestação de plantas daninhas. Em regiões de clima subtropical e tropical como o Noroeste do Paraná com intenso revolvimento do solo para plantio há rápida mineralização de resíduos

[1]Graduando em Agronomia no CESCAGE e estagiário de Iniciação Cientifica no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, PR.marcuspg96t@gmail.com, [2] Pesquisadora da ASO no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, santosjb@iapar.br PR.[3]Analista em Ciência e Tecnologia da ASO no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, PR,alfrancisco@iapar.br. Pesquisadora da ASO no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, lutecia@iapar.br, [5]Graduando em Agronomia no CESCAGE e Estagiário de Iniciação Cientifica no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, PR, danielmocelin@hotmail.com

vegetais e consequente diminuição dos estoques de MOS (JANTALIA et al., 2007; LOSS et al 2011.) O fornecimento de diferentes qualidades e quantidades de resíduos culturais, proporciona uma maior biodiversidade de espécies de microrganismos, portanto um enriquecimento da microbiota do solo, consequentemente aumentando a proteção biológica que o solo pode proporcionar as culturas instaladas e subsequentes pela maior qualidade e quantidade do aporte de resíduos culturais (maiores estoques de MOS) e maior diversidade de microfauna. O fracionamento da matéria orgânica pode quantificar as alterações causadas pelo manejo do solo, fornecendo informações importantes sobre a qualidade do mesmo, permitindo que as estratégias adotadas possam ser corrigidas (RANGEL; SILVA, 2007; DIAS et al., 2012). O planejamento da rotação de culturas deve considerar plantas comerciais e sempre que possível, associar espécies de plantas de cobertura adaptadas regionalmente, que produzam grandes quantidades de matéria seca cultivadas isoladamente ou em consórcio (EMBRAPA, 2015; CALEGARI, 2016). Este trabalho tem como objetivo analisar as alterações no estoque de carbono sob diferentes sistemas de rotações de culturas de longo prazo na região Noroeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Experimento foi instalado na cidade de Umuarama-PR, na estação experimental do IAPAR, situada geograficamente a 23º 44’ Sul e 53º 17’’ Oeste, com altitude de 480 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa), com temperatura média anual de 22,1 ºC e precipitação média anual de aproximadamente 1.623 mm (IAPAR, 2013). O solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico típico, textura média, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia, relevo suave ondulado e plano. O delineamento experimental utilizado foi o delineamento estatístico de blocos ao acaso com cinco tratamentos: Produtor, Palhada, Comercial, Diversificado e Agroenergia e quatro repetições. As amostras de solo foram coletadas após colheita de inverno anualmente, nas profundidades de 0-5, 5-10, 10-20. O fracionamento granulométrico da matéria orgânica do solo foi realizado de acordo com o método descrito por Feller (1994) e modificado por Santos 2006 para obtenção da fração COP (fração > 53µm) e a fração COAM (fração < 53µm), os resultados de carbono foram transformados em estoque de carbono de acordo com o volume da camada e densidade do solo também mensurados neste trabalho conforme Santos, 2006. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey pelo software AgroEstat. As análises de carbono foram realizadas por oxidação via úmida, conforme Walkley e Black (1934).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de carbono orgânico total (COT), carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (COAM) foram submetidos à análise de variância, e Teste de Tukey a 5%. Na tabela 1 observamos que os resultados de COT nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm não apresentaram diferenças estatísticas entre as diferentes rotações, todavia podemos ver que na camada de 0-5 cm o coeficiente de variação foi alto de 24,28%, o que pode ter causado a dificuldade de observar diferenças entre os tratamentos. Contudo podemos observar que os estoques foram maiores nas camadas de 10-20 cm que foi devido ao tamanho da camada ser maior que a divisão das camadas superiores, pois normalmente os estoques diminuem profundidade (SANTOS, 2006).

Tabela 1: Resultados das medias analisadas pelo Teste de Tukey.

.

Tratamentos	COT		COP		COAM	
			0-5 cm			
			Mg ha^{-1}			
Produtor	7,90	a	3,98	a	3,92	a
Palhada	8,55	a	3,73	a	4,81	a
Comercial	7,39	a	3,59	a	3,79	a
Agroenergia	8,40	a	4,14	a	3,41	a
Diversificado	7,37	a	3,62	a	3,74	a
C.V. %	24,28		21,89		24,28	
			5-10 cm			
Produtor	5,84	a	2,64	a	3,20	a
Palhada	5,58	a	1,69	a	3,89	a
Comercial	6,13	a	1,88	a	4,25	a
Agroenergia	5,65	a	1,91	a	3,74	a
Diversificado	5,76	a	2,05	a	3,70	a
C.V. %	14,89		22,04		17,78	
			10-20 cm			
Produtor	8,28	a	4,06	a	7,62	a
Palhada	7,40	a	2,99	a	6,55	a
Comercial	8,86	a	3,62	a	7,81	a
Agroenergia	8,07	a	3,57	a	6,84	a
Diversificado	9,25	a	4,22	a	7,68	a
C.V. %	11,92		22,69		12,82	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade no Teste de Tukey.

Os valores altos de coeficientes de variação do COP provavelmente ocorrem devido essa ser a fração mais sensível a alterações externas, característica dessa fração, que pode

[1]Graduando em Agronomia no CESCAGE e estagiário de Iniciação Cientifica no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, PR.marcuspg96t@gmail.com, [2] Pesquisadora da ASO no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, santosjb@iapar.br PR.[3]Analista em Ciência e Tecnologia da ASO no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, PR,alfrancisco@iapar.br. Pesquisadora da ASO no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, lutecia@iapar.br, [5]Graduando em Agronomia no CESCAGE e Estagiário de Iniciação Cientifica no Polo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná, Av. Presidente Kennedy, s/n, Ponta Grossa, PR, danielmocelin@hotmail.com

ser minimizado com o aumento do número de amostras. Os estoques de COP nas camadas 0-5, 5-10 e 10-20 cm não apresentaram diferenças significativas entre os tratamentos, que fracionadas COP e COAM não apresentaram diferenças estatísticas entre os tratamentos provavelmente devido ao tempo de implantação das rotações serem apenas de três anos.

CONCLUSÕES

Três anos de rotação de culturas na região de Umuarama não permitiu observar mudanças entre as rotações analisadas, nos estoques de COT e nas frações COP e COAM da MOS, necessitando de um maior tempo de observação para que diferenças significativas sejam percebidas, nesta região.

REFERÊNCIAS

CALEGARI, A. Plantas de cobertura. In: CASÃO JUNIOR, R.; SIQUEIRA, R.; MEHTA, Y. R.; PASSINI, J. J. Sistema plantio direto com qualidade, Foz do Iguaçu: ITAIPU Binacional, 2016. p.559-73.

DIAS, W. P., I. P. Orsini, N. R. Ribeiro, N. M.B. Parpinelli, and L. L. Freire. 2012. Efeito do cultivo de espécies vegetais sobre a população de Pratylenchusbrachyurus na soja. 6th Congresso Brasileiro de Soja. Anais, Brasilia, DF. 1-4.

EMBRAPA(Org.). Rotação de Culturas**.** 2015. Disponível em http://www.cnpso.embrapa.br/producaosoja/rotacao.htm>. Acessoem: 29 março. 2019.

FRANCHINI, J. C.; DEBIASI, H.; SACOMAN, A.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J. R. B. Manejo do solo para redução das perdas de produtividade pela seca. Londrina: Embrapa Soja, 2014. 39 p. (Embrapa Soja. Documentos, 314).

FELLER, C.; ALBRECHT, A.; TESSIER, D. Aggregation and organic matter storage in kaolinitic and smectitic tropical soils. In: CARTER, M.R.; STEWART, B.A. (Eds.). Structure and organic matter storage in agricultural soils. Boca Raton: CRC Lewish, 1996. Ch.8, p.309-352.(Advances in Soil Science).

IAPAR. Médias históricas em estações do IAPAR. Disponível em http://www.iapar.br/ acesso em: 8 abril, 2019.

JANTALIA, C. P.; RESCK, D. V. S.; ALVES, B. J. R.; ZOTARELLI, L.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Tillage effect on C stocks of a clayey Oxisolundera soy bean-based crop rotation in the Brazilian Cerrado region. Soil & Tillage Research, Amsterdam, v. 95, n. 2, p.97-109, 2007.

LARSON,W.E.&PIERCE, F.J. Conservation and enhancementof soil quality. In: INTERNATIONAL BOARD FOR SOILRESEARCH AND MANAGEMENT, 12.Bangkok, 2016.V.6.

LOSS, A.; PEREIRA, M.G; GIÁCOMO, S.G.; PERIN, A.; ANJOS, L.H.C. dos. Agregação, carbono e nitrogênio em agregados do solo sob plantio direto com integração lavoura-pecuária. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.46, p.1269-1276, 2011.

RANGEL, O. L. P.; SILVA, C. A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v 31p.1609-1623, 2007.

SANTOS, J. B. dos. Alterações no estoque e taxa de sequestro de carbono em um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006..

NOVOS PARÂMETROS DE EXPORTAÇÃO DE NUTRIENTES PELA SOJA NA MESORREGIÃO DO NORTE CENTRAL PARANAENSE

Michel Esper Neto[1], Lorena Moreira Lara[2], Tadeu Takeyoshi Inoue[3], Alessandro de Lucca Braccini[3], Marcelo Augusto Batista[3]

RESUMO: As novas cultivares de soja no mercado são mais exigentes do que as cultivares de tempos anteriores e respondem especificamente a uma determinada região. O objetivo desta pesquisa foi avaliar a quantidade de nutrientes exportados por cultivares de soja comerciais na mesorregião do norte central do Paraná. Foram avaliados 12 genótipos de soja com ciclo de maturação diferentes em 4 locais com 4 repetições, totalizando 192 parcelas. Foram quantificadosos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B. As cultivares atuais mais produtivas são exigentes em termos nutricionais e exportam mais elementos minerais. Houve diferenças entre as cultivares para as quantidades de macronutrientes. A cultivar de ciclo precoce foi uma das mais exigentes para região em estudo. Em relação aos micronutrientes exportados, não houve diferenças entre as cultivares.

PALAVRAS-CHAVE: cultivares, nutrientes exportados, adubação

INTRODUÇÃO

As quantidades de nutrientes exportados pela cultura da soja já foram definidas por alguns autores, a maioria destes no século passado (Bataglia e Mascarenhas 1997; Cordeiro et al., 1979; Borkert, 1986; Tanaka et al., 1992). Além disso, estes experimentos foram conduzidos com cultivares "antigas" e em sistema de preparo convencional, das quais, quase nenhuma encontram-se no mercado atualmente. As atualizações referentes as novas cultivares cada vez mais produtivas e sistema de manejo não são realizadas nas tabelas oficiais de recomendação e provavelmente a necessidade nutricional aumentará com o aumento do potencial produtivo (Bender et al., 2015).

A hipótese desta pesquisa é que novas cultivares são mais produtivas e, portanto, exportam mais nutrientes para atingir altos patamares de produtividade, além disso estas respostas são específicas de acordo com as características edafoclimáticas de uma mesorregião.Desta forma, o objetivo específico deste trabalho foi avaliar a quantidade de nutrientes exportados por cultivares de soja na mesorregião do norte central do Paraná.

[1]Doutorando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Avenida Colombo 5790, michelesper@gmail.com.
[2]Doutoranda, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Av. Peter Henry Rolfs, s/n.
[3]Professor Doutor, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Avenida Colombo 5790

MATERIAL E MÉTODOS

Doze genótipos de soja hodiernamente cultivados no Paraná (Tabela 1), foram testados em 4 locais na safra 2017/2018, situados na mesorregião do norte central paranaense. O local 1 foi em Floresta-PR, o solo foi classificado como Latossolo Vermelho eutroférrico.O local 2 foi em Maringá–PR, solo foi classificado como Argissolo Vermelho eutroférrico de textura arenosa. O local 3 foi em Cambé-PR, o solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico. O local 4 foi em Apucarana–PR, o solo foi classificado como Latossolo Vermelho distroférrico.

Tabela 1- Cultivares de soja utilizadas, grupos de maturação, tipo de crescimento e a viabilidade das sementes

Tratamento	Cultivares	GM	TC	Viab. (%)	Tratamento	Cultivares	GM	TC	Viab. (%)
1	BRS 388 RR	6.4	I	95	7	M 6410 IPRO	6.4	I	86
2	NS 4823 RR	4.8	I	100	8	SYN 1561 IPRO	6.1	I	97
3	BRS 1010 IPRO	6.1	I	90	9	SYN 1163 RR	6.3	I	94
4	TMG 7062 IPRO	6.2	SD	95	10	NA 5909 RG	6.2	I	93
5	TMG 7063 IPRO	6.3	I	98	11	BMX POTÊNCIA RR	6.7	I	98
6	M 5947 IPRO	5.9	I	91	12	63I64 IPRO GARRA	6.3	I	100

I – Indeterminado; SD – Semi Determinado; GM - Grupo de maturação; TC - tipo de crescimento; Viab- viabilidae.

Foram conduzidas 192 parcelas, (12 tratamentos, 4 locais e 4 repetições), cada uma constituída de 6 linhas de 5 metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m, totalizando 13,5 m². Os tratamentos foram delineados em blocos completos ao acaso, com quatro repetições. Todos tratos culturais foram conduzidos segundo as necessidades da cultura da soja para essa região.A soja foi colhida e os grãos foram levados para secar em estufa com circulação de ar forçada a temperatura de 60ºC até obterem massa constante. Posteriormente os materiais foram moídos em moinho tipo Willey, pesados e submetidos à digestão nítrico-perclórica para a determinação da quantidade dos elementos N, P, K, Ca, Mg, S, Cu, Fe, Zn, Mn e B conforme descrito por (Malavolta et al., 1997)

Todos os dados obtidos foram submetidos aos pressupostos da estatística pelo teste Shapiro-Wilk (normalidade dos erros) e Bartlett (homogeneidade das variâncias) ($p>0.01$). Os locais ecultivares, foram analisados por meio da análise conjunta pelo teste F e posteriormente pelo o teste de agrupamento Scott-Knott. Para todas interpretações estatísticas foi utilizado 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 2 encontra-se as médiasdos teores dos elementos N,P K, Ca, Mg S, Cu Fe, Zn, Mn e B exportados pelas diferentes cultivares nos locais avaliados. Ademais, poderia ter sido feito o desdobramento dos teores exportados por cada microrregião avaliada, mas devido ao pouco espaço a discussão, optou-se aqui, por discutir somente as características para a

mesorregião como um todo.

Houve diferenças estatísticas entre as cultivares para todos elementos exceto P. A cultivar 12 foi a que mostrou ser mais exigente em exportação dos macronutrientes de maneira geral, mas também a cultivar 2 apresentou níveis consideráveis de exportação. A cultivar 2 é a cultivar mais precoce (4.8). Cultivares precoces são bastante usadas pelos produtores na mesorregião norte central do Paraná para a viabilização da semeadura do milho segunda safra e fuga das possíveis geadas e maior probabilidade de precipitação.

Para micronutrientes, não foram identificadas diferenças estatísticas significativas entre as cultivares, corroborando os dados de Quarezemin et al. (2015) que mostraram teores parecidos entre as cultivares, indicando que materiais precoces aparentemente não são mais exigentes em micronutrientes.

Analisando os teores médios (Tabela 1), os elementos N, P, K, Mg, Cu, Fe, Zn, Mn e B exportados pelas cultivares avaliadas foram superiores em relação aos valores de referência presentes no SBCS/Nepar (2017) que são respectivamente 47,1; 4,5; 14,2; 1,8 g kg^{-1} e 8,9; 76,1; 7,0 e 29,6 g kg^{-1}.

Os valores de referência de exportação encontrado em tabelas contemplam vários autores e cultivares utilizadas na época que foram feitas. Haja vista as mudanças das bases genéticas da cultura e nos novos patamares de produtividade são importantes novas informações, visto que é evidente novas exigências nutricionais das novas variedades (Silva et al., 2018). Além disso, as respostas de exportação de nutrientes são características de uma determinada região e a extrapolação destes resultados deve ser realizada criteriosamente.

Tabela 2: Médias de exportação de nutrientes das cultivares de soja em 4 locais na região mesorregião norte central do Paraná

Cultivar	N	P	K	Ca	Mg	S	Cu	Fe	Zn	Mn	B
	----------g kg^{-1}----------						----------mg kg^{-1}----------				
BRS 388 rr	52.6b	5.5a	21.3a	1.91b	2.16c	2.72a	21.6a	141.5a	49.7a	42.7a	43.3a
NS 4823 rr	53.4a	5.5a	21.1a	2.14a	2.34b	2.86a	29.5a	93.1a	49.0a	44.2a	41.7a
BRS 1010 ipro	52.1c	5.6a	20.5b	1.71c	2.21c	2.46b	29.8a	73.3a	49.3a	34.3	42.4a
TMG 7062 ipro	51.7c	5.4a	20.7b	1.71c	2.25c	2.48b	57.5a	74.8a	46.8a	37.0a	43.0a
TMG 7063 ipro	51.2d	4.9a	20.7b	1.52c	2.16c	2.71a	48.0a	107.8a	46.9a	42.0a	45.8a
M 5947 ipro	52.5 b	5.2a	21.1a	2.20a	2.34b	2.49b	47.3a	102.0a	47.4a	38.5a	43.8a
M 6410 ipro	52.3b	5.2a	22.0a	2.14a	2.36b	2.34b	60.2a	84.3a	47.9a	41.3a	43.0a
SYN 1561 ipro	52.5b	5.5a	21.2a	2.06a	2.34b	2.61a	43.9a	87.6a	49.3a	37.4a	47.7a
SYN 1163 rr	52. 9a	5.4a	19.0b	2.32a	2.47a	2.78a	35.9a	78.3a	50.1a	67.7a	41.0a
NA 5909 rr	53.2a	5.2a	20.2b	2.15a	2.52a	2.70a	42.2a	81.8a	48.4a	38.3a	42.0a
BMX Potência rr	52.9a	5.2a	20.7b	1.69c	2.38b	2.68a	50.4a	86.8a	50.4a	38.8a	39.3a
63I64 ipro Garra	52.8a	5.5a	21.6a	2.27a	2.51a	2.71a	33.5a	102.5a	48.9a	38.3a	44.0a
Média geral	52.5	5.3	20.8	2.0	2.3	2.6	41.6	92.8	48.7	41.7	43.1
Desvio padrão	0.6	0.2	0.8	0.3	0.1	0.2	11.8	19.0	1.2	8.6	2.2
CV%	1.2	3.6	3.7	13.4	5.4	5.9	28.4	20.4	2.5	20.7	5.1
IC	0.34	0.11	0.44	0.15	0.07	0.09	6.69	10.72	0.69	4.89	1.23

[1]Doutorando, Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Avenida Colombo 5790, michelesper@gmail.com.
[2]Doutoranda, Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa-UFV, Av. Peter Henry Rolfs, s/n.
[3]Professor Doutor, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual de Maringá-UEM, Avenida Colombo 5790

CONCLUSÕES

Foi confirmada a hipótese de que cultivares mais produtivas são exigentes em termos nutricionais. Houve diferenças entre as cultivares para as quantidades de macronutrientes, em que a cultivar de ciclo precoce mostrou-se, como uma das mais exigentes para região em estudo. Em relação aos micronutrientes exportados, não houve diferenças entre as cultivares. Esta pesquisa pode servir de base de dados para novas tabelas de exportação de nutrientes.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Proc 141140/2017-8

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bataglia OC, Mascarenhas HAA. Absorção de nutrientes pela soja. Campinas: Instituto Agronômico de Campinas; 1977.

Bender RR, Haegele JW, Below FE. Nutrient Uptake, Partitioning, and Remobilization in Modern Soybean Varieties. Agron. J. 2015:107; 2, 563-573. http://dx.doi.org/10.2134/agronj14.0435

Borkert, CM. Extração de nutrientes pela soja. In: Reunião de pesquisa de soja da região sul; 1986 Dez; Chapecó, Santa Catarina. Anais.Chapecó: EMPASC Embrapa-CNPSo; 1986. p.164-165.

Cordeiro DS, Sfredo GJ, Borkert CM, Sarruge JR, Palhano JB, Campo RJ. Calagem, adubação e nutrição mineral. In: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Ecologia, Manejo e adubação da soja. Londrina, 1979 p.19-62.

Malavolta E, Vitti GC, Oliveira SA. Avaliação do estado nutricional das plantas: Princípios e aplicações. 2ª ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato; 1997.

Pauletti V, Motta ACV. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo/Núcleo Estadual Paraná; 2017.

Quarezemin M. Trigolo A, Silva R, Castro CD, Oliveira FA, Foloni J, Oliveira Junior AD. Marcha de acúmulo de micronutrientes por cultivares de soja com tecnologia RR e intacta. In: Congresso brasileiro de soja; Jul, 2015. Florianópolis, Santa Catarina. Tecnologia e mercado global: perspectivas para soja: anais. Londrina: Embrapa Soja, 2015.p. 1-5.

Silva CGM, Resende ÁVD, Gutiérrez AM, Moreira SG, Borghi E, Almeida GO. Macronutrient uptake and export in transgenic corn under two levels of fertilization. Pesq. Agropec .Bras. 2018: 53; 12, 1363-1372. http://dx.doi.org/10.1590/s0100-204x2018001200009

Tanaka RT, Mascarenhas HAA. Soja, nutrição correção do solo e adubação. Campinas: Fundação Cargill, 1992.

CARBONO E NITROGÊNIO EM PLANTAS DE COBERTURA LEGUMINOSAS DE VERÃO

Monica de Andrade Seixas[1], Paulo César Conceição[1], Leandro Alves Freitas[2], Jaqueline Kristiane da Rosa[2], Weslei Sbalcheiro[1]

RESUMO: Com a exploração desenfreada em busca de matérias primas, muitas áreas foram degradadas, perdendo teores de matéria orgânica e nutrientes. Dessa forma, o uso de plantas de cobertura, surgiu como uma medida de recuperação da saúde do solo. Por ser uma medida pouco utilizada visto que não é uma cultura de importância econômica; o objetivo do trabalho foi verificar o potencial das plantas de cobertura, quanto ao teor de Nitrogênio, Carbono e relação C/N. O experimento foi instalado na área experimental da UTFPR-DV no ano de 2010, sobre o sistema de plantio direto, o delineamento foi blocos ao acaso, com 3 repetições, espécies: Crotalária juncea, Crotalária spectabilis, Lab Lab, Feijão de Porco, Guandu Anão, Mucuna cinza e preta, além de uma parcela em pousio. As coletas de plantas de cobertura foram efetuadas no ano de 2017. Os efeitos dos tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott. Os resultados obtidos não apresentaram diferença estatística sendo a relação C/N próxima a 16, valor considerado baixo e típico de leguminosas.

PALAVRAS CHAVE: Áreas degradadas, potencial, nutrientes.

INTRODUÇÃO:

A exploração desordenada, das áreas agrícolas provocaram alterações nas propriedades químicas, físicas e biológicas do solo interferindo na dinâmica da matéria orgânica e afetando a sua taxa de mineralização; ocasionando o esgotamento e a degradação do solo (Barros, 2013). Dessa forma, como tentativa de minimizar tais impactos algumas medidas foram adotadas como: o incentivo da adoção do sistema de plantio direto, rotação de culturas, semeadura direta, restos culturais, mínimo revolvimento do solo e uso de plantas de cobertura.

[1] Graduandos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. monicajgs@hotmail.com; wesleisbalcheiro@hotmail.com
[1] Professor Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. paulocesar@utfpr.edu.br
[2] Doutorandos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. leandroalvesfreitas@gmail.com; jaquelinekristiane@gmail.com

Desse modo, a adoção de plantas de cobertura no sistema, em plantio direto, tem o intuito de maior acúmulo no teor de matéria orgânica próximo à superfície, bem como a maior ciclagem de nutrientes para a cultura seguinte (Abrão et al., 1979; Camara et al., 2005, p. 790). Segundo Tiecher (2015) os resíduos deixados pelas plantas de cobertura, são as principais formas de entrada, para a manutenção ou aumento do carbono (C) orgânico no solo, que indicam boa qualidade do solo.

Todavia, as espécies de plantas de cobertura de verão são pouco utilizadas, devido as áreas estarem ocupadas, nessa época, por culturas de importância econômica, na região Sul do Brasil (Tiecher 2015). Sendo assim, o objetivo desse trabalho foi avaliar o potencial das plantas de cobertura leguminosas de verão, quanto a taxa de acúmulo de Carbono Orgânico (C), acúmulo de Nitrogênio (N), bem como a relação C/N, cultivadas no período de safrinha.

MATERIAL E METODOS:

O experimento foi realizado em área experimental pertencente à Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR), Campus Dois Vizinhos-PR, situada a 25º 41’ S, 53° 05’ O, a 526 metros de altitude. Sendo o solo classificado como LATOSSOLO VERMELHO (Embrapa,2013) com textura muito argilosa, e de acordo com Köppen o clima foi classificado como Cfa (C - subtropical úmido; f = sempre úmido; a = verão quente) (Alvares et al., 2013).

A implantação do experimento foi realizada no ano de 2010, e a coleta foi efetuada no ano de 2017 nas parcelas sobre o sistema de plantio direto com plantas de cobertura de verão, sem a aplicação de adubação Nitrogenada. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com três repetições, sendo composto por sete plantas de cobertura de verão: Crotalária juncea *(Crotalaria juncea)*; Crotalária spectabilis *(Crotalaria spectabilis)*; Feijão de porco *(Canavalia ensiformes)*; Guandu anão (*Cajanus cajan)*; Lab lab *(Dolichos lablab)*; Mucuna cinza (*Mucuna pruriens (L.) DC.)*; Mucuna preta *(Mucuna aterrima)* e um sistema sem plantas de cobertura (pousio).

As parcelas foram constituídas de 25 m² (5m x 5m), para cada espécie de cobertura. A semeadura foi realizada após retirada da cultura do milho em fevereiro de 2017, de forma mecanizada e com espaçamento de 0,45 cm entre linhas. Após as plantas serem coletadas com quadrado metálico com dimensão de 0,25 m² em cada parcela, essas foram secas em estufa a 65° para determinação da matéria seca da parte aérea.

O teor de Nitrogênio total (N) dos tecidos foi analisado através de digestão e destilação por semi-micro Kjeldahl (Tedesco et al., 1995),e o conteúdo de carbono (C) orgânico (Yeomans, J. C.; Bremner, 1988). Os resultados foram submetidos à análise de

normalidade das variâncias através do teste de shapir wilk (P< 0,05). O efeito das plantas de cobertura sobre os teores de Carbono (C) e Nitrogênio (N) foram comparados pelo teste de Scott-Knott (P>0,05) (1974). As análises estatísticas foram realizadas através do software Sisvar (Ferreira, 2011).

RESULTADOS:

Os tratamentos não apresentaram diferença estatística nos teores de C e N e relação C/N (Tabela 1). Esses resultados diferem dos obtidos por (Bertin et al., 2005) em que a Crotalária juncea, Feijão de porco, e Lab Lab obtiveram os maiores teores de Carbono e Nitrogênio.

Tabela 1- Teor de carbono orgânico (C), nitrogênio total (N) e relação C/N, das plantas de cobertura de verão no ano de 2017. UTFPR, Campus Dois Vizinhos-PR, 2019.

Causas da Variação		**C**	**N**	**C/N**
		(g/Kg^{-1})		
Plantas de Cobertura (P.C)	Cr.juncea	355,56	23,48	15,77
	C.spectabilis	369,53	31,78	13,66
	F.porco	357,91	21,02	18,96
	G.anão	374,47	28,98	13,51
	Lab-lab	395,57	23,70	18,77
	M.preta	396,29	28,56	13,97
	M.cinza	368,94	26,15	15,46
	Pousio	361,28	17,05	21,79
Valor F		0,709$^{n.s}$	1,02$^{n.s}$	0,764$^{n.s}$
CV (%)		8,73	32,48	36,4
Média geral		372,44	25,09	16,49

**Médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scot-knott (P<0,05) de probabilidade de erro.
**n.s médias não diferem significativamente pelo teste de Scot-knott a (P<0,05).

Na relação C/N os tratamentos não obtiveram diferença. Devido a relação ser menor que 20, o Nitrogênio não é imobilizado no solo podendo ser rapidamente utilizado pela cultura sucessora. Já o pousio obteve maior relação C/N, por englobar materiais de outras famílias se comparado as plantas de cobertura que são todas leguminosas. Valores similares ao deste estudo também foram observados por Spagnollo et al. (2002), com relação C/N do feijão de porco de 14, guandu-anão de 19 e mucuna preta com 15.

Com uma relação C/N baixa, típica de leguminosas espera-se uma rápida decomposição do material o que poderá resultar em disponibilidade de nitrogênio ao sistema sucessor, ou perdas por lixiviação caso não haja espécies que utilizem esse nutriente posteriormente.

[1] Graduandos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. monicajgs@hotmail.com; wesleisbalcheiro@hotmail.com
[1] Professor Doutor, Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. paulocesar@utfpr.edu.br
[2] Doutorandos, Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR, Campus Dois Vizinhos, Paraná, Brasil. leandroalvesfreitas@gmail.com; jaquelinekristiane@gmail.com

CONCLUSÃO:

Não ocorreram diferenças para os teores de C e N bem como para a relação C/N entre os tratamentos estudados.

REFERÊNCIAS:

Alvares CA, Stape JL, Sentelhas PC, Gonçalves JLM, Sparovek G. Ko¨ppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift. 2013; 22: 711-728.
http://dx.doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Barros JDS. Contribuições da matéria orgânica do solo para mitigar as emissões agrícolas de gases de efeito estufa. Polêm!ca. 2013; 12:341-351. https://doi.org/10.12957/polemica.2013.6436.

Bertin EG, Andrioli I, Centurion JF. Plantas de cobertura em pré-safra ao milho em plantio direto. Acta Sci. Agron. 2005; 3: 379-386.
https://www.redalyc.org/html/1871/187117381001/

Camara RK, Klein VA. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. R. Bras. Ci. Solo. 2005; 29:789-796. http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbcs/v29n5/27890.pdf

Ferreira DF. Sisvar: um sistema de análise estatística computacional. Lavras: Ciênc. Agrotec. Vol. 35 nº.6. 2011 (Citado em 22 de mar 2019). Disponível em:
<http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542011000600001&lng=en&nrm=iso>.

Santos HG, Jacomine PKT, Anjos LHC, Oliveira VÁ, Lumbreras JF, Coelho MR, Almeida JA, Cunha TJF, Oliveira JB. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª edição. Brasília-DF: Embrapa; 2013.

Spagnollo E, Bayer C,Wildner, LP, Ernani PR, Albuquerque JA, Proença MM. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho no Sul do Brasil. R. Bras. Ci. Solo, 26:417-423, 2002
http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832002000200015

Tedesco, M. J. et al. Análises de solo, Plantas e Outros Materiais. In: 2. ed. Porto Alegre, Rs: [s.n.]. p. 174.

Tiecher T. Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil. Frederico Westphalen: Uri; 2015

Yeomans, JC, Bremner, JM. A rapid and precise method for routine determination of organic carbon in soil 1. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v. 19, n. May 2013, p. 1467–1476, 1988.

HORTAS URBANAS COMO ESTRATÉGIA DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL E DE CUIDADO COM O SOLO

Marcela Kobayashi de Lima Sant'Ana[1], Luis Felipe Nogueira[2], Larissa Kummer[3], Jana Magaly Tesserolli de Souza[4]

RESUMO: Embora haja leis que ditem sobre o uso e ocupação do solo de um município visando a conservação do patrimônio cultural, paisagístico e ambiental da cidade, há fatores comportamentais da população que podem contribuir na efetividade das medidas adotadas. Este trabalho teve como objetivo obter um panorama das ações dos participantes de um evento de extensão acerca de hortas urbanas, alimentos livres de agrotóxicos, separação e tratamento de resíduos. Como resultados, observou-se que a maioria dos participantes tem ou teve horta em casa; separa os resíduos, no mínimo, nas categorias reciclável e orgânico; consome alimentos orgânicos; e que 40% dos participantes, após o que viram e ouviram durante o evento, mostraram interesse em implantar hortas em casa. Pode-se destacar que, de modo geral, os participantes se sentiram motivados a implementar novos hábitos, o que demonstra a importância de se realizar esse tipo de evento, promovendo uma efetiva educação ambiental e maior integração entre a comunidade interna e externa à UTFPR.

PALAVRAS-CHAVE: agricultura orgânica, resíduos, vermicompostagem.

INTRODUÇÃO

O solo é um sistema dinâmico que se desenvolve através dos seguintes fatores: material de origem, relevo, organismos, vegetação e tempo (Santos *et al.*, 2018), sendo que a formação de 30 cm de solo pode levar de mil a dez mil anos (Häberli *et al.*, 1991). É importante para a manutenção da biodiversidade e do ciclo de nutrientes, para a proteção dos reservatórios naturais de água e para a produção de alimentos. Assim, essa matriz ambiental deve ser protegida, inclusive no espaço urbano, com o manejo adequado e sustentável (Primavesi, 1979).

[1]Graduanda de Tecnologia em Processos Ambientais, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Curitiba, marcelak.ambiental@outlook.com.
[2]Graduando de Engenharia Mecânica, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Curitiba.
[3,4]Departamento Acadêmico de Química e Biologia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Curitiba, R. Dep. Heitor de Alencar Furtado, 5000 - Cidade Industrial de Curitiba - Curitiba-PR - 81280-340.

A construção de hortas urbanas tem mostrado um crescimento no Brasil e, na cidade de Curitiba/PR, há programas de incentivo à agricultura urbana sem o uso de agrotóxicos, como a Lei Municipal nº 15.300/2018, que se refere à autorização dessa atividade em espaços públicos e privados. A Lei nº 9800/2000, que versa sobre o Zoneamento, Uso e Ocupação do Solo no Município de Curitiba, estabelece uma taxa de permeabilidade mínima nos terrenos variando de 25 a 50%, o que visa assegurar maior efetividade na infiltração de águas pluviais no solo, prevenindo enchentes e dando continuidade ao ciclo da água. Assim, por meio do incentivo ao cultivo de espécies vegetais nas residências para o consumo da família, pode-se garantir uma melhor permeabilidade nessas áreas devido à maior taxa de infiltração e retenção de água em solos ricos em matéria orgânica, quando comparados com solos com baixo teor de matéria orgânica e compactados (Primavesi, 1979).

O projeto de extensão "Hortas Urbanas: testando técnicas de cultivo, contextualizando conteúdos curriculares e promovendo educação ambiental", vinculado ao Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBi) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Câmpus Curitiba (UTFPR-CT), iniciou suas atividades em 2017, visando promover educação ambiental de modo multidisciplinar e apresentar as vantagens e as possibilidades de se estabelecer hortas nas cidades. O projeto dialoga com as políticas de desenvolvimento sustentável realizadas pela Prefeitura de Curitiba, permitindo assim uma partilha multilateral de conhecimento entre comunidade interna e externa à UTFPR.

Portanto, este trabalho se propõe a analisar o panorama das ações dos participantes de um evento de extensão acerca de hortas urbanas, alimentos livres de agrotóxicos, separação e tratamento de resíduos, e ainda o provável impacto que o evento trará nas rotinas dos participantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Como uma ação do projeto de extensão, o evento "Hortas Urbanas: Cultivar +, Reciclar +, Consumir melhor!" foi realizado no período de 11 a 14 de junho de 2018. As atividades foram desenvolvidas na UTFPR-CT, sede Centro, em formato de oficinas ministradas por alunos voluntários vinculados ao projeto, e também contou com uma exposição aberta aos visitantes. Para a realização das oficinas, estabeleceu-se parceria com o Centro Paranaense de Referência em Agroecologia (CPRA), responsável pela doação de minhocas para as vermicomposteiras, além de exemplares de diversas espécies de plantas cultivadas, os quais foram expostos durante o evento.

As oficinas foram estruturadas para abordar tanto teoria quanto prática (Tabela 1).

Com uma hora de duração, cada oficina foi realizada três vezes durante o evento, em horários diferenciados para atender diferentes públicos, sendo que uma das turmas foi exclusiva para idosas da Fundação de Ação Social (FAS).

Tabela 1. Descrição das atividades realizadas no evento.

Oficina	Proposta
Reciclando a matéria orgânica: a vermicompostagem na prática	Incentivo ao tratamento de resíduos orgânicos domiciliares através da demonstração do ciclo do alimento; confecção de um modelo de vermicomposteira; explicação sobre os principais cuidados.
Reutilize e faça sua própria horta vertical	Apresentação do conceito de hortas urbanas e sua importância; explanação sobre cultivo de hortaliças, manejo adequado do solo e utilização de composto; confecção de horta vertical suspensa.
Jardim alimentício: conhecendo os cuidados e cozinhando com as PANC	Histórico e definição das PANC; debate sobre segurança e diversificação do consumo alimentar; degustação de pratos tendo as PANC como ingredientes.

A partir de um questionário respondido pelos participantes das oficinas e visitantes da exposição, foi feita a compilação dos dados para avaliação das respostas. Foi realizada, ainda, uma análise de qui-quadrado de Pearson, com o intuito de verificar se a formação acadêmica na área ambiental possuía influência nas respostas dadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve a participação de mais de 150 pessoas no evento, sendo 82% da comunidade UTFPR, e estando presentes também pessoas de outras universidades e da Prefeitura Municipal de Curitiba (PMC). Ao total, 79 pessoas responderam ao questionário.

Como resultado, 84% das pessoas informaram que já tiveram ou têm horta em casa. A hipótese inicial era de que a formação acadêmica na área ambiental poderia exercer uma influência na resposta dada pelos participantes. Entretanto, observou-se que estas são variáveis independentes (χ^2=2,29; df=1; p=0,13). Pelo fato de Curitiba ser considerada uma cidade modelo em termos de sustentabilidade, é possível inferir que a população já tenha mais apreço pelo meio ambiente devido às políticas públicas de incentivo do próprio município (PMC), não sendo a formação acadêmica um pré-requisito para se ter atitudes sustentáveis no dia-a-dia.

Segundo dados da Secretaria de Estado da Saúde do Paraná (SESA, 2018), o Paraná é um dos estados que mais consome agrotóxicos. Contudo, 75% das pessoas que responderam ao questionário informaram não saber disso. Também foram realizadas perguntas referentes ao consumo de produtos orgânicos (Figura 1) e à separação de resíduos (Figura 2).

Figura 1 - Consumo de produtos orgânicos

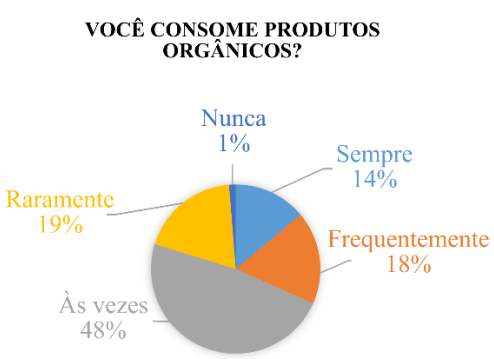


Figura 2 - Separação de Resíduos

Quanto ao provável impacto do evento sobre as rotinas dos participantes, 40% alegaram sentir-se motivados a implantar horta em casa; 34% a consumir alimentos diversos, como as PANC; 24% a fazer vermicompostagem/compostagem em casa; e 2% não responderam à pergunta.

CONCLUSÕES

Foi possível observar que a maioria das pessoas tem ou teve horta em casa e que, no mínimo, separa o resíduo nas categorias reciclável e orgânico. Além disso, independentemente do nível de informação acerca do uso de agrotóxicos no estado do PR, quase metade dos participantes informou consumir alimentos orgânicos. Tendo em vista que muitos participantes se sentiram motivados a implementar novos hábitos, conclui-se que os participantes mostraram interesse pelo evento e que as atividades propostas foram impactantes para os mesmos. Dessa forma, destaca-se a necessidade de que mais ações de extensão como esta sejam realizadas, uma vez que a efetividade da educação ambiental está relacionada à sua constância e perenidade.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos às alunas Pamela Bone, Viviane Montenegro e Márcia Zago por auxiliarem a ministrar oficinas no evento; ao Departamento de Extensão (DEPEX) e à Diretoria de Relações Empresariais e Comunitárias (DIREC-CT) pelo auxílio financeiro.

REFERÊNCIAS

Häberli R *et al*. L'affaire sol. Pour une politique raisonnée de l'utilisation du sol (PRN 22). Gèneve: Geourg Editeur S.A.; 1991.

Primavesi A. Manejo ecológico do solo: a agricultura em regiões neotropicais. São Paulo: Nobel; 1979.

Santos HG *et al*. Sistema brasileiro de classificação dos solos. 5 ed. Brasília: Embrapa; 2018.

Secretaria de Estado da Saúde do Paraná – SESA. Linha guia da atenção às populações expostas aos agrotóxicos. 1 ed. Curitiba: SESA; 26/03/2018. Disponível em: http://www.saude.pr.gov.br/arquivos/File/LinhaGuiaAgrotoxicos.pdf.

MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO E SUAS FRAÇÕES EM SISTEMAS DE ROTAÇÃO DE CULTURA SOB SPD

Daniel Mocelin Silveira[1], Josiane Bürkner dos Santos[2], André Luiz Oliveira de Francisco[3], Marcus Rogerio Ramos Junior[4], Tatiane Conceição Moreira da Silva[5]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi avaliar os estoques de Carbono Orgânico Total (COT), Carbono Orgânico Particulado (COP), Carbono Orgânico Associado aos Minerais (COAM) e a variação temporal da matéria orgânica do solo (MOS) em sistemas de rotação de cultura (SRC) sob Sistema Plantio Direto (SPD). O experimento foi instalado na estação experimental do IAPAR em Londrina - PR no ano de 2013 (Marco Zero) e conduzido de 2014 a 2017 (ciclo de três safras). O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados (DBC) com seis tratamentos, denominados de Rotação Produtor, Produtor Melhorado, Máxima Palhada, Agroenergia, Comercial Intensivo e Diversificado Intensivo, com quatro repetições. Foram avaliados os estoques de COT, COP e COAM em profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 centímetros e a variação no tempo (2014 – 2017) da MOS em profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 centímetros. O SRC Diversificado Intensivo mostrou-se ser menos eficiente em acumular carbono para a camada de 0 a 5 cm nas frações COT e COP, já a rotação Agroenergia se sobressaiu aos demais em relação ao estoque de COP e foi a única rotação que manteve o teor de MOS em relação ao Marco Zero na camada 10 a 20. O tempo de avaliação de 3 anos foi considerado curto, necessitando a repetição das avaliações ao longo dos ciclos destas rotações.

PALAVRAS-CHAVE: manejo de solo, fracionamento granulométrico, conservação de solo.

INTRODUÇÃO

O SPD é uma estratégia conservacionista que melhor preserva os recursos naturais, sendo amplamente difundida e indicada para países tropicais e subtropicais. O SRC é um dos requisitos mínimos para o SPD e compreende-se na alternância de espécies de famílias diferentes em um determinado período (safras). SRC distintos, apresentam diferenças na quantidade de palhada produzida ao longo tempo, sendo que quanto maior for a quantidade de palhada produzida maior será o incremento de MOS (MARTÍNEZ et al., 2018).

No ambiente a MOS desempenha inúmeras funções benéficas, sendo associada a

[1]Acadêmico, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, danielmocelin@hotmail.com
[2]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, santosjb@iapar.br
[3]Agente de Ciência e Tecnologia, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, alfrancisco@iapar.br
[4]Acadêmico, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, marcuspg96t@gmail.com
[5]Acadêmica, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, tatiannemoreirac@gmail.com

processos essenciais como a estocagem de carbono no solo, dinâmica da água, agregação do solo, elevação da capacidade de troca catiônica, ciclagem e retenção de nutrientes no solo, maior atividade microbiológica, entre outros (ROSCOE; MERCANTE; SALTON, 2006).

O objetivo deste trabalho foi avaliar os estoques de COT, as frações COP e COAM e a variação temporal da MOS em SRC sob SPD em Londrina – PR.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Agronômico do Paraná em Londrina – PR, em área experimental com histórico de condução sob SPD durante 11 anos, onde no inverno era cultivado aveia preta e no verão milho e soja de forma alternada. Localizada geograficamente a 23º 22' Sul e 51º 10' Oeste, com altitude de 585 m. De acordo com a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo subtropical úmido (Cfa), com média anual de temperatura de 21,1ºC e precipitação de 1641 mm (IAPAR, 2019). Na área experimental o solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Eutroférrico típico, textura argilosa, A moderado, fase floresta tropical subperenifólia com relevo suave ondulado (BHERING; SANTOS, 2008).

O delineamento experimental utilizado foi o DBC com seis tratamentos constituído por quatro repetições e parcelas de 300 m² (Quadro 1).

Quadro 1 - Tratamentos na área experimental da sede do IAPAR em Londrina, durante um ciclo de três safras, sendo composto por plantas comerciais e de cobertura de solo.

Tratamentos	**2014/15**		**2015/16**		**2016/2017**	
	Inverno	**Verão**	**Inverno**	**Verão**	**Inverno**	**Verão**
Rotação Produtor	Milho Safrinha	Soja	Milho Safrinha	Soja	Milho Safrinha	Soja
Produtor Melhorado	Aveia Branca	Soja	Triticale	Milho	Trigo	Soja
Máxima Palhada	Centeio + Aveia Preta	Soja	Aveia+ Nabo+ Ervilhaca	Milho	Brachiaria	Soja
Agroenergia	Canola	Milho	Cártamo	Milho	Crambe/ Aveia preta	Soja
Comercial Intensivo	Trigo Mourisco/ Nabo	Milho	Feijão/ Aveia Preta	Soja	Trigo Mourisco/ Aveia preta	Soja
Diversificado Intensivo	Trigo	Milho + Brachiaria	Canola	Milho + Brachiaria	Feijão/ Aveia	Soja

FONTE: Os autores (2019).

As variáveis analisadas foram avaliados os estoques de COT, COP e COAM em profundidades de 0 a 5, 5 a 10 e 10 a 20 centímetros e a variação no tempo (2014 – 2017) da MOS em profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 centímetros. Para cada profundidade foi coletada quatro subamostras para a obtenção de uma amostra composta por parcela. A coleta das amostras integrais de solo deformadas e indeformadas (densidade) foi realizada em 2013 (Marco Zero) e 2017 (final do ciclo de três safras). Para o fracionamento granulométrico da MOS foi realizado de acordo com Sá (2001) e modificado por Santos (2006) e feito o cálculo

de estoque de carbono das amostras, para a análise química de carbono foi realizado por oxidação via úmida, conforme Walkley e Black (1934).Os resultados obtidos do final do ciclo de três safras foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas através do teste de Tukey ($p<0,05$). Para a comparação do Marco Zero com o final do ciclo de três safras foi realizado o teste de t de Student ($p<0,05$ e $p<0,01$), utilizando-se o software estatístico R Core Team (2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Conforme a Tabela 1, houve diferenças estatística para o COT somente na camada 0 a 5 onde o tratamento Diversificado Intensivo foi inferior aos demais. Resultado este, que pode ser explicado pelo fato de ser o único tratamento que no inverno e verão (2016/2017) foi cultivado espécies da família Fabaceae, a qual tem menor relação Carbono/Nitrogênio em relação a família Poaceae, o que faz acelerar a velocidade de decomposição MOS corroborando com Gazolla et al. (2015) aonde verificou a maior aceleração da decomposição dos estoques de carbono, proporcionado por espécies da família Fabaceae.

Tabela 1 - Carbono Orgânico Total (COT) Carbono Orgânico Particulado (COP) e Carbono |Orgânico Associado aos Minerais (COAM) em Mg ha^{-1} ao final do ciclo de três safras em três profundidades.

TRATAMENTOS		COT			COP			COAM		
	cm	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20	0 a 5	5 a 10	10 a 20
Produtor	Mg ha^{-1}	14,03a	10,23a	13,78a	2,08ab	1,04a	1,24a	11,69a	9,19a	16,53a
Produtor melhorado		13,49ab	9,94a	12,76a	1,66ab	0,83a	0,92a	11,83a	9,11a	15,57a
Máxima palhada		14,37a	10,41a	13,93a	2,21ab	1,06a	1,09a	12,16a	9,35a	16,26a
Agroenergia		14,03a	10,43a	13,57a	2,49a	1,04a	1,28a	11,37a	9,39a	17,12a
Comercial Intensivo		14,10a	10,37a	14,12a	2,00ab	0,90a	0,72a	12,11a	9,47a	16,89a
Diversificado Intensivo		12,65b	10,28a	13,62a	1,35b	0,80a	1,14a	11,46a	9,22a	16,91a
CV (%)		3,75	4,50	4,90	21,03	30,01	33,57	6,05	4,44	7,75

Médias seguidas por letras iguais nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ($p<0,05$).

Para o COP (Tabela 1) houve diferenças estatísticas somente para a camada 0 a 5 cm, no qual o tratamento Agroenergia sobressaiu aos demais. Já o tratamento Diversificado Intensivo apresentou ser inferior aos demais, corroborando com os resultados anteriores de COT, em que este sistema de rotação demonstrou ter maior velocidade de decomposição dos estoques. Os resultados de COAM não foram significativos para os tratamentos avaliados, sendo que é característico desta fração não apresentar resultados a curto prazo.

Comparando o teor de MOS no Marco Zero com o final do ciclo de três safras, verificou-se que não houve diferenças estatísticas para a camada de 0 a 10 cm, já para a camada de 10 a 20 somente o tratamento Agroenergia não teve diferença estatística, mostrando ser o único que não apresentou variação nos teores de MOS.

[1]Acadêmico, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, danielmocelin@hotmail.com
[2]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, santosjb@iapar.br
[3]Agente de Ciência e Tecnologia, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, alfrancisco@iapar.br
[4]Acadêmico, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, marcuspg96t@gmail.com
[5]Acadêmica, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, tatiannemoreirac@gmail.com

Tabela 2 – Teor da Matéria Orgânica do Solo (MOS) (%), comparando o ano 2013 (Marco Zero) e 2017 (Final do ciclo de três anos) em duas profundidades

Marco Zero			Final do ciclo de três safras			
cm	**0 a 10**	**10 a 20**	**Tratamentos**	**cm**	**0 a 10**	**10 a 20**
%	3,96	2,68	Produtor	%	3,84^{ns}	2,37**
			Produtor melhorado		3,71^{ns}	2,39*
			Máxima palhada		3,92^{ns}	2,40*
			Agroenergia		4,00^{ns}	2,46^{ns}
			Comercial Intensivo		3,96^{ns}	2,43*
			Diversificado Intensivo		3,79^{ns}	2,41*

Comparação dos anos 2013 (Marco Zero) e 2017 (Tratamentos) para cada tratamento avaliado através do teste de t de Student, ^{ns}: Não-signficativo a 5 %. * e **: Significativos a 5 e 1 %, respectivamente.

CONCLUSÕES

O SRC Diversificado Intensivo mostrou-se ser menos eficiente em acumular carbono que os demais sistemas na camada de 0 a 5 cm para a fração COP e também para o estoque de COT. O sistema Agroenergia na camada de 0 a 5 cm, se sobressaiu aos demais provavelmente pelo maior aporte de resíduos provenientes da cultura do milho em dois verões seguidos, apresentando maior eficiência para elevar o estoque de Carbono na fração mais leve (COP) e ainda ser o único a manter e não diminuir o teor de matéria orgânica após três safras. O tempo de avaliação de 3 anos foi considerado curto, necessitando a repetição das avaliações em novos ciclos .

REFERÊNCIAS

BHERING, S. B.; SANTOS, H. G. Mapa de Solos do Estado do Paraná. Legenda atualizada. Rio de Janeiro: Embrapa Florestas: Embrapa Solos: Instituto Agronômico do Paraná, 2008. 74p.

GAZOLLA, P. R. et al. Frações da matéria orgânica do solo sob pastagem, sistema plantio direto e integração lavoura-pecuária. Ciências Agrárias, Londrina, v. 36, n. 2, p. 693-704, 2015. Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=4457-44147010>.

IAPAR. Médias históricas em estações do IAPAR. 2019. Disponível em: <http://www.-iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=677>.

MARTÍNEZ, J. M. et al. Estimating soil organic carbon in Mollisols and its particle-size fractions by loss-on-ignition in the semiarid and semihumid Argentinean Pampas. Geoderma Regional, v. 12, p. 49-55, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.-geodrs.2017.12.004>.

R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2008

ROSCOE, R; MERCANTE, F.M.; SALTON, J. C. (Ed.). DINÂMICA DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO: EM SISTEMAS CONSERVACIONISTAS Modelagem Matemática e Métodos Auxiliares. 2006. Disponível em: <http://docsagencia.cnptia.embrapa.br/agriculturaOrganica/Sistemas_Manejo_Materia_Organica.pdf>.

SÁ, J. C. M. Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas de manejo convencional e plantio direto. 2001, 141 p. Tese (Doutorado) - ESALQ, Piracicaba, 2001.

SANTOS, J. B. Alterações no estoque e taxa de sequestro de carbono em um latossolo vermelho submetido a sistemas de manejo. 2006. 120 p. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An Examination of the Degt Jareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic acid Titration Method. Soil Science, Philadelphia, v. 37, n. 1, p. 29-38, 1934.

MODELOS DIGITAIS DE TERRENO: DUAS ABORDAGENS PARA A DETECÇÃO DA EROSÃO EM SOLO AGRICOLA

Franquitto, Jessyca Kawana[1], Ribeiro, Selma Regina Aranha[2]

RESUMO: No uso adequado de solos agrícolas, no que tange ao meio ambiente e a produção agrícola, a erosão é um dos fatores preocupantes devido à perda de solos e como consequência empobrecimento do mesmo. Portanto a detecção da erosão é de suma importância. A área de estudo é uma porção de terreno na área de produção da Fazenda Escola Capão da Onça em Ponta Grossa. Existem diversas maneiras de detectar a erosão por meio do relevo, nesse estudo duas formas foram utilizadas, a clássica, mediante o levantamento planialtimétrico e com a aerofotogrametria usando uma Aeronave Remotamente Pilotada. No levantamento planialtimétrico cuidados "in loco" como representar as nuances do terreno e o conhecimento da área de estudo pode ou não comprometer o levantamento e consequentemente a representação do relevo. Com as imagens adquiridas por Aeronave Remotamente Pilotada cuidados também devem ser considerados, como a necessidade de pontos de controle e a resolução espacial adequada. O estudo conclui que, o levantamento com a Aeronave foi mais eficiente que o levantamento clássico na detecção da erosão, neste estudo, devido à peculiaridade apresentada na área não detectada por levantamento "in loco".

PALAVRAS-CHAVE: Fluxo de escoamento, Aeronave Remotamente Pilotada, Levantamento Planialtimétrico.

INTRODUÇÃO

Uma das perdas que gera um grande prejuízo não só para os produtores e sim para o meio ambiente, são as erosões, elas afetam não só o meio rural como podem ocorrer em estradas e meio urbano, devido sua grande importância para o meio rural em 1975 foi criado o programa de conservação dos solos no Paraná o qual incentivava adoções de práticas conservacionistas para o combate da erosão, (MERTEN et al, 2016). A erosão hídrica esta diretamente relacionada às condições climáticas, geomorfológicas, sendo fundamental considerar esses fatores no planejamento para o controle das mesmas.

Existe várias maneiras de se detectar ou representar uma erosão, sendo uma delas "in

[1]Universidade Estadual de Ponta Grossa, jefranquitto@hotmail.com.
Universidade Estadual de Ponta Grossa, selmar.aranha@gmail.com.

loco” e outra é por representação do relevo. A representação do relevo pode ser concebida por Modelos Digitais de Terreno (MDT). E esse por sua vez pode ser adquirido utilizando a predição de dados mediante levantamentos topográficos clássicos, levantamento aerotogrogramétricos ou ainda mediante topografia com o Sistema Global de Navegação por Satélite – GNSS. Devido ao exposto o estudo do relevo na Fazenda Escola é de suma importância, uma vez que na área de produção agrícola verificam-se processos erosivos.

No presente estudo utilizou-se de duas abordagens para a representação da área que apresenta erosão, com a topografia clássica e com imagem adquirida via Aeronave Remotamente Pilotada -RPA. Portanto dois MDT foram gerados, um pelo levantamento planialtimétrico o qual se utilizou de uma estação total, e o outro com levantamento aerofotogramétrico com RPA e, a partir dos MDTS dois subprodutos foram processados, os fluxos de escoamentos.

MATERIAL E MÉTODOS

Para a representação dos dois métodos utilizados e seus passos para a obtenção dos MDTs e seus derivados, tem-se o diagrama de blocos da figura 1.

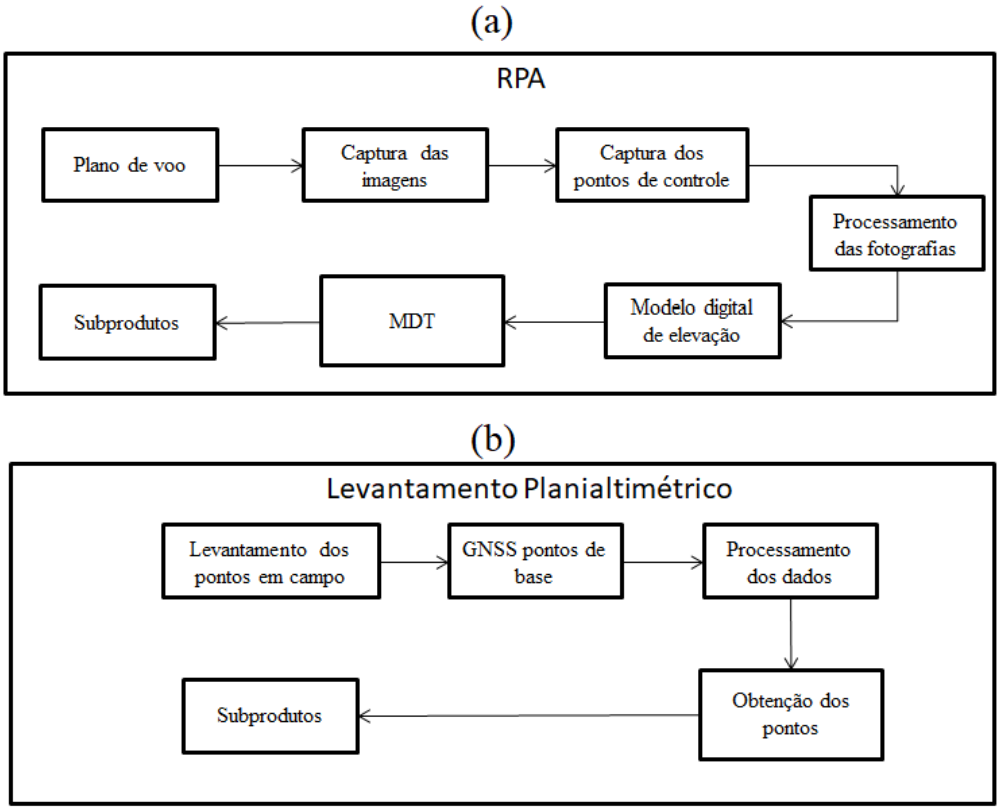


Figura 1 - Diagrama de Blocos - Etapas dos levatamentos necessárias para gerar MDT onde (a) é o utilizando RPA e as e (b) o levantamento utilizando a estão total.

Para o levantamento RPA foi utilizado o método de Andrade (1998) como planejamento de voo, e conceitos aerofotogramétricos de (JENSEN, 2013). A RPA utilizada foi o eBee com a câmera RGB, com resolução 3,4cm e com de recobrimento longitudinal 80% e lateral de 65%.

Para o levantamento clássico foi utilizada a estação total Leica Tc 407, com o levantamento de 150 pontos, os quais foram alocados em campo. Com o método descrito por Garcia, Piedade (1984) utilizando a irradiação. Os dados de campo foram processados no programa Posição e as imagens adquiridas via RPA no programa AgisoftPhotoscan. Os subprodutos foram gerados nos softwares ArcGis9 e no Surfer9.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 2 (a) e (b) exibe-se os MDTs, ambos com as cores hipsométricas e o fluxo de escoamento, em (a) gerado mediante imagens adquiridas por RPA e em (b) por meio do levantamento planialtimétrico. Nota-se a diferença nos MDTs e nos fluxos de escoamento. Esta diferença, primordial, entre os modelos é observada e demostrada pelo tronco materializado na Figura 2 (a), o qual existe em campo e foi detectado após o processamento das imagens RPA e com visita a campo, sendo uma barreira física deixando o escoamento diferente do levantamento demostrado pela Figura 1 (b). Com isso temos a peculiaridade do campo possuir uma barreira física na área da erosão, detalhes que não foi planejado no levantamento em "in loco", planialtimétrico.

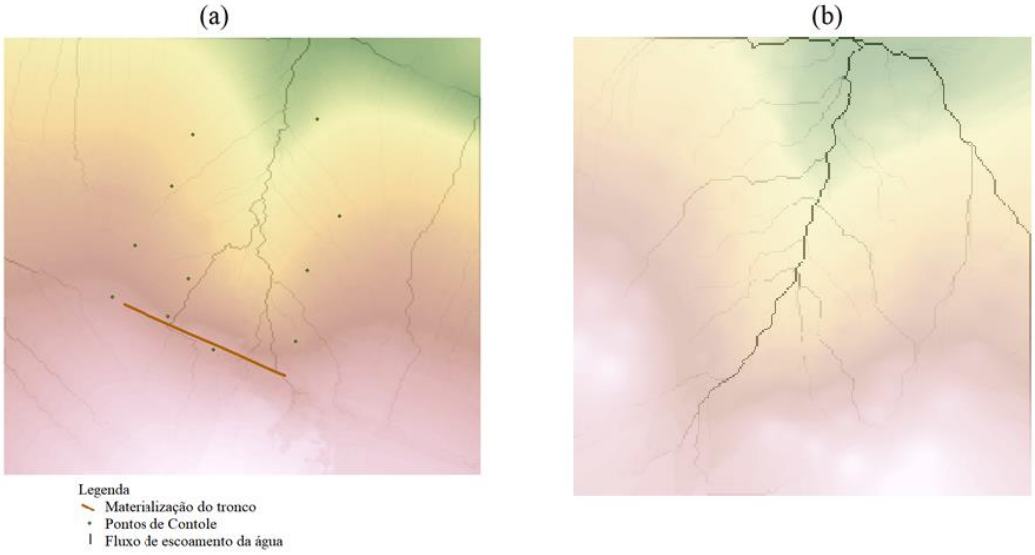


Figura 2 Representação dos MDT mediante RPA e Levantamento planialtimétrico

[1]Universidade Estadual de Ponta Grossa, jefranquitto@hotmail.com.
Universidade Estadual de Ponta Grossa, selmar.aranha@gmail.com.

Na Figura 3 tem-se o bloco diagrama com as duas abordagens demostrando que o levantamento em campo suaviza o terreno, não representando as verdadeiras feições do mesmo. Figura 3 (a) apresenta o levantamento por RPA e Figura 3 (b) o levantamento clássico, onde na figura (a) possui um circulo no local do tronco.

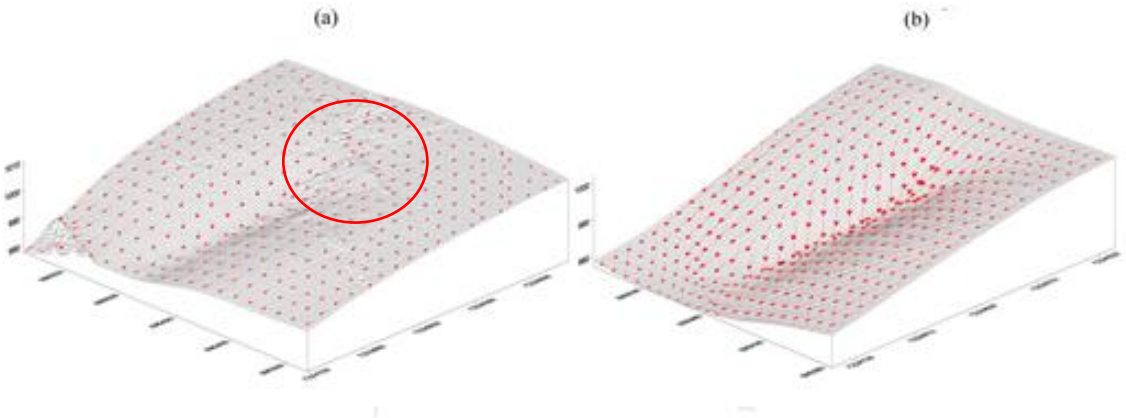


Figura 3 Figura 3 Bloco diagram com vetor do fluxo de água, (a) MDT de RPA com rotação 135° e inclinação de 25°, (b) MDT do levantamento planialtimétrico com rotação de 135° e inclinação 25

CONCLUSÕES

Para o presente estudo o método utilizando RPA obteve melhores resultados, tanto na detecção do obstáculo (tronco), quanto na representação da erosão e nuances do relevo. O MDT gerado a partir dos dados do levantamento clássico, não identificou o obstáculo (tronco), cujo não foi materializado no momento do levantamento planialtimétrico, pois se encontrava encoberto por vegetação, nota-se também que este MDT foi suavizado apresentando o bloco diagrama com superfície “lisa” e a direção de escoamento retilínea condições essas que não condizem com a realidade do terreno.

REFERÊNCIAS

Andrade, JB. Fotogrametria. 1.ed. Curitiba: SBRR, 1998.

Jensen, JR. Remote sensing of the environment: an earth resource perspective. 2. ed. Pearson Education Limited; 2013. v. 1.

Garcia, GJ.; Piedade, G C R. Topografia aplicada às ciências agrárias. São Paulo: Nobel; 1984.

MERTEN GH; ARÁUJO A G e BARBOSA GMC; Erosão no estado do Paraná: fundamentos estudos experimentos e desafios. Londrina: IAPAR; 2016.

ADSORÇÃO DE FÓSFORO EM DIFERENTES CLASSES DE SOLOS DO ESTADO DO PARANÁ

Eunápio José Oliveira Costa[1] Ivan Granemann de Souza Junior[2], Neuzilene das Graças Rossi[3], Raquel Romão Sevilha[4], Tadeu Toshiaki Inoue [5], Antonio Carlos Saraiva da Costa[6]

RESUMO: Solos intemperizados da região tropical e subtropical úmida apresentam elevada capacidade de retenção de fósforo de vido a formação de complexos de esfera interna com os grupamentos ferrol ([]FeOH) e aluminol ([]AlOH) presentes nos óxidos de ferro (hematita/goethita/maghemita) e alumínio (gibbsita) cristalinos e pobremente cristalinos (ferrihidrita, alofana) presentes nestes solos. O objetivo do presente estudo foi determinar a capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) e o fósforo remanescente (P-rem) em diferentes classes de solo do estado do Paraná e avaliar suas interações com os atributos destes solos. Para tanto, foram amostradas quatro classes de solo: Latossolo Vermelho distroférrico (LVdf), Latossolo Vermelho distroférrico coletado em área de mata (LVdf*), Nitossolo Vermelho eutroférrico (NVef), Neossolo Litólico eutrófico (RLe) e Vertissolo Hidromórfico órtico (VGo), coletadas em três profundidades, 0-10, 10-20 e 20-40, localizados numa topossequência no município de Maringá-PR. As variáveis analisadas foram teor de argila, CMAP e P-rem. Os dados foram submetidos a correlações para obtenção do coeficiente de correlação de Pearson (r), na qual as variáveis citadas apresentaram correlação significativa a 5% ($p<0,05$). Os valores do teor de argila, CMAP e do P-rem variaram entre as classes de solo estudadas. O maior valor de adsorção foi observado para o LVdf. A CMAP e o P-rem são variáveis confiáveis para estimar a adsorção de P pelos solos, sendo o P-rem o mais indicado em virtude da sua praticidade.

PALAVRAS-CHAVE: Solos tropicais, CMAP, P-rem.

INTRODUÇÃO

Solos brasileiros em geral apresentam baixo teor natural e disponibilidade de P para as plantas; tal fato tem correlação direta com os atributos químicos, físicos e mineralógicos

[1]Mestre, CENTEIO, eunapioagro@hotmail.com
[2]Doutor, UEM, ivangsjunior@gmail.com
[3]Doutoranda, UEM, neuzilenerossii@gmail.com
[4]Mestranda, UEM, rrsevilha@gmail.com
Prof. Dr, UEM, ttinoue@uem.br
[5]Prof. Doutor, UEM, antoniocscosta@gmail.com

das diferentes classes de solos, que são em sua maioria muito intemperizados.

Os óxi-hidróxidos de ferro e alumínio presentes em grande quantidade na fração argila desses solos resultam do intemperismo dos minerais primários e apresentam elevados valores de área superficial específica, apresentando também cargas superficiais positivas, capazes de adsorver o P, resultando numa menor disponibilidade para as plantas (Novais e Smyth, 1999). Dessa maneira, conhecer a interação do P com diferentes classes de solos são fundamentais para a melhoria das práticas de avaliação e correção da fertilidade dos solos do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

As amostras analisadas no presente estudo consistem em quatro classes de solos coletadas em três profundidades (Tabela 1), numa topossequência localizada próxima ao contorno Sul, no município de Maringá – PR.

Tabela 1. Classificação, profundidade de amostragem e acrônimo das quatro classes de solos avaliadas

Classificação Brasileira[1]	[2]Prof. (cm)	[3]Soil Taxonomy	Acrônimo
Latossolo Vermelho distroférrico	0 - 10 10-20 20 - 40	Oxissolo	LVdf
LatossoloVermelho distroférrico*	0 - 10 10-20 20 - 40	Oxissolo	LVdf*
Nitossolo Vermelho eutroférrico	0 - 10 10-20 20 - 40	Oxissolo	NVef
Neossolo Litólico eutrófico	0 - 10 10-20 20 - 40	Entissolo	RLe
Vertissolo Hidromórfico órtico	0 -10 10-20 20 - 40	Vertissolo	VGo

[1]SiBCS (EMBRAPA, 2018); [2]Profundidade; [3](USDA, 2010); *Solo coletado em área de mata.

O teor de argila foi determinado nas diferentes amostras de TFSA dos solos pelo método do densímetro (EMBRAPA, 2011). Para determinação do fósforo remanescente foi utilizada a metodologia proposta por Alvarez et al. (2000), em solução de equilíbrio obtida após agitação de uma amostra de TFSA dos solos de 5 cm^3 com 50 mL de solução de $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1}, contendo 60 mg L^{-1} de P, durante 10 minutos. A leitura do P sobrenadante foi determinada pelo método colorimétrico (EMBRAPA, 2011).

A determinação de capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) da terra fina seca ao ar (TFSA) foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Novais e

Smyth (1999). Foram pesados aproximadamente 2,5 g do solo em duplicatas e transferidos para tubos de centrífuga de 50 mL, em seguida foi adicionado 25 mL da solução de $CaCl_2$ 0,01 mol L^{-1} com quantidades crescentes de fósforo na forma de KH_2PO_4 (0; 5; 10; 20; 40; 60; 80; 120 e 160 mg L^{-1} de P). Posteriormente os tubos foram submetidos a agitação em mesa agitadora horizontal durante 4 horas a 160 rpm. As amostras foram mantidas em contato da solução por mais 20 horas, totalizando 24 horas. A leitura do P no sobrenadante foi determinada pelo método colorimétrico (EMBRAPA, 2011).

Os valores de coeficiente de correlação de Pearson (r) e a significância (p) foram obtidos por meio do programa estatístico Sigma Plot® (versão 11.0).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de argila das classes analisadas apresentaram pequena variação, havendo pequeno acréscimo no teor de argila em profundidade devido a existência de alguma argila dispersa em água no Horizonte A (Tabela 2). Já os valores de P-rem apresentaram pouca variação nos solos avaliados, resultando numa média de 27,5 mg kg^{-1}. Fontana et al. (2013) estudando três topossequências originadas do basalto relataram valores de P-rem próximos a este estudo.

Elevados valores de CMAP foram encontrados para as diferentes classes de solo. Tal comportamento é condizente com os valores de P-rem determinados (Tabela 2). Os solos mais intemperizados LVdf e NVef adsorveram mais fósforo quando comparado ao RLe. O VGo apresentou valores de CMAP comparáveis aos dos solos mais intemperizados por possuir maiores teores de Fe e Al em minerais pobremente cristalinos (dados não apresentados) que possuem grande afinidade por fósforo.

O teor de argila apresentou correlação significativa e positiva com CMAP ($r = 0,75$ $p<0,01$) e negativa com P-rem ($r=-0,55$; $p<0,05$). Fontana et al. (2013) encontraram coeficientes de correlação próximos aos obtidos, para CMAP e P-rem. A CMAP correlacionou-se negativamente e significativamente com o P-rem ($r = -0,78$ $p<0,01$), podendo ser utilizada para estimar a adsorção de P. Resultados semelhantes foram encontrados por Simonete et al. (2018).

[1]Mestre, CENTEIO, eunapioagro@hotmail.com
[2]Doutor, UEM, ivangsjunior@gmail.com
[3]Doutoranda, UEM, neuzilenerossii@gmail.com
[4]Mestranda, UEM, rrsevilha@gmail.com
Prof. Dr, UEM, ttinoue@uem.br
[5]Prof. Doutor, UEM, antoniocscosta@gmail.com

Tabela 2. Teor de argila, fósforo remanescente (P-rem), capacidade máxima de adsorção de fósforo (CMAP) em cinco classes de solos de uma topossequência do município de Maringá – PR

Solos[1]	Prof.	Argila	P-rem	CMAP
	cm^{-1}	g kg^{-1}	mg kg^{-1}	
LVdf	0 - 10	610	23 ± 2,1	986 ± 11,2
	10-20	840	24 ± 0,2	1080 ± 5,3
	20 - 40	892	23 ± 0,1	1145 ± 17,7
LVdf*	0 - 10	620	32 ± 4,3	840 ± 15,6
	10-20	600	31 ± 2,0	812 ± 23,1
	20 - 40	730	29 ± 0,5	945 ± 12,4
NVef	0 - 10	650	26 ± 0,1	835 ± 4,3
	10-20	700	27 ± 0,3	886 ± 4,1
	20 - 40	820	25 ± 1,7	1004 ± 2,4
RLe	0 - 10	530	32 ± 0,0	781 ± 26,7
	10-20	520	31 ± 0,3	739 ± 8,2
	20 - 40	500	30 ± 3,0	736 ± 10,4
VGo	0 -10	540	29 ± 1,7	981 ± 15,5
	10-20	600	26 ± 0,7	994 ± 2,0
	20 - 40	600	26 ± 1,7	976 ± 19,7

[1] LVdf-Latossolo Vermelho distroférrico; LVdf*-LatossoloVermelho distroférrico mata; NVef-Nitossolo Vermelho eutroférrico;RLe-Neossolo Litólico eutrófico; VGo-Vertissolo Hidromórfico órtico.

CONCLUSÕES

Os maiores valores de CMAP, e EL e os menores valores de P-rem foram observados para o LVdf. A CMAP e o P-rem são variáveis confiáveis para estimar a adsorção de P pelos solos, sendo o P-rem o mais indicado em virtude da sua praticidade.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Processo nº 313188/2017-3 e CAPES pelo financiamento da bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

Alvarez VVH, Novais RF, Dias LE, Oliveira JA. Determinação e uso do fósforo remanescente. B. Inf. SBCS, v. 25, n. 1, p. 27-32, 2000.

Broggi F, Oliveira AD, Freire FJ, Freire MBGS, Nascimento CD. Fator capacidade de fósforo em solos de Pernambuco mineralogicamente diferentes e influência do pH na capacidade máxima de adsorção. Ciência e Agrotecnologia, v. 35, n. 1, p. 77-83, 2011.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa do Solo. Sistema brasileiro de classificação de solos. 5.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2018. 356p.

Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de Métodos de Análise de Solo. 2 ed. EMBRAPA/CNPS: Rio de Janeiro, 2011, 230p.

Fontana A, Pereira MG, Santos AC, Bernini TA, Anjos LHC, Fernandez CFD, Peinado FJM. Fósforo remanescente em solos formados sob diferentes materiais de origem em três topossequências, Pinheiral-RJ. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 5, 2013.

Novais RF, Smyth TJ. Fósforo em solo e planta em condições tropicais. Viçosa:Universidade Federal de Viçosa, 1999. 399 p.

Simonete MA, Ernani PR, Teixeira-gandra CFA, Moro L. Phosphorus adsorption in lowlands of Santa Catarina cultivated with rice and its relation with soil properties. Revista Ciência Agronômica, v. 49, n. 4, p. 566–573, 2018.

PRODUTIVIDADE DA CULTURA DO FEIJÃO (*Phaseolus vulgaris* L.) EM SISTEMA INTEGRADO DE PRODUÇÃO COM ADUBAÇÃO DE SISTEMA E ALTURAS DE MANEJO DA PASTAGEM

Jaíne Rosa Kemer [1], Jorge Luiz Locatelli[1], Felipe Bratti [2], Jonatas Thiago Piva[3].

RESUMO: O objetivo do trabalho foi avaliar o impacto do sistema ILP com doses de nitrogênio e alturas de manejo do pasto sobre o rendimento da cultura do feijão. Os tratamentos de inverno foram alturas de pastejo de 15 e 7 cm, e doses de 0, 75 e 150 kg N ha^{-1} na cultura da aveia. O feijão cv. IPR Tuiuiú foi semeado em sistema de plantio direto sobre o resíduo da palhada de inverno. Os dados foram obtidos através de análises em diferentes estágios da cultura, analisando a produtividade. Esses foram submetidos análise de variância pelo Teste de Tukey no programa Sisvar. O tratamento de inverno com 0 kg N em pastos manejados à 7 cm apresentou diferença significativa em relação aos demais tratamentos, verificando-se o menor rendimento. Destacam-se os tratamentos com 75 e 150 kg N pastejados à 7 cm com as maiores produtividades. Pastos manejados à 15 cm independente da adubação nitrogenada apresentaram rendimentos semelhantes. A ausência de adubação, associada à pastagem manejada de forma intensa, comprometeu o rendimento do feijão. Isto se deve ao baixo aporte de resíduos, que poderiam suprir a necessidade de nutrientes a longo prazo pela mineralização da palhada e a ausência de N em momentos críticos, considerando que a planta é ineficiente na fixação biológica.
PALAVRAS-CHAVE: Palhada de inverno, mineralização, nitrogênio.

INTRODUÇÃO

O feijão desempenha um importante papel na cadeia alimentar, apresentando excelente fonte de carboidratos, vitaminas, minerais, fibras e compostos fenólicos (Soratto, 2002). Paralelamente, constitui-se como um dos produtos de maior importância econômico-social, devido principalmente, à mão de obra empregada durante o ciclo da cultura e a possibilidade da sua produção em diversas regiões do país.

Além da produção considerável, o país se destaca como o maior consumidor do produto, com participação superior a 90% na produção e no consumo. Segundo

[1]Graduando em agronomia, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos. [2]Mestrando em Ciência do solo, Universidade Federal do Paraná [3]Professor adjunto departamento de Ciências Biológicas e Agronômicas, Universidade Federal de Santa Catarina, campus Curitibanos.

estimativas da Conab (2018), o panorama da safra 2017/18 indica que o feijão de cores representa 59,9% do volume produzido, seguido pelo feijão preto, com 14,7% da produção e o caupi com 25,4%. Essa produção está inserida em pequenas e médias propriedades agrícolas, e o aumento dos rendimentos nas últimas décadas está diretamente relacionada à intensificação dos sistemas de produção, que aliam o manejo do solo às inovações do melhoramento genético para potencializar os rendimentos da cultura.

Entre as inovações destaca-se o Sistema de Integração Lavoura-Pecuária (ILP), que permite a diversificação das atividades agrícolas de maneira consorciada, em rotação e/ou sucessão, de forma harmônica, garantindo benefícios para ambos os cultivos inseridos. O sistema, quando bem manejado, garante pastos de qualidade aos bovinos, que por sua vez convertem a proteína em carne, gerando renda. Além disso, a deposição de esterco e urina associada aos resíduos vegetais promovem a maior ciclagem de nutrientes e maximizam o efeito do fertilizante, favorecendo diretamente a cultura do feijão (Carvalho et al., 2005).

Considerando todos os benefícios proporcionados pelo sistema de integração Lavoura - pecuária, o trabalho tem como objetivo avaliar os efeitos da intensidade de pastejo e doses de nitrogênio na cultura do inverno e seu efeito nos rendimentos do feijão preto cultivado na sequência no verão no planalto serrano.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Catarina, Campus de Curitibanos. Localizada a uma latitude de 27º16’25.55’’ sul e a uma longitude de 50º30’14.41’’ oeste e altitude média de 1000 metros. O clima da região é do tipo Cfb, (Köppen), com temperatura média entre 15ºC e 25ºC, e precipitação média anual de 1600 mm. O solo do experimento é um Cambissolo Háplico Tb Distrofico de textura argilosa (663 g dm^{-3}).

A área vem sendo conduzida nos preceitos da integração lavoura-pecuária desde 2015. O cultura do feijão foi implantada na safra 2018/2019 sob os resíduos da aveia (cv. Iapar 61), e os tratamentos foram arranjados da seguinte forma: três doses de N (0, 75 e 150 kg ha^{-1}) aplicados em cobertura no perfilhamento da aveia e duas alturas de pastejo (15 e 7 cm), organizados num esquema fatorial 3 x 2, em blocos ao acaso com 4 repetições.

As avaliações ocorreram após o estágio de maturação fisiológica, período em que não ocorre mais incremento de matéria seca na planta. Para avaliar a produtividade foi estabelecido uma área amostral dentro de cada unidade experimental, perfazendo-se de 6 linhas de 0,40 cm por 6 metros de comprimento (2,4 x 6) totalizando 14,4 m^2. A colheita ocorreu de forma manual, com auxílio de uma roçadeira e a trilha foi realizada por um batedor acoplado à tomada de força do trator. Após o feijão foi pesado e a umidade corrigida a 14 %, sendo extrapolado para kg ha^{-1}.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância com auxílio do programa Sisvar 5.6, e quando constatado efeito significativo às medias foram comparadas pelo teste de Tukey ($P<0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade do feijão diferiu entre os tratamentos, havendo diferença entre as intensidades de pastejo e doses de N. A área pastejada de forma intensa associada a ausência de adubação nitrogenada no inverno apresentou os menores rendimentos, com 3.050 kg ha^{-1} (Tabela 1). Os demais tratamentos expressaram valores variando entre 3469 e 4250 kg ha^{-1}, porém, sem diferença estatística.

O menor rendimento observado está relacionado a maior intensidade de pastejo. Nessas condições, o solo está exposto as variações ambientais como às maiores amplitudes térmicas e a umidade é rapidamente perdida para a atmosfera. Além disso, esse efeito do superpastejo pode ainda alterar os atributos físicos do solo, aumentando a compactação e reduzindo a aeração do solo. Lanzanova et al**.** (2007) avaliando os atributos físicos do solo em sistema de ILP atribuíram a maior RP à variável umidade do solo, sobretudo à quantidade de matéria seca remanescente como cobertura de solo.

Tabela 1. Produtividade de grãos da cultura do feijão em sistema integrado de produção com adubação de sistema e alturas de manejo da pastagem na aveia. Curitibanos, SC. 2019.

	Alturas (cm)	
Doses de N (kg ha^{-1})	**7**	**15**
	kg ha^{-1}	
0	3050 bB	3469 aA
75	3876 aA	3790 aA
150	4250 aA	3873 aA

Médias seguidas por letras distintas maiúsculas nas linhas e minúsculas na coluna, diferem entre si pelo

teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A disponibilidade de N pode ter sido um dos principais fatores. Na cultura do feijoeiro o N deve provir principalmente da mineralização da matéria orgânica, dos fertilizantes nitrogenados e da fixação biológica de N_2 (FBN), mediante associação de bactérias (rizóbios) e as raízes dessa leguminosa (Hungria et al., 1991; Silva et al., 2006), entretanto, o baixo aporte de resíduos inviabilizou a liberação de nutrientes a longo prazo.

Os demais tratamentos avaliados não apresentaram diferenças significativas (Tabela 1), o que pode ser justificado pelo fato de que o experimento é relativamente novo (3 anos), e os tratamentos podem não estar totalmente estabelecidos na área. Além disso, a produtividade relativamente elevada pode estar relacionada a maior disponibilidade de N oriunda do adubo nitrogenado, pelos processos de mineralização da palhada, ou ainda da matéria orgânica do solo, que apresenta um valor próximo a 5%.

CONCLUSÕES

A maior intensidade de pastejo associada a ausência da adubação nitrogenada comprometeu o rendimento do feijão.

A menor pressão de pastejo (15 cm), mesmo sem a aplicação da adubação nitrogenada, foi capaz de garantir produtividades elevadas, equiparando a dose de 150 kg ha^{-1} de N.

REFERÊNCIAS

Soratto, R. P. Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo da água e parcelamento da adubação nitrogenada. 2002. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2002.

Carvalho, P. C. F. et al. O estado da arte em integração lavoura e pecuária. In: CICLO DE PALESTRAS EM PRODUÇÃO E MANEJO DE BOVINOS, 10., 2005, Porto Alegre. Anais... Canos: ULBRA, 7-44, 2005.

Hungria, M.; Barradas, C.A. & Vallsgrove, R.M. Nitrogen fixation, assimilation and transport during the initial growth stage of *Phaseolus vulgaris* L. J. Exper. Bot., 42:839-844, 1991.

Lanzanova, M. E., Nicoloso, R. S., Lovato, T, Eltz, Flávio, L. F., Amado, T. J. C., Reinert, D. J., atributos físicos do solo em sistema de integração lavoura-pecuária sob plantio direto. Rev Bras de Ciênc Solo. 31, 2007.

Silva, V.N.; Silva, L.E.S.F. & Figueiredo, M.V.B. Co-inoculação de sementes de caupi com Bradyrhizobium e Paenibacillus e sua eficiência na absorção de cálcio, ferro e fósforo pelas plantas. Pesq. Agropec. Tropical, 36:95-99, 2006.

Conab. Boletim da safra de grãos. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acesso em: 19 abr. 2019.

UTILIZAÇÃO DE ARP PARA LEVANTAMENTOS E DIAGNÓSTICOS EM FISCALIZAÇÃO DO USO DO SOLO AGRÍCOLA NO PARANÁ.

Luiz Renato Barbosa[1], Pedro Guglielmi Junior[2] Paulo Jorge Pazin Marques[3].

RESUMO: Ações de Defesa Agropecuária no Paraná desenvolvem-se através de métodos de diagnósticos em propriedades, mediante coleta de imagens fotográficas nas fiscalizações quanto ao uso do solo agrícola. O trabalho relativo ao correto uso deste primordial recurso, através de metodologia baseada na identificação de sistemas ineficientes, concorrendo para danos erosivos pelo método de diagnóstico visual das propriedades rurais, demanda demasiado gasto de tempo e recursos financeiros produzindo imagens de baixa qualidade. O objetivo deste trabalho foi comparar métodos de diagnósticos para avaliação de sistemas conservacionistas e danos erosivos ao solo agrícola, através da utilização do método inspeções das áreas sob fiscalização com auxílio de máquina digital ao nível do solo, com a utilização de Aeronave Remotamente Pilotada - ARP para coleta de imagens e posterior processamento através de "software" específicos.

PALAVRAS-CHAVE: Conservação de solos e águas, ARP(Drone), Fiscalização do Uso do Solo.

INTRODUÇÃO

No Paraná, a defesa agropecuária tem ações organizadas e executadas pela ADAPAR-Agência de Defesa Agropecuária do Paraná, que promove, entre outras atividades, o uso adequado do solo agrícola. Atualmente, são executadas ações de fiscalização através de métodos tradicionais de diagnósticos com base em caminhamento e inspeção visual em propriedades, além de coleta de imagens ao nível do solo. O Paraná foi pioneiro em ações voltadas à conservação do solo e água, inclusive com legislação específica que dá suporte para as ações de fiscalização. Apesar dos bons resultados na solução dos problemas de conservação de solos utilizando os métodos tradicionais de diagnóstico, é necessário aprimorar a fiscalização para melhorar a coleta de dados do campo, mensurar as áreas degradadas com mais precisão, otimizar recursos técnicos e financeiros, além de obter imagens com melhor acurácia. **Objetivo -** Avaliar e comparar métodos de diagnósticos para a coleta de imagens para avaliação de sistemas conservacionistas e danos erosivos ao solo agrícola, através da utilização do método tradicional, e a utilização de Aeronave Remotamente Pilotada (ARP).

MATERIAL E MÉTODOS

Foi selecionada uma propriedade com ocorrência de danos erosivos, onde foi utilizado o método de caminhamento na área e coleta de imagens ao nível do terreno. Posteriormente foi realizado o levantamento, através de ARP, com sensor de câmera RGB, para a coleta e processamento de imagens, como base nos procedimentos fiscais.

[1]Eng°Agrônomo Fiscal, ADAPAR, Londrina-PR, luizrenatob@adapar.pr.gov.br.
[2]Geógrafo, SEAB/DERAL, Londrina-PR, pedrogjr@seab.pr.gov.br.
[3]Eng°Agrônomo Fiscal, ADAPAR, Francisco Beltrão-PR, pmarques@adapar.pr.gov.br.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização de ARP produziu ganhos na realização do diagnóstico de campo pela rapidez na coleta de imagens, obtenção de imagens em áreas inacessíveis e material de alta qualidade com acurácia nas imagens processadas. Além disso, o uso de ARP otimizou os recursos, minimizando custos com recursos humanos e financeiros da ordem de 40 %, proporcionando economia nas ações de fiscalização da Adapar.

CONCLUSÕES

O método pelo uso de ARP demonstrou ser mais eficiente para levantamentos de diagnósticos na fiscalização do uso do solo, em comparação ao método tradicional de fiscalização, apresentando vantagem econômica e agilidade nos procedimentos, entregando produtos com alta qualidade de imagens, demostrando constituir importante ferramenta para as ações de fiscalização da Adapar.

AGRADECIMENTOS

ADAPAR, GERÊNCIA DE SANIDADE VEGETAL, DIRETORIA DE DEFESA AGROPECUÁRIA.

REFERÊNCIAS

CARVALHO, L.S.G & Cruz, C.L.Z. Validação de Ortorretificação através de pontos de controle de imagem de referência. 23/04/2019. Disponível em: <https://www.academia.edu/38756212/validacao_de_ortorretificacao_atraves_de_pontos_de_controle_de_imagem_de_referencia>

MINISTERIO DA DEFESA. Norma da Especificação técnica para aquisição de dados geoespaciais vetoriais de defesa da forca terrestre. 24/04/2019. Disponível em: <http://gege.fct.unesp.br/docentes/carto/galo/INDE_Infraestrutura_Nacional_de_Dados_Espaciais/2016_ET_ADGV_2a_Edicao_Textual_Anexo_A_Assinado.pdf>

PARANÁ, Agência de Defesa Agropecuária do Paraná. Coletânea de legislação sobre o uso do solo agrícola**.** 25/04/2019. Disponível em: <http://www.adapar.pr.gov.br/modules/faq/category.php?categoryid=9>

CRESCIMENTO DO LÚPULO INFLUENCIADO POR DIFERENTES NÍVEIS DE ACIDEZ

Marcus Vinícius Ribeiro de Oliveira[1], Marcelo Alves Moreira[2], Diego Fernando Roters[3]

Resumo: O lúpulo (*Humulus lupulus* L.), tem sua importância na fabricação de remédios, cosméticos e principalmente na produção de cervejas. O objetivo da pesquisa foi avaliar qual pH o lúpulo expressou maior rendimento de crescimento em condições de casa de vegetação em um Cambissolo Háplico Alumínico. O experimento ocorreu entre 2018 e 2019 na cidade de Lages (SC) no Campus do Centro de Ciências Agroveterinárias (CAV) da Universidade do Estado de Santa Catarina (UDESC). O Delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos, pH 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5 e 4 repetições. As variáveis analisadas foram altura de planta, massa seca de raiz, massa seca de parte aérea e massa seca total. A única variável que teve diferença estatisticamente significativa foi a altura de planta, onde o maior valor foi no pH 5,5. Contando que a única variável que teve diferença significativa foi a altura de planta, através disso pode-se concluir que o pH 5,5 teve a maior expressão, conforme as condições do experimento.

Palavras-chave: *Humulus lupulus* L.; pH; Cambissolo Háplico Alumínico.

INTRODUÇÃO

O lúpulo (*Humulus lupulus* L.) é uma planta perene, pertencente à família Cannabaceae, tendo utilização em produtos cosméticos, na fabricação de remédios e principalmente na produção de cervejas (MARCOS et al., 2011; PERAGINE, 2011).

Em 2018 a quantidade de área total plantada de lúpulo mundialmente teve um alcance de 60.544 ha e uma produção total de 117.633 toneladas, sendo os maiores produtores Os Estados Unidos da América, Alemanha e a República Checa e a China (International Hop Growers' Convention, 2018).

Os locais mais indicados para o cultivo do lúpulo tanto no Hemisfério Norte quanto do Sul são, locais entre as latitudes 35° a 55° (RODRIGUES et al., 2015), mas segundo alguns autores, lugares que possuem clima parecido com os dos locais dessas latitudes, também

[1]Doutorando em Ciência do Solo, UDESC – CAV, Av. Luis de Camões – 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC CEP 88.520.000.
[2]Professor da UDESC UDESC – CAV, Av. Luis de Camões – 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC CEP 88.520.000.
[3]Doutorando em Ciência do Solo, UDESC – CAV, Av. Luis de Camões – 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC CEP 88.520.000. diegoroters@gmail.com

são propícios para o cultivo do lúpulo, como os Campos de Lages, região mencionada no Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina feito pela EPAGRI (1999).

Ainda são poucos os estudos sobre a cultura do lúpulo em regiões análogas às dos Campos de Lages, por esse motivo a pesquisa visando as melhores condições para desenvolvimento desta cultura nessa região se faz necessária.

O pH é importante para a atividade microbiana, quantidade de cargas elétricas, estabilidade de agregados e a presença ou não de elementos tóxicos às plantas (ERNANI, 2008), por isso que a prática da calagem é um manejo indispensável para se obter um alto índice de produção da planta de lúpulo em solos muito ácidos, como os encontrados na região dos Campos de Lages, segundo Sousa (2005), o pH ideal para o cultivo do lúpulo é entre 6,0 e 7,0.

O objetivo do presente trabalho foi verificar qual o pH que a planta expressou maior desempenho de crescimento e um Cambissolo Háplico Alumínico, em condições de casa de vegetação.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC, no Campus do Centro de Ciências Agroveterinárias – CAV, localizada na cidade de Lages, Santa Catarina. O solo coletado foi um Cambissolo Háplico Alumínico do Campus do Centro de Ciências Agroveterinárias–CAV, onde o pH natural foi de 4,6. As características químicas do solo são: pH em água = 4,6, Al trocável = 7,1 $cmol_c.kg^{-1}$, H + Al = 14,75 $cmol_c.kg^{-1}$, Ca = 0,3 $cmol_c.kg^{-1}$, Mg = 0,36 $cmol_c.kg^{-1}$, K = 65 $mg.kg^{-1}$, P = 2,1 $mg.kg^{-1}$e M.O.= 50,1 $g.kg^{-1}$. Osolo foi incubado em sacos plásticos e calcariádos, chegando até os pH próximo de 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5. Foram postos 5,5 kg de solos secos em cada vaso plástico. O experimento foi realizado em casa de vegetação, onde teve início no dia 26 de janeiro de 2018 e término dia 9 de fevereiro de 2019. Foram avaliadosa massa seca da parte aérea, raiz e total, além da altura de planta. Foi feito adubação com nitrogênio utilizando como fonte a ureia com a dose equivalente de 200$kg.ha^{-1}$ conforme o manual Fertiliser RB 209 (2010).

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 4 tratamentos (pH 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5) e 4 repetições.

A análise estatística foi obtida por meio da análise da variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância no programa SASM – Agri (CANTERI et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na tabela 1 é apresentado à altura de planta e as massas seca de raiz, parte aérea e total, nos pH 5,0, 5,5, 6,0 e 6,5

Tabela 1. Altura de planta (cm), massa seca de raiz (g), massa seca de parte aérea (g) e massa seca total (g), em diferentes níveis de pH.

pH	A.P	MSR	MSPA	MST
	.....cm.....	.....g.....		
5,0	79,00 c	8,30 a	4,67 a	12,97 a
5,5	101,00 a	9,04 a	4,23 a	13,27 a
6,0	89,25 b	10,09 a	5,93 a	16,01 a
6,5	82,50bc	11,53 a	7,21 a	18,74 a

AP: Altura de Planta; MSR: Massa Seca de Raiz; MSPA: Massa Seca de Parte Aérea; MST: Massa Seca Total
Médias seguidas pelas mesmas letras minúscula na coluna, não diferem entre si pelo Teste deTukeya 5% de significância.

Fonte: Próprio autor, 2019

A única variável que apresentou diferenças significativas, nos diferentes níveis de pH, foi a altura de planta, onde o maior valor foi obtido no pH 5,5. Este acontecimento corrobora com Oliveira et al. (2019), onde eles trabalharam com adubação fosfatada e calagem para a planta de lúpulo com o mesmo tipo de solo e as mesmas condições de casa de vegetação, eles relatam que o pH que tiveram os resultados mais expressivos foi próximo a 5,5. Em relação a massa seca de raiz, parte aérea e total não houve diferenças significativas entre os pHs estudados; de acordo comGingrichet al.(2000), não é claro a influência do pH superficial do solo, entre 5,0 e 7,0, na produção de lúpulo,estes mesmos autores relatam que em outro experimento em uma área de aproximadamente 18,0m^2,não foi observada relação entre pH e produtividade do solo.

CONCLUSÃO

Com base nos resultados obtidos, onde as massas secas de raiz, parte aérea e total, não tiveram diferenças significativas e a única variável que obteve efeito estatisticamente significativo, foi a altura de planta, com base no resultado da varável altura de planta, por ter

[1]Doutorando em Ciência do Solo, UDESC – CAV, Av. Luis de Camões – 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC CEP 88.520.000.
[2]Professor da UDESC UDESC – CAV, Av. Luis de Camões – 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC CEP 88.520.000.
[3]Doutorando em Ciência do Solo, UDESC – CAV, Av. Luis de Camões – 2090 - Conta Dinheiro - Lages - SC CEP 88.520.000. diegoroters@gmail.com

sido a única variável, com diferença significativa pode-se concluir, que o pH mais expressivo foi o 5,5 em condições de casa de vegetação.

REFERÊNCIAS

Canteri MG, Althaus RA, Virgens JSF, Giglioti EA, Godoy CV. SASM – Agri:Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott – Knott Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, v.1, n.2, p.18 – 24, 2001.

Department for Environment, Food & Rural Affairs. Fertiliser Manual (RB209). Belfast: TSO, 2010.

Economic Commission Summary Reports. International hop growers convetion. Paris: IHGC, 2018.

Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina-EPAGRI. Zoneamento agroecológico e Socioeconômico de Santa Catarina. Florianópolis: EPAGRI, 1999.

Ernani, PR. Química do solo e disponibilidade de nutrientes.Lages: UDESC, 2008.

GingrichC,HartJ, Christensen N. Hops. Oregon. Oregon State University, [citadodia20/04/2019].Disponívelem:https://catalog.extension.oregonstate.edu/sites/catalog/files/project/pdf/fg79.pdf

Marcos JAM, Nadal JLO, Andión JP, Alonso JV, Pedreira-Ramisquido JMG, Paz JF.Guiadelcultivodellúpulo.[Galícia]:[s.n.], 2011.

Oliveira MVR, Moreira MA, Gatiboni LC, Coimbra JLM. Crescimento do lúpulo influenciado pela calagem e adubação fosfatada em Cambissolo Húmico Alumínico. Ituiutaba: Barlavento; 2019.

Peragine J. Growing your own hops, malts, and brewing herbs.Ocala:Atlantic, 2011.

Rodrigues MA,Morais JS.; Castro JPM. Jornada de lúpulo e cerveja: novas oportunidades de negócios. Bragança: Livro de Atas. 2015.

Sousa MJAC. Obtenção de plantas de*Humuluslupulus*L. resistentes a vírus. Lisboa. 2005 Tese (Doutorado em Biotecnologia Vegetal). Universidade de Lisboa. Lisboa 2005.

EFICIENCIA DE TIPOS E DOSES DE FERTILIZANTES NITROGENADOS PARA FEIJOEIRO CULTIVADO EM LATOSSOLO DE TEXTURA ARENOSA

Luiz Felipe Vasconcelos De Paula[1], Antônio Nolla[2], Durvalino Augusto Rodrigues Neto[1], Claudinei Minhano Gazola Junior[2], Thaynara Garcez da silva[1], João Henrique Castaldo[2]

RESUMO: O feijoeiro é uma cultura que necessita de adubação nitrogenada para otimizar seu crescimento e rendimento de grãos. No entanto, é preciso testar qual a dosagem que melhor se adequa para solos de textura arenosa, pois acaba resultando em maiores problemas de volatilização e lixiviação. O objetivo do trabalho foi avaliar a performance do feijoeiro submetido à aplicação de doses e tipos de fertilizantes nitrogenados em um Latossolo Vermelho distrófico de textura arenosa. Montou-se um experimentos em vasos preenchidos pelo Latossolo, sendo que os tratamentos consistiram da aplicação de sulfato de amônio, ureia e monoamônio fosfato nas doses de 0, 15, 30, 60, 120 e 240 kg ha^{-1} de N. Os adubos nitrogenados aumentaram o desenvolvimento do feijão. Porém, a maior dose de N reduziu o desenvolvimento das plantas. O maior desenvolvimento de feijão ocorreu com 160, 197 e 136 kg ha^{-1} de monoamônio fosfato, ureia e sulfato de amônio, respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: ureia, monoamônio fosfato, critério para adubação nitrogenada.

INTRODUÇÃO

No Brasil o feijoeiro representa importante fonte proteica na dieta alimentar da população. A produtividade média brasileira para safra 2018 ficou em torno de 1.143 kg ha^{-1} (CONAB,2018). Para o feijão, é necessária a adubação nitrogenada para maximizar a capacidade produtiva. Assim, se faz necessário estabelecer a dosagem adequada para solos de textura arenosa. Entre os fertilizantes, existem os adubos minerais, que apresentam rápida disponibilização de N em solução, porém maiores perdas por lixiviação e volatilização (Bissani et al., 2008). Os fertilizantes de natureza orgânica, capazes de disponibilizar N e outros nutrientes de forma gradual, mas a reação mais lenta destes produtos no solo possa resultar em redução no crescimento das plantas (Penteado, 2007). O objetivo do trabalho foi avaliar o crescimento e produtividade do feijoeiro submetido à aplicação de doses e tipos de fertilizantes nitrogenados em um Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa.

MATERIAL E MÉTODOS

[1]Graduando de agronomia, Universidade Estadual de Maringá l_fvasconcelos@hotmail.com.
[2]Docente, Universidade Estadual de Maringá,Estrada da Paca s/n- São Cristóvão – Umuarama – PR,.

O ensaio foi conduzido na Universidade Estadual de Maringá campus Umuarama, montado em colunas de PVC preenchidos com Latossolo Vermelho distrófico típico de textura arenosa (100 g kg^{-1} de argila), cuja caracterização química encontra-se descrita na Tabela 1.

Tabela 1. Caracterização química da camada de 0-20 cm de um Latossolo Vermelho distrófico típico sob campo natural

pH (H_2O)	Ca	Mg	Al	P	K	S	H+Al	T	V	M.O.	Argila
1 : 2,5	----- $cmol_c$ dm^{-3} -----			- mg dm^{-3} -		------- $cmol_c$ dm^{-3} ------			%	----g kg^{-1}----	
4,9	0,66	0,23	1,3	5,5	27	0,96	4,96	5,9	16,22	15	200

Ca, Mg, Al = (KCl 1 mol L^{-1}); P, K = (HCl 0,05 mol L^{-1} + H_2SO_4 0,025 mol L^{-1}); S = soma de bases; H+Al = acidez potencial (Acetato de cálcio); T= CTC pH 7,0; V= Saturação por bases; M.O.= matéria orgânica(Walkley-Black).

Aplicou-se calcário (PRNT = 85%) para elevar a saturação por bases até 60 Os tratamentos consistiram da aplicação de sulfato de amônio, ureia, monoamônio fosfato nas doses de 0, 15, 30, 60, 120 e 240 kg ha^{-1} de Nitrogênio. O delineamento foi fatorial 3X6 com 4 repetições. Semeou-se, feijão cultivar IFPR Andorinha do IAPAR. Todos tratamentos receberam P (75 Kg ha^{-1} de P_2O_5) e K (120 Kg ha^{-1} de K_2O). Aos 30 DAE as plantas foram coletadas e avaliou-se a altura de planta, diâmetro de caule, massa fresca e massa seca da parte aérea do feijoeiro. Os resultados foram submetidos à análise de variância, sendo as doses de N submetidas à análise de regressão e os adubos testados por Tukey a 5% de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação de adubos nitrogenados foi eficiente em aumentar a altura (Figura 1 A), diâmetro (Figura 1B), massa de matéria fresca (Figura 1C) e seca (D) de plantas de feijão. Apesar de ser uma espécie leguminosa, o feijoeiro não é capaz de suprir sua demanda total por nitrogênio através da fixação biológico, o demonstra a necessidade de adubação com fontes de N (Raij , 2011). Observa-se no entanto que a maior dose de N (240 kg ha^{-1} de N), reduziu o desenvolvimento das plantas. Isto deve ter ocorrido porque doses elevadas de N possam ter causada desequilíbrio fisiológico, o que pode ter levado à redução no crescimento da cultura.

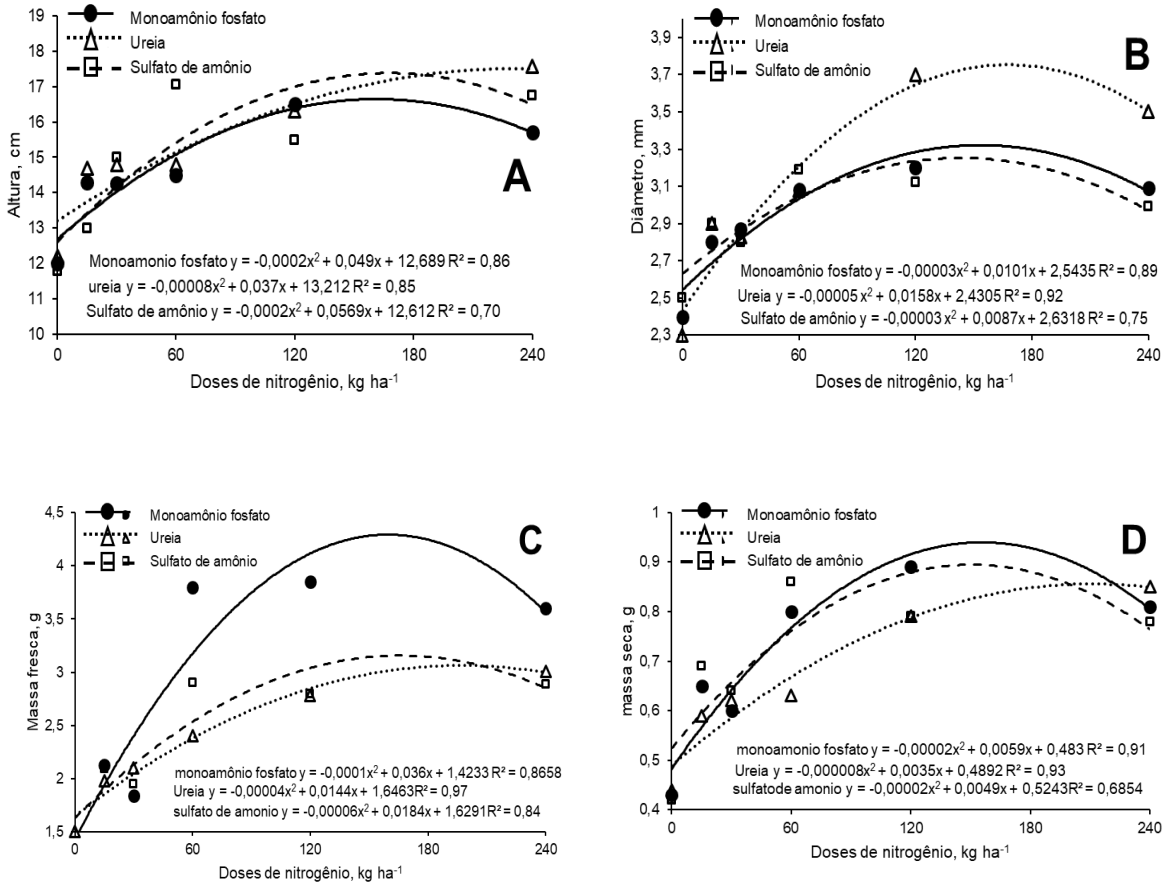


Figura 1- Altura (A), diâmetro do caule (B), massa de matéria fresca (C) e seca (D) da parte aérea de plantas de feijão cultivadas em um Latossolo Vermelho distrófico típico em função da aplicação de doses e fontes de adubos nitrogenados.

Em relação aos adubos nitrogenados testados, percebe-se que, de modo geral, todos apresentaram o mesmo comportamento, ou seja, as doses foram eficientes em aumentar o crescimento e desenvolvimento das plantas de soja, porém na maior dose testada as plantas se desenvolveram menos em relação às demais doses avaliadas (Figura 1). Assim, a partir da equação de regressão das variáveis avaliadas, as quais relacionam parâmetros de planta com doses de N para tipos de fertilizantes nitrogenados, é possível obter o ponto de máxima eficiência técnica a partir da primeira derivadas para as equações de regressão (Figura 1 e Tabela 2).

Tabela 2 Máximo desenvolvimento da parte aérea do feijoeiro em função da aplicação de fontes de N em um Latossolo Vermelho distrófico típico

Atributo	Altura	Diâmetro	Matéria seca	Matéria fresca	Média
Fontes	----------Dose de máxima eficiência técnica, kg ha^{-1}----------				
Monoamônio fosfato	142	168	180	148	160
Ureia	231	158	180	219	197
Sulfato de amônio	123	145	153	123	136

[1]Graduando de agronomia, Universidade Estadual de Maringá l_fvasconcelos@hotmail.com.
[2]Docente, Universidade Estadual de Maringá,Estrada da Paca s/n- São Cristóvão – Umuarama – PR,.

O máximo desenvolvimento das plantas ocorreu com a aplicação média de 160, 197 e 136 kg ha^{-1} de monoamônio fosfato, ureia e sulfato de amônio, respectivamente (Tabela 2). Isto demonstra que a dose de N recomendada (90 kg ha^{-1} de N em cobertura + semeadura) para o feijoeiro pode ser insuficiente para o desenvolvimento das plantas de forma adequada, especialmente para a fonte que apresenta maiores problemas de volatilização (ureia). Comparando-se a ureia com o sulfato de amônio, percebe-se que a dose de N necessária quando utilizou-se ureia foi, na medida, de 1,44 vezes superior à dose sulfato de amônio. Isto deve estar associado com o problema de volatilização que ureia apresenta, a qual pode atingir perdas de até 76% em solos de textura arenosa (Lara Cabezas et al., 2000; Novais et al, 2007). Associado a isso, a menor dose para atingir o melhor desenvolvimento do feijão com o uso de sulfato de amônio deve estar associado com a disponibilização de enxofre, devido a este tipo de adubo apresentar enxofre (24% de S) (Pauletti e Motta, 2017).

CONCLUSÃO

O maior desenvolvimento de feijão ocorreu com a aplicação média de 160, 197 e 136 kg ha^{-1} de MAP, ureia e NH_4SO_4, respectivamente. Entretanto, dosagens superiores a essas ocasionaram ao feijoeiro um decréscimo em seu desenvolvimento.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CONAB. Analise mensal feijão- Dezembro 2018. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-feijao.

BISSANI, C.A; CAMARGO, F. A. O.; GAINELLO, C.; TADESCO, M. J.; **Fertilidade do solo e manejo de adubação de culturas.** 2. ed. Porto Alegre: Metrópole,2008. 344pg.

RAIJ, B. V.; **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes.** Piracicaba: IPNI, 2011. 420 pg.

LARA CABEZAS, W.A.R.; TRIVELIN, P.C.O.; KORNDÖRFER, G.H.; PEREIRA, S. **Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura do milho em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG).** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.24, p.363-376, 2000.

PAULETTI, V.; MOTTA, A.C.V. **Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná.** Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017, 482p.

INFILTRAÇÃO DE ÁGUA APÓS QUATRO ANOS DE MODIFICAÇÃO DE MANEJO DO SOLO PARA SEMEADURA DIRETA

Marco Segalla Prazeres[1], Ildegardis Bertol[2], Roberta Padilha Macedo[3], Matheus Diel Curvelo[3], Tércio Vaisnava Fehlauer[1]

RESUMO. O estabelecimento da semeadura direta em áreas agrícolas submetidas a outras formas de manejo, melhora a qualidade física do solo e diminui a erosão hídrica. A pesquisa foi realizada em campo, em Lages, Santa Catarina, em um Cambissolo Húmico. Determinou-se a velocidade de infiltração de água no solo pelo método dos anéis concêntricos, sendo um ponto na parte inferior e, outro, na parte superior da parcela. A mudança de manejo do solo para a condição de semeadura direta foi realizada há quatro anos, a partir dos tratamentos semeadura direta, rotação de preparos, preparo mínimo, preparo convencional e solo sem cultivo. Esses tratamentos apresentaram valores distintos de velocidade básica de infiltração, entre eles e entre a parte inferior e a superior das parcelas. Os maiores valores foram encontrados na semeadura direta implantada após preparo convencional do solo entre os demais, na média dos tratamentos, e na parte superior em relação à inferior das parcelas.

PALAVRAS-CHAVE: erosão, conservação do solo, taxa de infiltração.

INTRODUÇÃO

A infiltração de água no solo é o processo hidrológico responsável pela passagem da água através da superfície do solo. Brandão et al. (2006) ressalta que a infiltração depende de fatores relacionados ao solo, condições de superfície, manejo, preparo e teor de água no solo.

Dados de infiltração de água no solo sob semeadura direta com diferentes manejos pregressos são inéditos no Brasil. A duração de experimentos dessa natureza é crítica para a importância científica dos dados, independentemente da análise estatística (Bertol et al., 2015).

Práticas diferenciadas de manejo e cultivos alteram os atributos físicos do solo, influenciando de formas diferentes o desenvolvimento das plantas. A semeadura direta representa o manejo do solo com mínima mobilização mecânica para fins de produção agrícola. Sendo assim, este manejo acarreta alterações na sua estrutura que associada à reduzida rugosidade superficial, pode ser desfavorável à infiltração de água, modificando sua

[1]Doutorando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC,
[2] Professor Titular do Departamento de Solos , Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC.
[3] Graduação em Agronomia em andamento, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, roberta101.pm@gmail.com

dinâmica nesse sistema (CAMARA et al., 2005).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a velocidade de infiltração básica (VIB) de água no solo após quatro anos de mudança de manejo, com adoção de semeadura direta associada ao cultivo de plantas de cobertura e manutenção dos resíduos culturais na superfície do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado em fevereiro de 2019, em Lages, Santa Catarina, em parcelas para estudo da erosão sob chuva natural, num Cambissolo Húmico, situado a 27º 47’ de latitude sul e 50° 19’ de longitude oeste. A parcela tinha 3,5 m de largura e 22,1 m de comprimento na direção do declive, delimitada por chapas galvanizadas nas laterais e extremidade superior e por calha coletora de enxurrada na sua extremidade inferior, que, conectada a cano de PVC, permitia a coleta de enxurrada 6 m abaixo.

A mudança de manejo do solo para a condição de semeadura direta foi realizada há quatro anos, partindo-se dos seguintes manejos que haviam sido conduzidos por 26,5 anos: semeadura direta consolidada, com manejo anterior também sob semeadura direta, constituindo a testemunha (SD1); semeadura direta implantada após rotação de preparos (SD2); semeadura direta implantada após preparo reduzido (SD3); semeadura direta implantada após preparo convencional do solo (SD4); e semeadura direta implantada sob solo descoberto e sem cultivo (SD5).

Atualmente, no outono/inverno o solo é cultivado com o consórcio de aveia preta (*Avena strigosa*), nabo forrageiro (*Raphanus sativus*) e ervilhaca comum (*Vicia sativa*) e, na primavera/verão com milho (*Zea mays*).

No ano de 2018, para determinação da porosidade, amostras com estrutura não deformada, foram coletadas em anéis volumétricos, com volume de 70,69 e 141,37 cm^3, nas camadas de 0,0 a 2,5; 2,5 a 5,0; 5,0 a 10,0; 10,0 a 20,0; e 20,0 a 40,0 cm. Os anéis foram saturados e submetidos às tensões de 1 e 6 kPa em mesa de coluna de areia, e posteriormente secos em estufa a 105ºC por 48 h, conforme método descrito por EMBRAPA (1997).

Determinou-se a velocidade de infiltração de água no solo pelo método dos anéis concêntricos, conforme Forsythe (1975), na linha de cultivo do milho no estágio de formação de grãos, um ponto na parte inferior e, outro, na parte superior da parcela, durante 60 minutos, até obter a velocidade de infiltração básica (VIB) de água no solo ($mm\ h^{-1}$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A taxa inicial de infiltração de água no solo foi de 22,5 e 29,9 mm h^{-1} na média geral das partes inferior e superior dos tratamentos apresentados, respectivamente, ocorrendo uma redução respectivamente de 78 e 77% na taxa de infiltração básica (VIB) em relação à taxa inicial (tabela 01). Considerando ambas as partes da parcela, os valores de VIB foram menores no tratamento SD5, em função da ausência de cultivo durante os 26,5 anos antecessores à mudança de manejo. O solo sem cultivo, preparado e descoberto encontrava-se com estrutura degradada e, portanto, refletiu na redução da infiltração conforme Schick et al. (2000), mesmo após quatro anos de semeadura direta.

Tabela 01. Valores de taxa inicial de infiltração e velocidade de infiltração básica (VIB).

		SD1	SD2	SD3	SD4	SD5	Média
				mm h^{-1}			
Taxa inicial	Inferior	17,4	28,8	27,3	28,8	10,2	22,5
	Superior	15,9	18,6	45,0	48,0	22,2	29,9
	Média	16,7	23,7	37,7	36,9	16,2	26,2
VIB	Inferior	4,3	7,7	4,6	6,5	1,9	5,0
	Superior	4,4	7,0	6,8	12,3	4,3	7,0
	Média	4,35	7,35	5,7	9,4	3,1	6,0

Fonte: Elaborado pelo autor, 2019.

Na parte superior, o tratamento SD4 foi o que apresentou o maior valor de VIB. O revolvimento do solo no período pregresso a mudança de manejos, contribuiu para valores elevados de macroporos na camada de 2,5 a 5,0 cm (WOLSCHICK, 2018), especialmente no tratamento SD2, que apresenta o maior valor de VIB na parte inferior. Então, pode-se inferir que o melhor tratamento dentre os demais, foi aquele que anteriormente à semeadura direta recebeu a rotação de preparos (SD2).

O tratamento SD1 não foi o melhor em relação aos demais, apesar de ter sido conduzido na forma de semeadura direta por vinte e seis anos e meio. Neste tratamento, o volume de macroporos na profundidade de 5,0 a 10,0 cm ficou abaixo de 10% (WOLSCHICK, 2018), valor considerado limite para o desenvolvimento das raízes determinado por Reynolds et al. (2002), o que pode ter limitado a taxa de infiltração de água neste sistema de manejo.

Para os gráficos, ocorre uma curva semelhante, onde nos primeiros minutos a velocidade de infiltração é alta, diminuindo gradualmente até se estabilizar.

[1]Doutorando em Ciência do Solo, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC,
[2] Professor Titular do Departamento de Solos , Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC.
[3] Graduação em Agronomia em andamento, Universidade do Estado de Santa Catarina, UDESC, roberta101.pm@gmail.com

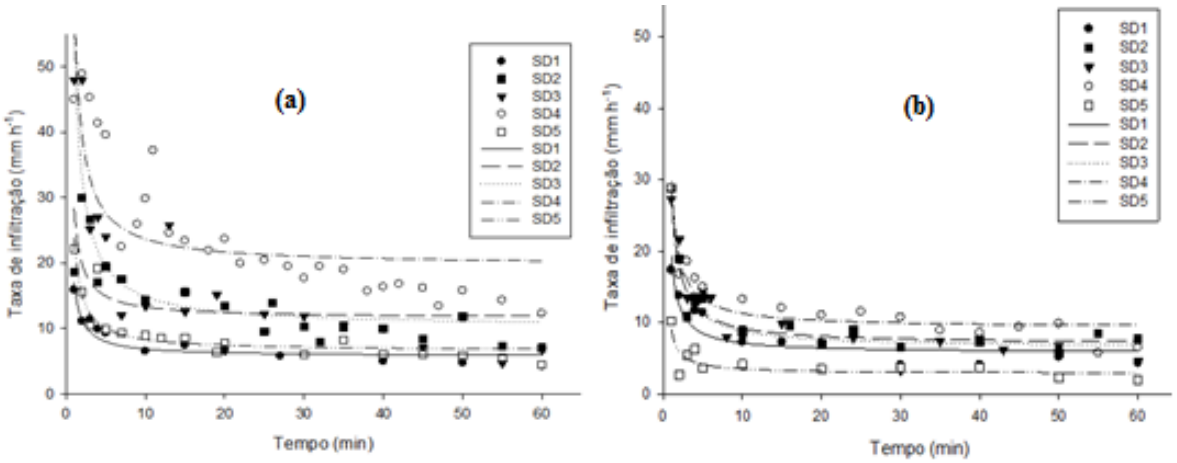


Figura 1 – Taxa de infiltração de água no solo na parte superior (a) e inferior (b) das parcelas.

CONCLUSÕES

Após 26 anos, o manejo semeadura direta não apresentou infiltração superior em relação aos demais. O tratamento que apresentou maior infiltração de água no solo foi a semeadura direta implantada após o preparo convencional.

REFERÊNCIAS

Bertol I, Barbosa FT, Bertol C, Luciano RV. Water Infiltration in two cultivated soils in southern Brazil. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2015; 39:573-588:

Brandão VD, da Silva DD, Ruiz HA, Pruski FF, Schaefer CEGR, Martinez MA, de Menezes SDJM (2006). Resistência hidráulica da crosta formada em solos submetidos a chuvas simuladas. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2006; 30: 13-21.

Camara RK, Klein VA. Escarificação em plantio direto como técnica de conservação do solo e da água. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2005; 29: 789-796.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa). Manual de métodos de análises de solo. Centro Nacional de Pesquisa de solos. Rio de Janeiro. 1997. 212p.

Forsythe W. Fisica de suelos; manual de laboratório. New York: University Press, 1975.

Reynolds WD, Bowman BT, Drury CF, Tan CS, Lu X. Indicators of good soil physical quality: Density and storage parameters. Geoderma. 2002. 110: 131-146.

Schick J, Bertol I, Balbinot junior AA, Batistela O. Erosão hídrica em cambissolo húmico alumínico submetido a diferentes sistemas de preparo e cultivo do solo: II. perdas de nutrientes e carbono orgânico. Rev. Bras. Ciênc. Solo. 2000. 24: 437-447.

Wolschick NH. Reflexos na erosão hídrica e nos atributos físicos e químicos de um Cambissolo Húmico após a conversão de sistemas de manejo para a semeadura direta (tese): Lages: Universidade do Estado de Santa Catarina; 2018.

ATRIBUTOS FISIOGRÁFICOS COMO CRITÉRIOS DAS DIMENSÕES DAS APP FLUVIAIS NA MICROBACIA DO CÓRREGO PEROBA-PR

Carolina Glaeser Benincá[1], Vanda Moreira Martins[2], Daiane Garcia Souza[3]

RESUMO: As Áreas de Preservação Permanente (APP) são as áreas cobertas por vegetação destinadas a conservação dos recursos hídricos, da paisagem e da base geológica. Suas dimensões são definidas a partir da largura do curso d'água e pelo tamanho da propriedade rural (módulo fiscal). Este estudo aborda, com auxílio das técnicas de geoprocessamento, a interação entre os atributos morfopedológicos das vertentes e as APP fluviais na microbacia hidrográfica do Córrego Peroba, localizada no setor periurbano da cidade de Marechal Cândido Rondon-PR. O objetivo foi analisar e sugerir critérios fisiográficos para a delimitação das APP fluviais, utilizando as curvaturas da vertente, a declividade e os solos como parâmetros, a fim de orientar o uso, a ocupação e o manejo adequados. A microbacia apresenta topos alongados, com declividades entre 0 e 8%, vertentes convexas divergentes e côncavas convergentes, solos espessos, bem drenados, muito argilosos, derivados das rochas basálticas que dominam a Bacia do Paraná 3 (BP3), no Terceiro Planalto Paranaense. Constatou-se que a largura das APP fluviais deve ser delimitada a partir da ruptura de declive mais acentuada dos segmentos de fundo de vale, considerando a curvatura das vertentes e os tipos de solos.

PALAVRAS-CHAVE: curvatura das vertentes; declividade; tipo de solos.

INTRODUÇÃO

A Lei nº 12.651, de 25/05/2012 (Código Florestal Brasileiro-CFB), em seu Art. 3º, inciso segundo, conceitua a APP fluvial enquanto "área protegida, coberta ou não por vegetação nativa, com a função ambiental de preservar os recursos hídricos, a paisagem, a estabilidade geológica e a biodiversidade, facilitar o fluxo gênico de fauna e flora, proteger o solo e assegurar o bem-estar das populações humanas" (Brasil, 2012). Maack (2002) e Christofoletti (2011) destacam a importância da vegetação nos segmentos de fundo de vale, pois suas raízes, amplificam a permeabilidade dos solos, acentuam as ações bioquímicas, retiram nutrientes para seu desenvolvimento e agregam húmus, além das partes aéreas que interceptam as chuvas, diminuindo seus impactos diretos nos solos e nas vertentes. Com as alterações no CFB/2012, as APP fluviais sofrem com a pressão do agronegócio e da urbanização, agravando as perdas de solo por erosão hídrica, inclusive na área da BP3.

Entretanto, apesar dos topos alongados e aplainados (0-8% de declividade) do Planalto de Cascavel (Santos *et al.*, 2006) e dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos (Fruet, 2017), profundos e bem drenados, que favorecem a ocupação por culturas sazonais, o sistema agrícola adotado na região, carece de manejo adequado dos solos na microbacia. Ressalta-se que os atributos morfológicos das vertentes e os tipos de solos são condicionantes naturais da expansão urbana na direção dos fundos

[1]Graduanda em Geografia, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon, carolgbeninca@gmailcom.
[2]Professora do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, nº1777, Marechal Cândido Rondon – PR.
[3] Licenciada em Geografia (2017), Curso de Geografia, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon-PR.

de vale das microbacias periurbanas do município de Mal. Cdo. Rondon, em detrimento das APP fluviais. Por isso, a proposta deste trabalho foi levantar os atributos morfológicos das vertentes (curvatura vertical e horizontal), a declividade e os tipos de solos, com o objetivo de propor critérios fisiográficos (morfopedológicos) para delimitação adequada das dimensões das APP fluviais na microbacia do Córrego Peroba e, assim, subsidiar ações de manejo e gestão do uso do solo. Recursos de geoprocessamento auxiliaram na identificação, delimitação e classificação dos atributos morfológicos das vertentes (Curvatura vertical e horizontal, declividade) e dos solos (tipos de solos).

MATERIAL E MÉTODOS

A microbacia do Córrego Peroba possui cerca de 5,7 Km² (Figura 1a) e integra a BP3 que drena parte da região Oeste do Paraná. Nesta microbacia, as monoculturas sazonais e a urbanização avançam sobre os remanescentes da Floresta Estacional Semidecidual alterada que ocupam os fundos de vales, formando as APP fluviais, sob domínio do clima subtropical úmido (Maack, 2002). A coleta de dados e a caracterização socioambiental da microbacia incluíram as seguintes etapas:

a) Levantamento da morfologia das vertentes e dos tipos de solos; da organização da estrutura fundiária; da relação entre as diretrizes da Lei nº 12.651/2012, o Plano Diretor Municipal e as APP fluviais (Christofoletti, 1980; Ker et al., 2012; Brasil, 2012; Fruet, 2016). Esta Lei estabelece a largura mínima da APP fluvial a partir da dimensão do curso d'água (Tabela 1) e conceitua as "APP consolidadas" como áreas de realização de atividades agrossilvopastoris, de ecoturismo e turismo rural existentes até julho de 2008 em APP (Tabela 2).

b) manipulação e organização das imagens SRTM (Shuttle Radar Topography Mission) e das bases cartográficas para produção das cartas temáticas, por meio do software ArcGIs (programa Arct Map): tipos de solos, declividade, curvatura horizontal e vertical das vertentes (Florenzano, 2008). Os dados sobre as dimensões das propriedades e das APP fluviais, bem como do uso dos solos foram obtidos junto ao banco de dados dos trabalhos de Fruet (2016) e Souza (2017).

Largura do curso d'água	Largura da APP
Inferior a 10 m	30 m
10 à 50 m	50 m
50 à 200 m	100 m
200 à 600 m	200 m
Superior à 600 m	500 m

Tabela 1 - Largura mínima das faixas marginais dos cursos d'água naturais, perenes e intermitentes, desde a borda da calha do leito regular. Fonte: Brasil (2012)

Area do imóvel rural a ser recomposta	Área total do imóvel rural
10%	Até 2 módulos fiscais
20%	De 2 à 4 módulos fiscais

Tabela 2 - Área de recomposição para APP consolidada por imóvel rural. Fonte: Brasil (2012).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na microbacia do Córrego Peroba (Figura 1a), as dimensões das APP fluviais foram analisadas e delimitadas de acordo com a declividade, as curvaturas verticais e laterais das vertentes

e os atributos morfológicos dos solos. Os solos estão representados pelas classes dos Latossolos e Nitossolos Vermelhos, muito argilosos (> 60% de argila), espessos, bem drenados (Figura 1b) e que ocupam as vertentes longas com declividades inferiores a 12% e, muitas vezes, os segmentos de fundo de vale com rupturas de declives mais compridas e declividades entre 12 e 20%. Tais atributos favorecem as culturas sazonais (72% da microbacia) nos segmentos de alta e média vertente e não justifica o seu avanço sobre as áreas de APP fluviais na microbacia. Quanto as curvaturas vertical e horizontal, as formas convexas divergentes dos segmentos de alta vertente favorecem os fluxos hídricos superficiais e a erosão laminar, enquanto as formas côncavas convergentes dos segmentos médio-baixos das vertentes com APP fluviais favorecem a concentração de fluxo e o surgimento das erosões lineares remontantes que, nem sempre, são mitigadas pelas técnicas de manejo usuais.

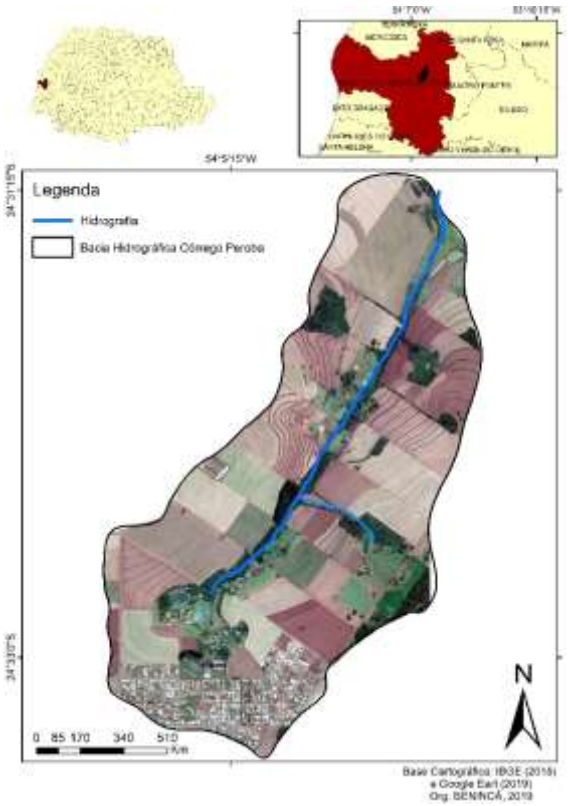


Figura 1a – Localização da área de estudo no Município de Marechal Cândido Rondon-PR, região Oeste do Paraná.

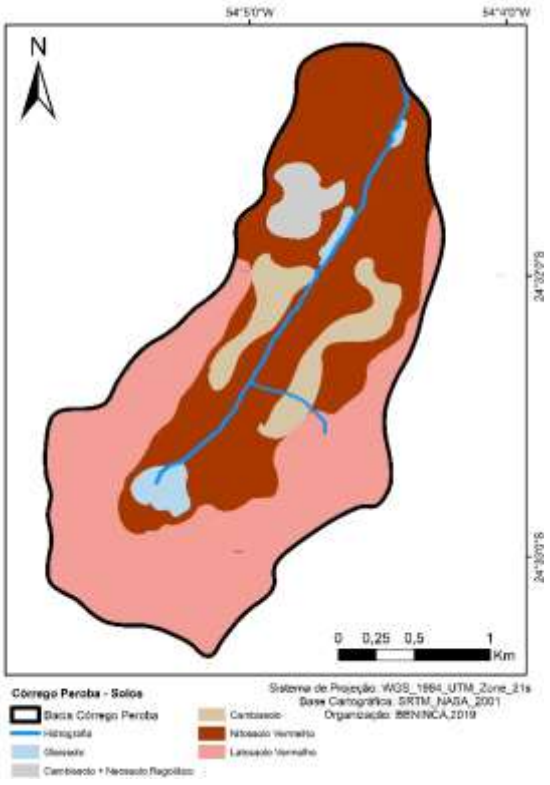


Figura 1b – Distribuição espacial dos solos na bacia do Córrego Peroba, Marechal Cândido Rondon-PR.

No mapa de zoneamento do Plano Diretor do município (MCR, 2008) a área desta microbacia está classificada como "Macrozona de Uso Rural e "Macrozona de Transição" e "Macrozona de Expansão Industrial". As 23 propriedades mapeadas na microbacia possuem entre 1 e 2 módulos fiscais que, na região, corresponde a 18 ha. As APP fluviais ocupam cerca de 10% de sua área, apresentando dimensões irregulares e não lineares ao longo do canal fluvial. Em 10 propriedades

[1]Graduanda em Geografia, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon, carolgbeninca@gmailcom.
[2]Professora do curso de Geografia e do Programa de Pós-Graduação em Geografia, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, nº1777, Marechal Cândido Rondon – PR.
[3] Licenciada em Geografia (2017), Curso de Geografia, Unioeste, *campus* Marechal Cândido Rondon-PR.

rurais as APP fluviais apresentam segmentos de < largura inferiores a oito metros, enquanto que em nove delas, os segmentos com > largura possuem dimensões superiores a oito metros.

Assim, verificou-se que os segmentos de APP fluviais com larguras irregulares aparece em 43% das propriedades, porém, raramente são descontínuos, ocupando os setores com 20-30% de declividade, com Neossolos Litólicos/Regolíticos e Cambissolos. Nos segmentos de fundo de vale, as dimensões das APP, via de regra, contemplam o CFB/2012. Entretanto, a largura deve acompanhar a ruptura de declive mais acentuada dos segmentos de fundo de vale. A partir desse segmento, na direção da jusante, independentemente da interação entre os elementos declividade, curvatura da vertente e tipo de solo, as APP fluviais devem existir, uma vez que contribuem para minimizar os impactos decorrentes da ação dos fluxos hídricos superficiais e subsuperficiais. Este critério fisiográfico deve, portanto, guiar as dimensões das APP fluviais na microbacia do Córrego Peroba e demais microbacias regionais.

CONCLUSÕES

É dever da ciência investigar os critérios fisiográficos para delimitação das áreas de APP fluviais e disponibilizar os dados e resultados aos órgãos competentes de legislação, planejamento e gestão do uso do solo, uma vez que a natureza não “respeita” os limites e os critérios sociais.

REFERÊNCIAS

Brasil (Presidência da República Casa Civil Subchefia para Assuntos Jurídicos). Lei Federal n.º 12.651 de maio de 2012. (2012). Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651.htm.

Christofoletti, A. Geomorfologia. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1980.

Florenzano, T.G. Geomorfologia: conceitos e tecnologias atuais. São Paulo: Oficina de Textos, 2008.

Fruet, J.G.W. Análise da Fragilidade Ambiental: Subsídios Para a Gestão de Uso e Ocupação dos Solos nas Bacias Hidrográficas Urbanas de Marechal Cândido Rondon – PR. 2016 Dissertação (Mestrado em Geografia). Marechal Cândido Rondon: Universidade Estadual do Oeste do Paraná, 2016.

Ker, J.C.; Curi, N.; Schaefer, C.E.G.R.; Vidal-Torrado, P. Pedologia: Fundamentos. Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa: Minas Gerais, 2012.

Maack, R. Geografia Física do Estado do Paraná. 3 ed. Curitiba: Imprensa Oficial, 2002.

MCR-Marechal Cândido Rondon. Plano Diretor. 2008. Disponível em: http://leismunicipais.com.br/a1/plano-diretor-marechal-candido-rondon-pr

Instituto Ambiental do Paraná (IAP). Módulos Fiscais do Municípios do Estado do Paraná. 2016. Disponível em: http://www.iap.pr.gov.br/arquivos/File/Car/ModulosfiscaisPR.pdf

Santos et al. Mapeamento geomorfológico do estado do Paraná. Revista Brasileira de Geomorfologia, Ano 7, nº 2, 2006.

Souza, D.G de. Evolução das áreas de preservação permanente na bacia hidrográfica do Córrego Peroba no período de 2005 à 2017. Mal. Cândido Rondon, Geografia/UNIOESTE. TCC, 2017.

A ADIÇÃO DE BIOCARVÃO ALTERA A DISTRIBUIÇÃO DE PARTÍCULAS DE UM LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO ARGILOSO?

Ariane Lentice de Paula[1], Neyde Fabiola Balarezzo Giarola[2], Alisson Marcos Fogaça[3], Gustavo Denck[4], Mariane Gioppo Ferreira[5], Ricardo Trippia dos Guimarães Peixoto[6], Claudia Maria Branco de Freitas Maia[6], Regiane Kazmierczak[1]

RESUMO: O objetivo deste estudo foi verificar, em Latossolo Vermelho-Amarelo argiloso, se a adição de biocarvão de eucalipto e a pré-oxidação da matéria orgânica do solo alteram a distribuição de partículas do solo. Os tratamentos foram dispostos em delineamento em blocos casualizados, correspondendo a um arranjo fatorial 2 x 2, com seis repetições. Os fatores em estudo foram: i) presença e ausência de biocarvão; e, ii) com e sem pré-tratamento com H_2O_2 para oxidação da matéria orgânica. Foram utilizadas amostras da camada 0,0-0,10 m de um Latossolo Vermelho-Amarelo Distrófico típico, textura argilosa, localizado em São Jerônimo da Serra, Paraná. A solução de [(NaPO3)n + NaOH] foi o dispersante químico utilizado associado a agitação lenta em mesa agitadora por 16 h. Houve interferência do biocarvão na fração argila, porém quando usou-se H_2O_2 não se observou mais tal interferência. Conclui-se que o biocarvão pode superestimar os teores da fração argila e que o uso do pré-tratamento com H_2O_2 foi eficiente para oxidar o biocarvão na fração argila.

Palavras chaves: frações do solo; granulometria; dispersão

INTRODUÇÃO

A textura é uma das características mais importantes do solo, possui grande influência no comportamento físico-hídrico e químico do solo. A finalidade da análise textural é conhecer a distribuição das partículas unitárias menores que 2,0 mm em uma amostra de solo: areia, silte e argila (Gee e Bauder, 1986). Para que isso ocorra com maior exatidão possível, é indispensável que haja completa e estável dispersão das partículas durante toda a marcha de análise textural, a qual pode ser dividida em três fases: pré-tratamento; dispersão química e

[1]Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Pr. arymoorena@hotmail.com.
[2]Professora do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Pr.
[3]Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Pr.
[4]Estudante do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Pr.
[5]Mestre em Agronomia, Estudante do curso de Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Pr.
[6]Pesquisador na Embrapa Floresta, Colombo, Pr.

mecânica; e separação das frações argila, silte e areia (Tavares-Filho e Magalhães, 2008).

O primeiro passo da análise textural visa desfazer os agregados, por meio do processo de dispersão. Nessa etapa, procura-se remover os agentes cimentantes do solo (MO e os óxidos de Fe) e os íons floculantes (Ca, Mg e Al), que possam impedir a obtenção de condições ideais de dispersão das partículas do solo (Grohmann e Raij, 1977). A adição de biocarvão no solo, também pode ser mais um fator adicional restritivo à dispersão das partículas do solo. O biocarvão pode se ligar com as partículas minerais, favorecendo a formação de agregados e aumentando a estabilidade dos mesmos (Yang et al., 2016). Além disso, partículas do biocarvão também podem apresentar tamanho similar às da porção terra fina e contribuir para mudanças na distribuição de partículas do solo.

Nossa hipótese é que as ligações formadas pelas partículas de biocarvão com as partículas minerais do solo possa interferir na quantificação das frações das partículas minerais durante a análise textural. O objetivo do trabalho foi determinar se a adubação com biocarvão e o pré-tratamento com água oxigenada de amostras de um Latossolo Vermelho-Amarelo alteram os resultados da distribuição de partículas obtidos pela análise textural utilizada como método de rotina.

MATERIAL E MÉTODOS

No estudo foram utilizadas amostras da camada 0,0-0,10 m de profundidade de um Latossolo vermelho-amarelo distrófico típico, textura argilosa, localizado na Fazenda Esperança, munícipio de São Jerônimo da Serra, Paraná (50°39’14,022” W e 23°47’32,295” S, a 1.114 m de altitude).

As amostras de solo utilizadas no estudo foram provenientes de um experimento com eucalipto (Eucalyptus urograndis). O desenho experimental consistia de faixas ao longo do terreno com mesmo declive, com e sem biocarvão, com 4 blocos. O biocarvão foi manualmente adicionado nas linhas de plantio das mudas de eucalipto e incorporado ao solo com grade niveladora. Em cada planta de eucalipto aplicou-se 1 kg de biocarvão, resultando em 9 kg de biocarvão aplicados por sulco de plantio. O espaçamento das mudas utilizado foi 3,0 X 3,0 m, totalizando 1089 árvores em 1 ha.

O biocarvão usado foi produzido a partir de madeira de desbaste de quatro anos de florestas de eucalipto pirolizada, lentamente, em pirolisador SuperChar 1000, Carbon Gold@. O material foi moído até obter tamanho de partículas menores que 10 mm e apresentava densidade de partículas de 1,57 kg m^{-3}.

As amostras foram coletadas apenas na faixa com biocarvão, sendo seis (6) amostras aleatórias coletadas nas linhas de plantio de cada bloco e 6 amostras correspondentes nas entre linhas, perfazendo um total de 48 amostras. Os tratamentos corresponderam a um fatorial 2 x 2, em um delineamento de blocos casualizados. Os fatores estudados foram: i) presença e ausência de biocarvão; e, ii) com e sem pré-tratamento com H_2O_2 para oxidação da matéria orgânica. As amostras de solo foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha 2,0 mm. Em seguida foram submetidas a um pré-tratamento com água oxigenada (H_2O_2 a 30% em vol.), conforme Embrapa (2017). Para a análise granulométrica, a dispersão total foi efetuada através da dispersão química (4 g L^{-1} de NaOH e 10 g L^{-1} de $(NaPO_3)_n$) e dispersão mecânica lenta (16h e 120 oscilações por minuto). Utilizou-se o método do hidrômetro para a determinação de argila e tamisagem para a areia.

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e, quando significativas, às médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O biocarvão não influenciou nos teores médios das frações de areia e silte, porém houve efeito de interação dos fatores para a fração argila. No SQT, a média da fração argila foi maior no solo PB do que no AB, já no CPT não houve interferência do biocarvão para todas as frações (Tabela 1). Neste caso, é possível que as partículas de biocarvão tenham sido adsorvidas pelas partículas de argila, devido a presença dos grupos de hidroxilas e grupos carboxílicos na superfície do biocarvão e cátions na solução do solo, favorecendo uma floculação entre estas partículas (Jien e Wang, 2013), contribuindo assim com a superestimação dos teores da fração argila. A utilização de H_2O_2 respondeu a possibilidade de oxidar as partículas de biocarvão <0,002 mm, facilitando o processo de dispersão. Todavia, o efeito do H_2O_2 sobre o biocarvão pode ser pouco significativo, devido ao fato de que quando o biocarvão entra em contato com os minerais do solo, ocorre a construção de um complexo organo-metálico, tornando-o mais estável e menos reativo, dificultando a difusão do O_2 no interior do biocarvão e reduzindo as perdas de C (Yang et al., 2016).

CONCLUSÕES

O biocarvão interferiu apenas nos teores da fração argila, superestimando-os. O uso do pré-tratamento com H_2O_2 foi efetivo apenas quando se observou-se o efeito do biocarvão na fração argila, então considera-se que o H_2O_2 oxidou as partículas de biocarvão <0,002mm.

REFERÊNCIAS

Day PR. Particle fractionation and particle-size analysis. In: BLACK, C.A., ed. Methods of soil analysis. Madison, American Society of Agronomy, 1965. Part 1. p.545-566.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análise de solo. Brasília: Embrapa; 2017.

Gee GW, BAUDER, J. W. Particle-size Analysis. In: KLUTE, A.; GEE, G. W.; BAUDER, J. W. Methods of Soil Analysis: Part 1—Physical and Mineralogical Methods. Madison: Sssa Book Series, 1986. Cap. 15. p. 383-411.

Grohmann, F.; Raij, B. van. Dispersão mecânica e pré-tratamento para análise granulométrica de Latossolos Argilosos. Rev. Bras. Cienc. Solo.1977; 1:52-53.

Jien SH, Wang CS. Effects of biochar on soil properties and erosion potential in a highly weathered soil. Catena. 2013; 110:225-233. https://doi.org/10.1016/j.catena.2013.06.021

Tavares-Filho J, Magalhães F. Dispersão de amostras de LATOSSOLO VERMELHO EUTROFÉRRICO influenciadas por pré-tratamento para oxidação de matéria orgânica e pelo tipo de agitação mecânica. Rev. Bras. Cienc. Solo. 2008; 32: 1429-1435. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400007

Yang F, Zhao L, Gao B, Xu X, Cao X. The Interfacial Behavior between Biocarvão and Soil Minerals and Its Effect on Biochar Stability. Environmental Science & Technology. 2016; 50:2264-2271. http://dx.doi.org/ 10.1021 / acs.est.5b03656.

Tabela 1: Teores médios de argila da análise textural de um Latossolo Vermelho-Amarelo, em função da presença ou ausência de biocarvão com e sem pré-tratamento com H_2O_2 para oxidação da matéria orgânica.

	PB	AB	C.V (%)
	Argila (g kg^{-1})		
CPT	400,48Aa	402,64Aa	7,51
SPT	409,36Aa	386,38Ba	
C.V (%)	7,28		
	Areia (g kg^{-1})		
CPT	506,50Aa	512,17Aa	6,93
SPT	509,05Aa	530,57Aa	
C.V (%)	5,73		
	Silte (g kg^{-1})		
CPT	93,02Aa	90,70Aa	5,50
SPT	83,66Aa	88,54Aa	
C.V (%)	9,60		

Média seguidas pela mesma letra maiúscula na linha ou minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; N=24; C.V=coeficiente de variação; PB= presença de biocarvão; AB= ausência de biocarvão; CPT= com pré-tratamento de H_2O_2; SPT= sem pré-tratamento de H_2O_2.

INFLUÊNCIA DOS DIVERSOS COMPONENTES DA TERRA PRETA DE ÍNDIO NA PRODUÇÃO DE MILHO

Talita Ferreira[1], Marcus Vinicius Cremonesi[1], Nivaldo de Oliveira Sátiro[2], Luís Cunha[3], George Gardner Brown[4].

RESUMO: As Terras Pretas de Índio (TPIs) são solos altamente férteis de origem antrópica, comumente encontrados na Amazônia. Nesses solos, a atividade das minhocas é de fundamental importância, afetando sua gênese, estrutura, atividade microbiana e ciclagem de nutrientes. Contudo, há pouca informação sobre a relação entre as minhocas e os diversos componentes das TPI. Neste contexto o presente estudo teve por objetivo avaliar a relação das minhocas com as TPIs e seus componentes e o efeito resultante sobre a produção de plantas de milho. Em experimento em casa de vegetação foi verificado a influência dos cinco componentes importantes da TPI: a) minhocas da espécie *P. corethrurus* no solo; b) biochar de ouriço da castanha do Pará; c) fragmentos cerâmicos; d) matéria orgânica fresca (esterco de equinos); e) espinha de peixe, sobre o crescimento das plantas de milho. Os resultados preliminares indicam uma alta correlação das minhocas *P. corethrurus* com as características dos solos TPI.

PALAVRAS-CHAVE: minhocas, plantas, fertilidade.

INTRODUÇÃO

A atividade das minhocas pode afetar a distribuição espacial e a dinâmica dos diversos componente das TPIs no solo (biochar, matéria orgânica, nutrientes, cerâmica) (Cunha et al., 2016). Além do efeito das minhocas sobre a disponibilidade dos nutrientes por alteração do pH nos coprólitos, a bioturbação das minhocas pode levar à alteração das taxas de decomposição da matéria orgânica (MO) no solo. Sabe-se que as minhocas preferem solos com maiores teores de matéria orgânica, mas pouco se sabe sobre a relação entre as minhocas, a MO e o biochar nas TPIs amazônicas (Cunha et al., 2016). Trabalhos mostraram que as minhocas podem ser um importante componente das TPIs e que a espécie *P. corethrurus* representou 42 % de todos os indivíduos coletados (Cunha et al., 2016). A espécie é conhecida por ingerir altas quantidades de carvão, e colonizar

[1] Doutoranda da UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba - PR e tf_talita@hotmail.com
[2] Mestrando da UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba
[3] Professor da Universidade de South Wales, Pontypridd Campus - UK, CF37 4AT
[4] Pesquisador EMBRAPA Florestas, Estrada da Ribeira Km 111, Colombo - PR

rapidamente áreas desmatadas (Marichal et al., 2010). Consequentemente esta espécie pode ser colonizadora preferencial em solos de TPI, e suas relações com as propriedades e processos do solo merecem atenção.

Dentro deste contexto, o presente estudo tem por objetivo geral avaliar a relação das minhocas *P. corethrurus* com as TPIs e seus componentes e o efeito resultante sobre a produção de plantas de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O solo utilizado no experimento foi um Latossolo Amarelo coletado no município de Paraopeba-MG. Foi instalado um experimento fatorial fracionário para identificar a influência de cinco componentes importantes da terra preta de índio (minhocas, biochar, MO, cerâmica e espinha de peixe), sobre o crescimento das plantas de milho.

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no departamento de Solos da UFPR. Os ensaios foram realizados seguindo um planejamento fatorial fracionário, onde os níveis pré-estabelecidos dos fatores foram: a) presença de 5 minhocas da espécie *P. corethrurus* no solo; b) presença de 10 % (m/m) de biochar de ouriço da castanha do Pará; c) presença de 10 g Kg^{-1} cerâmica; d) presença e ausência de MO fresca, na forma de esterco de equinos na dose equivalente a 2,6 % C no solo; e) presença de espinha de peixe moído na dose equivalente a 500 mg dm^3 de P. Em vasos com capacidade de 5 Kg, foram acondicionados 4 Kg de solo, com os diferentes tratamentos. O delineamento experimental foi em blocos inteiramente casualizados, com cinco repetições e uma planta por vaso. Aos 55 dias após a emergência, foi feita a avaliação do crescimento da planta: altura, biomassa parte aérea, biomassa de raíz e comprimento total de raíz. Os efeitos individuais de cada fator nas variáveis respostas foram avaliadas através do modelo linear generalizada (GLM) usando o programa R studio (RStudio Team, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Todos os tratamentos com minhocas *P. corethrurus* apresentaram valores médios significativamente superiores em relação a altura de plantas, massa seca da parte aérea, massa seca de raiz quando comparados aos tratamentos sem adição de minhocas (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de altura, massa seca, massa seca de raiz e comprimento de raiz de plantas de milho dos diferentes componentes das TPI's e suas interações: minhoca, biochar, MO (esterco de equinos), cerâmica e espinha de peixe.

Tratamento	Altura (cm)	Massa seca (g)	Massa seca raiz (g)	Comprimento de raiz (cm)
Minhoca				
Presença	95,74a	12,21a	2,78a	12784,29ns
Ausência	93,35b	10,16b	2,50b	12674,07
Biochar				
Presença	94,85ns	11,83ns	2,70ns	12516,12ns
Ausência	95,74	12,21	2,78	12784,29
Cerâmica				
Presença	98,52ns	12,98ns	2,94ns	13487,63ns
Ausência	94,30	11,28	2,60	12266,40
MO				
Presença	99,93a	13,40a	3,03a	13889,32a
Ausência	94,30b	10,55b	2,60b	12266,40b
Espinha de peixe				
Presença	100,00a	13,41a	3,02a	13789,16a
Ausência	91,04b	10,55b	2,44b	11546,04b

Resultados similares foram encontrados por Brown et al., 2000, onde tanto as populações naturais como as populações de minhocas introduzidas artificialmente, podem ter efeito significativo sobre o crescimento das plantas. O efeito positivo observado na presença das *P. corethrurus* pode ser em função do aumento da mineralização da matéria orgânica e aumento na disponibilidade de nutrientes para as plantas. Em nosso ensaio não foi observada diferença significativa no crescimento de plantas e raízes nos tratamentos com e sem a adição de biochar e fragmentos cerâmicos.

Em relação a matéria orgânica houve um incremento significativo em todos os parâmetros avaliados da planta nos tratamento com adição de esterco de cavalo. Esse resultado pode ser atribuído a capacidade do esterco em prover nutrientes essenciais para as plantas, como o potássio, cálcio e magnésio, e especialmente o nitrogênio, fósforo, enxofre e boro, suprindo assim parte das necessidades das plantas. Em nosso ensaio a adição de farinha de espinha de peixe causou um incremento em todos os parâmetros de crescimento avaliados nas plantas de milho. Tecidos biológicos, como espinhas de peixes, são importantes locais de armazenamento elementar em animais. Esses tecidos contem elementos essenciais tais como cálcio, fósforo, magnésio e enxofre, e também possuem oligoelementos, como o ferro, zinco, manganês e cádmio (Buddhachat et al., 2016).

[1] Doutoranda da UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba - PR e tf_talita@hotmail.com
[2] Mestrando da UFPR, Rua dos Funcionários 1540, Cabral, Curitiba
[3] Professor da Universidade de South Wales, Pontypridd Campus - UK, CF37 4AT
[4] Pesquisador EMBRAPA Florestas, Estrada da Ribeira Km 111, Colombo - PR

CONCLUSÕES

Os resultados preliminares apresentados aqui indicam uma alta correlação das minhocas *P. corethrurus* com as características dos solos TPI. Sua influência nas características encontradas nesses solos se deve as transformações nas caraterísticas químicas físicas e biológicas do solo após passagem pelo trato intestinal.

REFERÊNCIAS

Brown GG, Barois I, Lavelle P. Regulation of soil organic matter dynamics and microbial activity in the drilosphere and the role of interactions with other edaphic functional domains. European Journal Soil Biology. 2000,36: 177–198. https://dx.doi.org/10.1016/S1164-5563(00)01062-1

Buddhachat K, Klinhom S, Siengdee P, Brown JL, Nomsiri R, et al. (2016) Elemental Analysis of Bone, Teeth, Horn and Antler in Different Animal Species Using Non-Invasive Handheld X-Ray Fluorescence. PLOS ONE. 2016, 5: 1-21.https://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0155458

Cunha L, Brown GG, Stanton DWG, Da Silva E, Hansel FA, Jorge G, McKey D, Vidal-Torrado P, Macedo RS, Velasquez E, James SW, Lavelle P, Kille P, the Terra Preta de Indio Network. Soil Animals and Pedogenesis: The Role of Earthworms in Anthropogenic Soils. Soil Science. 2016; 181:110–125. http://dx.doi.org/10.1097/SS.0000000000000144

Marichal R, Martinez AF, Praxedes C, Ruiz D, Carvajal AF, Oszwald J, del Pilar Hurtado M, Brown GG, Grimaldi M, Desjardins T, Sarrazin M, Decaëns T, Velasquez E, Lavelle P. Invasion of Pontoscolex corethrurus (Glossoscolecidae, Oligochaeta) in landscapes of the Amazo- nian deforestation Applied Soil Ecology.2010, 46:443–449. http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2010.09.001

RStudio Team. RStudio: Integrated Development Environment for R. Boston, MA, 2016.

TEORES DE Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb EM SOLOS DE ERVAIS E FOLHAS DE ERVA-MATE

Ederlan Magri[1], Antônio Carlos Vargas Motta[2], Alice Teresa Valduga[3], Andrea Oliveira[4], Iohanna Moreira Nunes Ribeiro Menezes[5], Patrícia de Andrade Nascimento[6]

RESUMO: O objetivo deste trabalho foi investigar os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb em solos de ervais (0 a 20 cm) e em folhas de erva-mate, de sítios manejados e não manejados no estado do Paraná. As amostras de solo foram digeridas com solução nitroperclórica, e as folhas de erva-mate com HNO_3 65 % e H_2O_2, ambas em forno de micro-ondas. Cd e Pb das amostras vegetais foram quantificados via Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite (GF-AAS), e os demais elementos foliares e do solo por Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-AES). Os teores de Fe, Zn, Cu, Ni e Cd no solo estão relacionados ao material de origem, decrescendo na ordem basalto>riodacito>sedimentar. Os teores médios (mg kg^{-1}) de Mn (2388), Al (333), Fe (89), Zn (46), Cu (12), Ni (3), Cd (0,23) e Pb (0,6) nas folhas de erva-mate, confirmam os teores elevados indicados nas literaturas. Os teores máximos estabelecidos pela legislação do Mercosul (RDC 42/2013) para Cd (0,4 mg kg^{-1}) e Pb (0,6 mg kg^{-1}) não condizem com os teores considerados naturais para a espécie, necessitando ser revisado.

PALAVRAS-CHAVE: Metais pesados, *Ilex paraguariensis*, composição elementar.

INTRODUÇÃO

A erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil) é uma espécie arbórea perene, nativa da região sul do Brasil, Argentina e Paraguai, onde é cultivada e consumida há décadas (Hao et al., 2013). O seu consumo se dá principalmente nas formas de chimarrão e terrerê, predominante em países Sul-americano, a exemplo do Brasil, Argentina, Paraguai, Uruguai, Chile, Bolivia, Colômbia e Equador (Wolf e Perreira, 2016). No entanto, o comércio entre

[1]Doutorando em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR. ederlan.magri@gmail.com.
[2]Professor titular do departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
[3]Professora do departamento de Ciências Biológica, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim/RS.
[4] Professora do departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
[5] Mestrada em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
[6] Doutoranda em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

os países da América do Sul estabelece limites para os teores de Cd e Pb nos produtos de erva-mate, com valores máximos de 0,4 mg kg^{-1} para Cd e 0,6 mg kg^{-1} para Pb, publicado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária, na RDC 42/2013 (Anvisa, 2013).

A presença de Cd e Pb em erva-mate foi investigada recentemente em amostras comerciais (Santos et al., 2017), experimento de casa de vegetação, e em área experimental (Barbosa et al., 2015; Barbosa et al., 2018). Contudo, estudos de campo são escassos, no entanto necessários, pois o material de origem de formação do solo (He et al., 2005) e o manejo da cultura (Li et al., 2009) podem determinar diferentes concentrações de metais pesados no solo, bem como na planta. Ainda, sabe-se que a erva-mate tem grande capacidade de acumular manganês (Mn), ferro (Fe), zinco (Zn), níquel (Ni) e alumínio (Al) e cobre (Cu) (Oliva et al., 2014). Estes elementos também podem ter relação com os fatores citados.

Desta forma, buscou-se investigar os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb no solo e em folhas de erva-mate de ervais manejados e não manejados sob solos de basalto, riodacito e rochas sedimentares, em diferentes regiões produtoras do estado do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

Em Janeiro de 2018, foram efetuadas coletas de solo e folhas *in natura* de erva-mate em 31 sítios produtores de erva-mate no estado do Paraná, região sul do Brasil. Os sítios amostrados representam cultivos de erva-mate manejados e não manejados.

As amostras de solo foram tomadas na camada de 0 - 20 cm, formada a partir de 20 subamostras. Estas foram secas à temperatura ambiente, moídas, e peneiradas em malha de 0,2 mm. Os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu, Ni, Cd e Pb foram determinados via digestão nitroperclórica em forno de micro-ondas, seguida de quantificação via Espectrometria de Emissão Atômica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-AES).

Folhas maduras de erva-mate foram coletadas no terço superior da copa das plantas, consistindo em uma amostra composta formada a partir de 20 matrizes. As folhas foram lavadas, secas em estufa com circulação de ar forçado à 35º C, até atingirem peso constante, trituradas em moinho de bolas e peneiradas em malha de 0,2 mm. Após, foram solubilizadas em 4 ml de HNO_3 65 % e 1 ml de H_2O_2, em forno de micro-ondas. Foram determinados os teores de Mn, Al, Fe, Zn, Cu e Ni por ICP-AES, e os teores de Cd e Pb por Espectrometria de Absorção Atômica com Forno de Grafite GF-AAS.

Foram efetuados testes de ANOVA, seguida de teste Tukey, considerando um intervalo de confiança de 95 %. As análises foram conduzidas no software R.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores dos elementos Fe, Zn, Cu, Ni e Cd mostraram diferença estatística de acordo com o material de origem de formação do solo ($p<0,05$ para ambos elementos) (Tabela 1). Não houve diferença nos teores destes elementos entre as áreas manejadas e não manejadas. Com relação aos teores elementares obtidos para as folhas de erva-mate, não foram constatadas diferenças com relação ao material de origem do solo e manejo do sítio (Tabela 1).

Tabela 1. Teores elementares das amostras de solo de ervais de acordo com o material de origem de formação do solo, e teores encontrados em folhas maduras de erva-mate.

Elemento		Amostras de solo						Folhas de erva-mate (n=31)			
		Basalto (n= 14)		Riodacito (n=2)		Sedimentares (n= 15)					
		Média	*CV (%)*	*Média*	*CV (%)*	*Média*	*CV (%)*	*Min*	*Máx*	*Média*	*CV (%)*
Al	(g kg^{-1})	112	19	117	0	97	4O	199	614	333	29
Fe	(g kg^{-1})	151 a*	18	76 a	5	48 b	46	58	173	89	29
Mn	(mg kg^{-1})	924	68	281	5	500	234	533	4865	2388	44
Cu	(mg kg^{-1})	209 a	51	10 b	26	30 b	75	8	20	12	24
Zn	(mg kg^{-1})	89 a	35	85 a	3	28 b	67	13	181	46	91
Ni	(mg kg^{-1})	35 a	34	5.4 b	18	12 b	52	0.90	8.60	3	56
Pb	(mg kg^{-1})	14	18	24	6	16	46	0.11	1.40	0.60	52
Cd	(mg kg^{-1})	1,2 a	19	0,64 b	18	0,41 b	71	0.08	1.61	0.23	123

* Letras diferentes na mesma linha representam diferença no teste de ANOVA, seguida por Tukey ($p<0,05$).

Quatro amostras apresentaram teores de Cd acima do limite determinado pela legislação do Mercosul (0,4 mg kg^{-1}), com três destes valores muito próximo ao limite (0,41, 0,45 e 0,52 mg kg^{-1}), e um valor mais elevado (1,61 mg kg^{-1}). Para o Pb, o limite determinado (0,6 mg kg^{-1}) foi excedido por 14 das 31 amostras (45 %). Destas, duas excederam simultaneamente os limites de Cd e Pb. Portanto, considerando a legislação vigente, 16 sítios de um total de 31 (mais de 50 %), apresentaram irregularidade. Destes 16 locais, 14 representam ervais não manejados.

Quanto aos demais elementos determinados nas folhas de erva-mate, os resultados

[1]Doutorando em Ciências do Solo, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR. ederlan.magri@gmail.com.
[2]Professor titular do departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
[3]Professora do departamento de Ciências Biológica, Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões, Erechim/RS.
[4] Professora do departamento de Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
[5] Mestrada em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.
[6] Doutoranda em Química, Universidade Federal do Paraná, Curitiba/PR.

confirmam os elevados valores indicados pelas literaturas, especialmente de Mn, Al, Ni e Zn (Tabela 1) (Oliva et al., 2014).

CONCLUSÕES

As práticas de cultivo adotadas para a cultura da erva-mate no estado do Paraná não mostraram efeito nos teores de metais no solo e em folhas de erva-mate. Os teores máximos para Cd (0,4 mg kg^{-1}) e Pb (0,6 mg kg^{-1}) estabelecidos pela RDC 42/2013 para o comércio no Mercosul não condizem com os teores considerados naturais para a espécie, necessitando ser revisado.

AGRADECIMENTOS

Ao SINDIMATE-PR, SINDIMATE-SC e SINDIMATE-RS pelo financiamento da pesquisa. À CAPES, pela concessão de bolsa de estudo. À Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões (URI) e à Universidade Federal do Paraná (UFPR).

REFERÊNCIAS

Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Resolução - RDC Nº 42, de 29 de agosto de 2013. Dispõe sobre o Regulamento Técnico MERCOSUL sobre limites máximos de contaminantes inorgânicos em alimentos. Brasil, DOU. 2013; 42: 1.

Barbosa JZ, Motta ACV, Consalter PRGC, Santin D, and Wendling I. Plant growth, nutrients and potentially toxic elements in leaves of yerba mate clones in response to phosphorus in acid soils. Anais da Academia Brasileira de Ciências. 2018; 90(1): 557-571.

Barbosa JZ, Zambon LM, Motta ACV, Wendling I. Composition, hot-water solubility of elements and nutritional value of fruits and leaves of yerba-mate. Ciência e Agrotecnologia . 2015; 39(6): 593-603.

Hao D, Gu X, Xiao P, Liang Z, Xu L, Peng Y. Research progress in the phytochemistry and biology of Ilex pharmaceutical resources. Acta Pharmaceutica Sinica B. 2013; 3(1): 8-19.

He ZL, Yang XE, Stoffella PJ. Trace elements in agroecosystems and impacts on the environment. Journal of trace elements in medicine and biology. 2005; 19: 125-140.

Li J, Lu Y, Yin W, Gan H, Zhang C, Deng X, Lian J. Distribution of heavy metals in agricultural soils near a petrochemical complex in Guangzhou, China. Environmental monitoring and assessment. 2009; 153:365.

Oliva EV, Reissmann CB, Gaiad S, Batista de Oliveira E, Sturion JA. Composição nutricional de procedências e progênies de erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.) cultivadas em latossolo vermelho distrófico. Ciência Florestal. 2014; 24.

Santos LMGd, Neto V, Alves S, Iozzi G, Jacob SdC. Arsenic, cadmium and lead concentrations in Yerba mate commercialized in Southern Brazil by inductively coupled plasma mass spectrometry. Ciência Rural. 2017; 47(12).

WOLF R, PEREIRA MWG. Análise dos efeitos dos fluxos de comércio da erva-mate entre estados brasileiros e o Mercosul, entre 2002 e 2012. Ensaios FEE, 2016. 37(3):673-690.

DEFICIÊNCIA HÍDRICA PARA O TRIGO SEMEADO NO INÍCIO DE JUNHO EM PONTA GROSSA-PR

Vinícius Caetano Pinto[1], Eduardo Augusto Agnellos Barbosa[2], Edson Giovanni Kochinski[3,4], Rodrigo Yoiti Tsukahara[4]

RESUMO: O trigo é um dos cereais mais importantes para a alimentação humana e a região dos Campos Gerais do Paraná apresenta áreas significativas de cultivo deste cereal. Como qualquer outro vegetal, a produção do trigo está intimamente relacionada com as condições climáticas, dentre elas, a disponibilidade hídrica no solo. Neste sentido, o objetivo do trabalho foi identificar períodos com maior probabilidade de déficit hídrico, ao longo do ciclo da cultura do trigo, em Ponta Grossa-PR, numa série de 27 anos agrícolas, utilizando a metodologia de balanço hídrico climatológico de cultivos, proposta por Thornthwaite e Mather (1955). Constatou-se que nos 5 primeiros decêndios a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico é muito baixa, sendo esta de 10% para um déficit de água no solo igual ou superior a 2 mm. Entre o 8º e 10º decêndio, que coincide com a fase reprodutiva do trigo, verificam-se os déficits hídricos mais intensos, com probabilidade de 90% de ocorrer um déficit igual ou superior a 5 mm.

PALAVRAS-CHAVE: Campos gerais, cereal de inverno, déficit de água no solo.

INTRODUÇÃO

A disponibilidade de água no solo ao longo do ciclo de cultivo do trigo afeta diretamente seu pleno desenvolvimento e rendimentos. Segundo Souza (2013) a produtividade do trigo é bastante influenciada pelas condições hídricas, sendo seu efeito dependente da duração e intensidade, bem como o estádio fenológico da cultura e a capacidade da planta de responder às variações ambientais.

O balanço hídrico de cultivo (BHc) é ferramenta para estimar os excessos e deficiência hídrica e o armazenamento de água no solo. Esse tipo de informação ao longo de anos, fornece a variação sazonal das condições de água no perfil do solo, sendo de grande importância no planejamento agrícola, tomadas de decisão e gestão de recursos hídricos. (Pereira, Angelocci e Sentelhas, 2002).

[1] Professor Adjunto de Ciência do Solo, Universidade Estadual de Ponta Grossa, eduardo.agnellos@gmail.com.
[1,2] Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Fundação ABC.
[2] Coordenador de Pesquisa em Agrometeorologia, Fundação ABC.
[1] Graduando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, viniciuscaetano1@gmail.com.

O objetivo do trabalho foi identificar períodos com maior probabilidade de déficit hídrico, ao longo do ciclo da cultura do trigo, em Ponta Grossa-PR, numa série de 27 anos agrícolas, utilizando a metodologia de balanço hídrico climatológico de cultivos, proposta por Thornthwaite e Mather (1955).

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados base dos anos de 1987 a 2015 utilizados neste estudo foram obtidos junto a Estação Experimental da Fundação ABC, Ponta Grossa-PR (25°,01° S e 50°,15° O, altitude média de 1000 m). O clima da região segundo a classificação de Köppen é do tipo Cfb.

As características físico-hídricas do solo adotado neste estudo, e que representa o solo da Estação Experimental da Fundação ABC, Ponta Grossa-PR, cultivado com trigo, foram obtidas em estudo realizado por Piekarski (2016). Os valores de capacidade de campo e ponto de murcha permanente foram de 0,36 $cm^3\ cm^{-3}$ e 0,20 cm^3/cm^{-3}, respectivamente. Para a capacidade de água disponível (CAD) considerou-se a profundidade efetiva do sistema radicular variando de 0,10-0,30 m (Doorenbos e Kassam, 1979), com as raizes atingindo os 0,30 m aos 25 dias após semeadura.

Para elaboração dos balanços hídricos de cultivo (BHc) utilizou-se as informações diárias dos elementos meteorológicos, com estimativa da evapotranspiração de referência (ETo) por Penman-Monteith (Allen et al., 1998) e determinação da evapotranspiração da cultura (ETc) pelo Kc referenciado por Doorenbos e Kassam (1979). Os componentes do BHc, deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC) foram determinados conforme metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955).

Os BHc foram gerados para 27 anos agrícolas entre 1987 e 2015, supondo a semeadura do trigo no início de junho. Por meio dos valores de déficits hídricos no solo obtidos em cada safra, foi determinada sua probabilidade da ocorrência em decêndios com duração do ciclo de 150 dias. Como as informações de DEF não seguiram uma distribuição normal nas séries de decendiais, aplicou-se a distribuição Gumbel Tipo I, para verificação da probabilidade de ocorrência deste evento e determinação do tempo de retorno (TR = 1/*p*) para determinadas magnitudes de DEF.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nos meses de junho e julho há predominância de EXC em relação a DEF (Figura 1). Nota-se que próximo ao dia 10 de julho (5º decêndio) há redução do EXC, fato constatado

na distribuição de probabilidade (Figura 2B). Durante este período, a probabilidade de ocorrer uma DEF igual ou superior a 3 mm é de $p \geq 0{,}20$, ou seja, possui um tempo de retorno de cinco anos para este evento.

A ocorrência de DEF no 5º decêndio do cultivo de trigo ocasiona baixo efeito no rendimento final da cultura, pois nesta fase o trigo apresenta baixa sensibilidade ao déficit hídrico (Doorenbos e Kassam, 1979), sendo necessária a ocorrência de deficiência hídrica severa para observações de queda de rendimentos significativos (Rodrigues et al. 1998).

Por meio das Figuras 2C e 2D constata-se que durante o 8-12º decêndio ocorre as maiores probabilidades de DEF no trigo semeado no início de junho, com probabilidade de ocorrer uma DEF ≥ 5 mm de 90%, o que representa um TR de 1,11 anos.

Para o TR de 5 anos (p=0,20) a DEF entre o 8-12º decêndio varia de 12 a 18 mm. Nesta fase a DEF promove queda acentuada no rendimento de grãos e na produção de biomassa (Doorenbos e Kassam, 1979; Santos et al. 2012). Rodrigues (1998) verificou que a deficiência hídrica na fase reprodutiva do trigo promove o decréscimo no rendimento de grãos, principalmente em decorrência do menor número de grãos por espiga e secundariamente da menor massa de grãos.

Na fase de maturação a probabilidade de ocorrer DEF é baixa, com $p \geq 0{,}20$ para uma DEF de 5 mm, conforme constatado para o período entre o 13-15º decêndio (Figura 2 C). Nesta fase, constata-se uma alta ocorrência de excedente hídrico, podendo prejudicar a maturação e colheita do trigo.

CONCLUSÕES

Nos 5 primeiros decêndios a probabilidade de ocorrência de déficit hídrico é muito baixa, sendo inferior a 10% para um déficit de água no solo de 2 mm.

Os déficits hídricos mais severos no município de Ponta Grossa ocorrem entre o 8º e 10º decêndio para a semeadura do trigo no início de junho, no período reprodutivo da cultura.

AGRADECIMENTOS

A Fundação ABC pela disponibilidade dos dados e apoio na elaboração deste estudo.

REFERÊNCIAS

Allen, R. G.; Pereira, L. S.; Raes, D.; Smith. M. Crop evapotranspiration - guidelines for computing crop water requirements. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1998. 300p. (FAO Irrigation and Drainage, paper 56)

Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Yield response to water. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO), 1979. 193p. (FAO Irrigation and Drainage, paper 33)

Moraes, S L De; Galvani, E. Balanço hídrico climatológico no município de ponta grossa, pr: aportes para o planejamento agrícola e hidrológico. REVISTA GEONORTE, [S.l.], v. 3, n. 9, p. 987 – 999, out. 2012. ISSN 2237-1419.

Pereira, A. R.; Angelloci, L. R.; Sentelhas, P. C. Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. Guaíba: 2002. 478p.

Piekarski, K. R. Produtividade de s oja e milho estimadas com o modelo aquacrop na região dos Campos Gerais. [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2016.

Rodrigues, O.; Lhamby, J. C. B.; Didonet, A. D.; Marchese, J. A.; Scipioni, C. Efeito da deficiência hídrica na produção de trigo. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.33. p.839-846, 1998.

Santos, D.; Guimarães, V.F.; Klein, J.; Fioreze, S.L.; Macedo Jr., E.K. Cultivares de trigo submetidas a déficit hídrico no início do florescimento, em casa de vegetação. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. V.16, n.8, p.836-842, 2012.

Souza, J. L. M. De; Gerstemberger, E; Araujo, M. A. Calibração de modelos agrometeorológicos para estimar a produtividade da cultura do trigo, considerando sistemas de manejo do solo, em Ponta Grossa-PR. Rev. bras. meteorol., São Paulo , v. 28, n. 4, p. 409-418, Dec. 2013 .

Thornthwaite, C.W.; Mather, J.R. The water balance. Centerton, N.J.: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 1955. 104p. (Publications in Climatology, v. 8, n.1)

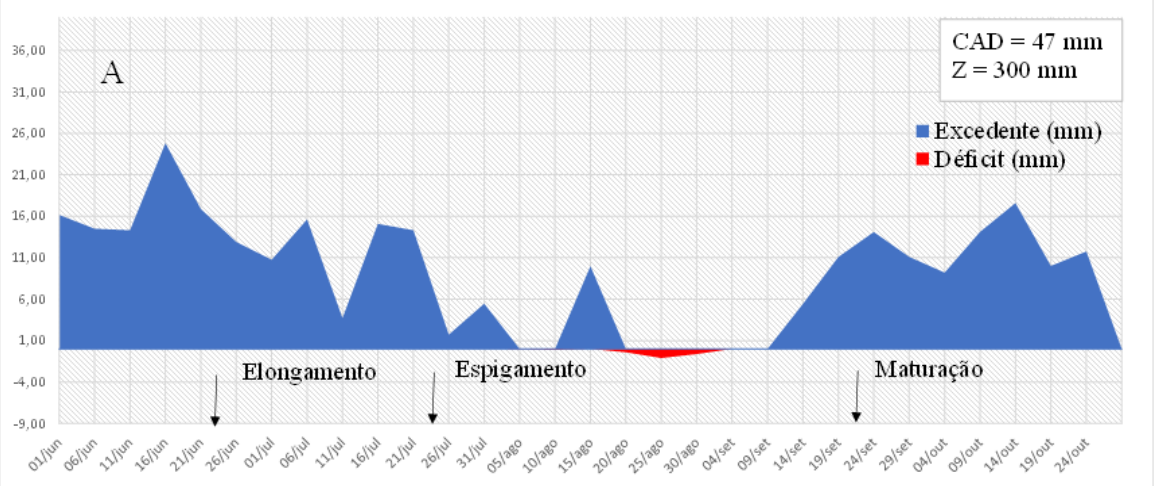
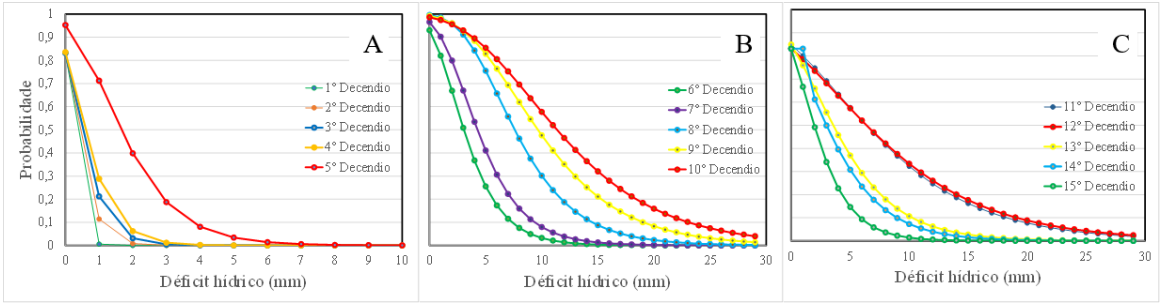


Figura 1. Excedente e deficit hídrico médio no município de Ponta Grossa para trigo semeado início de junho, com base em 27 anos agrícolas.



Figuras 2. Probabilidades de ocorrência de deficit hídrico em Ponta Grossa (PR) para trigo semeado início de junho.

AGREGAÇÃO DO SOLO EM DIFERENTES ROTAÇÕES DE CULTURAS SOB PLANTIO DIRETO

Renan Stanislavski Mendes[1], Lutécia Beatriz Canalli[2], Andre Luis Oliveira de Francisco[3], Josiane Burkner dos Santos[2], Elielson Cordeiro[1].

RESUMO: O Sistema de plantio direto (SPD) e a rotação de culturas influenciam a formação, reorganização e estabilização dos agregados no solo. Este estudo teve por objetivo avaliar o efeito de rotações de culturas em SPD na agregação do solo. O experimento foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná, em Ponta Grossa, PR. Os tratamentos consistiram de seis rotações de culturas em delineamento experimental de blocos ao acaso com quatro repetições. As amostras de agregados foram coletadas nas profundidades de 0-5, 5-10 e 10-20 cm e foi feita a distribuição das classes de agregados, sendo calculados o Diâmetro Médio Ponderado (DMP), o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e o Índice de Estabilidade de Agregados (IEA). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade pelo software AgroEstat. Não houve diferença entre as rotações de culturas em cada profundidade para os índices de agregação DMP, DMG e IEA, com exceção do DMG, na camada 5-10 cm, onde a rotação produtor foi superior e a rotação grãos intensivos inferior, não diferindo das demais rotações.

PALAVRAS-CHAVE: Diâmetro Médio Ponderado; Diâmetro Médio Geométrico; Índice de Estabilidade de Agregados.

INTRODUÇÃO

O Sistema de plantio direto (SPD) e a rotação de culturas influenciam a formação, reorganização e estabilização dos agregados no solo. O SPD, para expressar os melhores resultados, deve seguir três princípios básicos: mínimo revolvimento do solo, cobertura permanente do mesmo, com plantas vivas ou palhada e, rotação de culturas. A rotação de culturas consiste na alternância de diferentes espécies vegetais em sequência, em uma mesma área e em determinado espaço de tempo, visando estabelecer a melhor combinação para garantir a melhoria do sistema de produção agrícola (LOMBARDI NETO et al., 2002).

É constante a busca por espécies que apresentem capacidade elevada de produção de

[1]Graduando em Agronomia no CESCAGE e Estagiário de Iniciação Cientifica no Pólo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, renan.stanis@hotmail.com, [2]Pesquisadora do Polo Regional de Pesquisa do IAPAR, lutecia@iapar.br e santosjb@iapar.br; [3]Analista em Ciência e Tecnologia do Polo Regional do IAPAR, alfrancisco@iapar.br.

biomassa para inserção na rotação de culturas, pois o aporte de alta quantidade de resíduos vegetais ao solo é fundamental para o sucesso do SPD (CAIRES; MILLA, 2016). Os resíduos vegetais mantidos na superfície do solo irão beneficiar as culturas sucessoras melhorando as propriedades físicas, através da redução da compactação do solo e aumento da agregação das partículas, as propriedades químicas, pelo aumento da matéria orgânica e mineralização dos resíduos vegetais, e, propriedades biológicas, com o aumento da atividade microbiana do solo (COSTA et al., 2015).

Segundo Coutinho et al. (2010) práticas de manejo adequado e rotação de culturas promovem alterações físicas e químicas benéficas no solo, dentre elas, a maior agregação, que favorece o desenvolvimento vegetal e a redução de erosão hídrica. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes rotações de culturas na agregação do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi conduzido no Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), localizada no município de Ponta Grossa, PR, situada geograficamente a 25º07'30''S de latitude e 50º03'33''W de longitude. O solo é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, textura franco argiloso arenoso, horizonte A moderado e relevo suave ondulado (EMBRAPA, 2013). O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfb, temperatura média anual de 18ºC e precipitação média anual de aproximadamente 1550 mm (IAPAR, 2018).

O delineamento experimental foi o de blocos casualizados com seis tratamento, sendo uma sucessão e cinco rotações de culturas num ciclo de três anos), com quatro repetições. Tratamentos: Sucessão - trigo (T)/Soja (S)/T/S/T/S; Rotação Produtor – T/S/Ap/Milho (M)/T/S; Pastagem (Aveia preta (Ap)+Azevém (Az)/S/Ap+Az/Milho (M)/Ap+Az/S); Grãos - T/S/Canola (Cnl)/M/Cevada (Cv)/S; Diversificada - Tremoço azul (Ta) + Ap/M/ Aveia branca (Ab)/ Feijão (F)/ Trigo mourisco Tm/ triticale (Tcl)/S; Fitomassa - Ap + Centeio (Ct) + Ervilhaca (Ev)/F/Tm/Ap + Ev + Nabo forrageiro (Nb)/M/Tcl + Ap + Ct/S.

Foram coletadas amostras de solo nas profundidades 0-5 cm, 5-10 cm e 10-20 cm. A distribuição das classes de agregados do solo foi realizada pelo método de Yoder (1936), adaptado por Castro Filho, Muzilli e Podanoschi (1998), utilizando-se as peneiras de malha 8; 4; 2; 1 e 0,5 mm de diâmetro. Posteriormente foi realizado o cálculo do Diâmetro Médio Geométrico (DMG), do Diâmetro Médio Ponderado (DMP) e do Índice de Estabilidade dos Agregados (IEA).

Os resultados obtidos foram submetidos a análise de variância, aplicando-se o teste de F para identificar as diferenças entre tratamentos. Para efeitos significativos, utilizou-se o teste de Tukey ano nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na camada de 0 a 5 cm, não houve diferença estatística para DMP, DMG e EIA entre as rotações de culturas. Entre 5 e 10 cm de profundidade, não houve diferença estatística para DMP e IEA entre as rotações de culturas. O DMG diferiu significativamente entre as rotações de culturas, onde a rotação produtor foi superior e a rotação grãos intensivos inferior, não diferindo das demais rotações (Figura 1). Na camada de 10 e 20 cm não houve diferença significativa entre as rotações de culturas para DMP, DMG e EIA. Porém, é possível observar que o IEA em valores absolutos foi superior na rotação diversificado e o menor na rotação produtor, indicando já para uma possível melhora da estabilidade de agregados em sistemas de rotação mais diversificados.

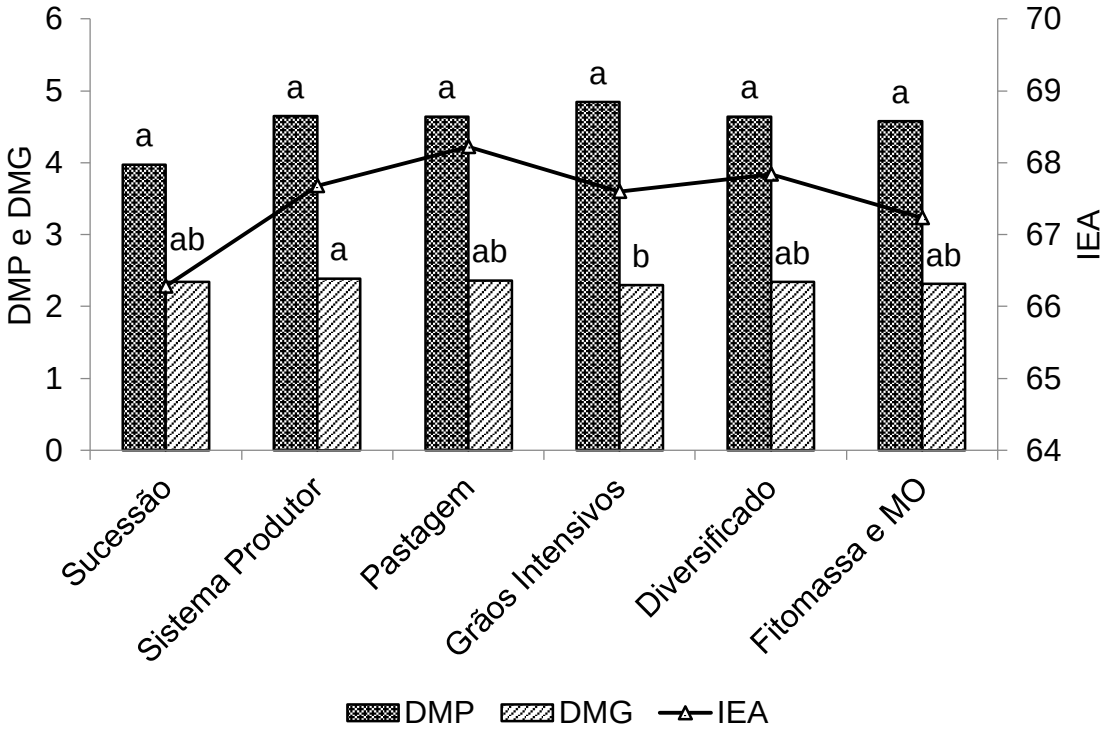


Figura 1 - Comparação entre as rotações de culturas para Diâmetro Médio Ponderado (DMP), o Diâmetro Médio Geométrico (DMG) e o Índice de Estabilidade de Agregados (IEA), na profundidade 5 a 10 cm.
Médias seguidas da mesma letra, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

[1]Graduando em Agronomia no CESCAGE e Estagiário de Iniciação Cientifica no Pólo Regional de Pesquisa do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia do Café, Km 496, Ponta Grossa, PR, renan.stanis@hotmail.com, [2]Pesquisadora do Polo Regional de Pesquisa do IAPAR, lutecia@iapar.br e santosjb@iapar.br; [3]Analista em Ciência e Tecnologia do Polo Regional do IAPAR, alfrancisco@iapar.br.

CONCLUSÕES

Não houve diferença entre as rotações de culturas em cada profundidade para os índices de agregação DMP, DMG e IEA, com exceção do DMG, na camada 5-10 cm, onde a rotação produtor foi superior e a rotação grãos intensivos inferior.

O curto tempo de implantação do experimento, ciclo de três anos de rotação, foi insuficiente para expressar mudanças na estabilidade dos agregados entre as rotações de culturas.

REFERÊNCIAS

CAIRES, E. F.; MILLA, R. Adubação nitrogenada em cobertura para o cultivo de milho com alto potencial produtivo em sistema de plantio direto de longa duração. **Bragantia**, Campinas, v. 75, n. 1, p.87-95, 2016. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052015005011102&script=sci_abstract&tlng=pt doi: 10.1590/1678-4499.160.

CARMEIS FILHO, A. C. A. et al. Adubação nitrogenada no feijoeiro após palhada de milho e braquiária no plantio direto. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 2, p.66-75, 2014. Recuperado de: https://repositorio.unesp.br/handle/11449/180758

CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O.; PODANOSCHI, A. L. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico num Latossolo roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 22, n. 3, p.527-538, 1998. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06831998000300019&script=sci_abstract&tlng=pt doi: 10.1590/S0100-06831998000300019.

COSTA, N. R. et al. Atributos do solo e acúmulo de carbono na integração lavoura-pecuária em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [S.l.], v. 39, n. 3, p.852-863, 2015. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0100-06832015000300852&script=sci_abstract&tlng=pt. doi:10.1590/01000683rbcs20140269.

COUTINHO, F. S. et al. Estabilidade de agregados e distribuição do carbono em Latossolo sob sistema plantio direto em Uberaba, Minas Gerais. **Comunicata Scientiae**, [S.l.], v. 1, n. 2, p.100-105, 2010. Recuperado de: http://www.ia.ufrrj.br/lgcs/producao/gevasio/2010/10%20Coutinho%202010.pdf

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. ampl. Brasília: Embrapa, 2013. 353 p.

IAPAR. **Médias históricas em estações do IAPAR**. Recuperado de: http://www.iapar.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=1070

LOMBARDI NETO, F. et al. Rotação de culturas: análise estatística de um experimento de longa duração em Campinas (SP). **Bragantia**, Campinas, v. 61, n. 2, p. 127-141, 2002. Recuperado de: http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0006-87052002000200006&script=sci_abstract&tlng=pt doi: 10.1590/S0006-87052002000200006.

YODER, Robert E. A direct method of aggregate analysis of soil sand a study of the physical nature of erosion losses. **Journal Of The American Society Of Agronomy**, [S.l.], v. 28, n. 5, p.337-351, 1936. Recovered from: https://pubag.nal.usda.gov/catalog/1382687 doi: 10.2134/agronj1936.00021962002800050001x

GEOMETRIAS MOLECULARES PARA SIDERÓFOROS COM Fe^{3+} A PARTIR DE SIMULAÇÃO COMPUTACIONAL

Leonardo Konopaski Andreani[1], Sergio Ricardo de Lazaro[1], Thiago de Castro Rozada[1]

[1]Departamento de Química, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, Brasil

RESUMO: Hidroxamatos são sideróforos produzidos tanto por bactérias quanto por plantas captura de metais do tipo Fe utilizado em seu metabolismo. Todavia, esta captura é baseada em uma estrutura molecular do tipo complexo-metal para sua assimilação. O presente trabalho de simulação estrutural baseada na Teoria do Funcional da Densidade investigou a interação de 4 enantiômeros de hidroxamato com o íon Fe^{3+}. A estes enantiômeros foram realizadas modificações em grupos químicos para estudar possíveis perturbações nas ligações Fe–O essenciais para um favorecimento de formação de complexos entre metal e ligantes hidroxamatos modificados. Os complexos mais estáveis foram os de estrutura Δ_1; enquanto que, a energia de ligação média calculada foi de 249,31 kcal mol^{-1}.

PALAVRAS-CHAVE: sideróforo, ferro, remediação.

INTRODUÇÃO

A remediação do solo é uma das áreas de pesquisa mais importantes para a agricultura. Solos contaminados com metais pesados são de baixa produtividade e de alto custo para recuperação, sendo que, mesmo com alto tempo de intemperes, o solo continua sob a influência de tais metais. Assim, o tratamento deste problema tende a ser de várias formas e uma destas alternativas tende a ser a complexação de metais para absorção de plantas candidatas para essa finalidade. A referência para desenvolvimento da tecnologia de captura de metais para remediação de solos é o estudo da complexação de Fe^{3+} realizada por Domagal-Goldman (2009). A abundância deste cátion na forma natural de óxido Fe_2O_3 torna-se fácil e de muito acesso a técnicas de caracterização química. É nítida a importância do cátion férrico ou Fe(III) para a vida animal ou vegetal, sua participação nos sistemas bioquímicos, principalmente, na versatilidade para a mudança eletrônica entre Fe(II) e Fe(III) proporciona aos mecanismos biológicos para o transporte de elétrons/molécula e fonte de elétrons para realizar processo de oxirredução. No caso das plantas e microorganismos, a absorção de Fe a partir do solo é dificultada devido à sua baixa solubilidade. Este problema é contornado utilizando-se moléculas especializadas na captura de metais, chamadas de sideróforos (Neilands, 1995). Sideróforos (do grego

[1]Estudante, Dep. de Química, UEPG, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, lkandreani@gmail.com

sideros = ferro e foros = transportador) possuem uma grande afinidade pelo cátion Fe(III) e por meio dela o metal é solubilizado e transportado. A bactéria excreta o sideróforo no ambiente ao seu redor, formando um composto solúvel com o metal que em seguida é absorvido e transportado à região onde há demanda por Fe (Saha et al., 2016).Uma possibilidade de aplicação seria no sequestro de metais pesados em áreas contaminadas, devido a grande afinidade do sideróforo pelo metal, por meio da formação de quelatos (fitorremediação) (Braud et al., 2006; Rajkumar et al., 2009).O objetivo deste projeto é iniciar o desenvolvimento de uma metodologia teórica para estudo da formação de complexos entre os cátions Fe^{3+} com grupo de moléculas denominado sideróforos.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se do software comercial GAUSSIAN09 para as simulações realizadas, descreveu-se as propriedades dos sistemas a partir do funcional B3LYP e conjunto de base 6-31+G(d, p). Foram realizadas simulações dos complexos de Fe^{3+} com 3 ligantes hidroxamato em diferentes arranjos e conformações, em seguida realizou-se diferentes substituições nos dois Hidrogênios terminais H1 e H2 (átomos na cor roxa – Figura 1) pelos grupos químicos metil e fenil. A Tabela 1 mostra as respectivas substituições realizadas.

Tabela 1: Combinações de substituições realizadas sobre o átomo de N e C.

Substituição nº	**Substituinte do H1**	**Substituinte H2**
s1	-H	-H
s2	$-CH_3$	-H
s3	-H	$-CH_3$
s4	$-C_6H_5$	-H
s5	-H	$-C_6H_5$
s6	$-CH_3$	$-CH_3$
s7	$-CH_3$	$-C_6H_5$
s8	$-C_6H_5$	$-CH_3$

Inicialmente as estruturas foram optimizadas frente à Energia Total do Sistema (E_{tot}), para a validação e obtenção da correção da Energia do ponto zero da estrutura (E_{zero}) de menor energia realizou-se o respectivo cálculo de frequência. Para o estudo das energias de ligação foi necessário realizar cálculos dos átomos de Fe^{3+} no estado dupleto. Também foi necessário o cálculo dos ligantes desprotonados em uma conformação onde a orientação dos oxigênios da ligação σ-cis.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, por meio do estudo da estrutura dos complexos notou-se a presença de

atividade óptica por aplicação de simetria gerando um complexo Delta (Δ) e seu enantiômero Lambda (Λ). Todavia, existe a possibilidade de um segundo arranjo estrutural para novos isômeros (Figura 1). Essas estruturas foram denominadas Δ_1/Λ_1 e Δ_2/Λ_2.

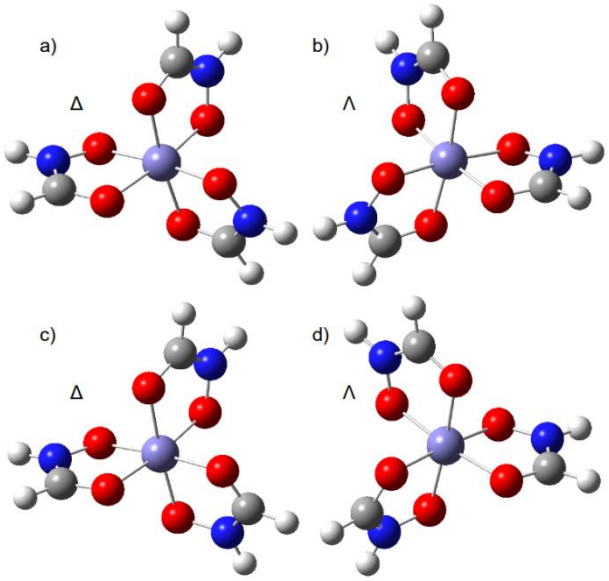


Figura 1: Isômeros para estruturas moleculares entre hidroxamatos e o Fe(III) em simetria octaédrica. As esferas nas cores púrpura, vermelha, azul, cinza e branco representam os átomos de Fe ou Cr, O, N, C e H; respectivamente.

Notamos que os enantiômeros Δ_1,Λ_1 são os mais estáveis para o complexo de Fe com uma diferença de 1,78 kcal mol^{-1} entre o arranjo mais estável e o de maior energia. Podemos notar que as energias dos enantiômeros (Δ, Λ) são muito próximas, porém, é esperada uma mudança na atividade óptica por causa da forma da ligação no sítio octaédrico do Fe(III). Com o intuito de estudar a energia de ligação entre o metal e os diferentes substituintes, foi necessário fixar uma estrutura de referência para o comparativo dos efeitos dos ligantes. A estrutura escolhida foi a Δ_1 devido à menor Energia Total encontrada. Para obter o valor médio das ligações entre O e o M realizou-se o seguinte balanço de energia:

$$E_{ligação} = \frac{1}{6}\left[E_{complexo} - (3 * E_{ligante} + E_{cátion})\right] \quad (1)$$

Onde, $E_{complexo}$ corresponde a Energia Total do complexo de Fe com os diferentes tipos de ligantes, $E_{ligante}$ corresponde a Energia Total dos ligantes, $E_{cátion}$ é a energia do cátion Fe^{3+} no estado eletrônico dupleto, respectivamente.

[1]Estudante, Dep. de Química, UEPG, Av. Carlos Cavalcanti, 4748, lkandreani@gmail.com

Analisando as energias de ligação para o Fe^{3+} podemos notar que a ligação de maior energia é a partir do substituinte 6 (s6) com um valor de 252,93 kcal mol^{-1}; enquanto que, a menor energia de ligação foi com o substituinte 4 (s4) com 245,55 kcal mol^{-1}. De modo geral, os substituintes não afetaram significativamente o valor médio da energia de ligação, a diferença entre a energia de maior valor e menor é de 7,37 kcal mol^{-1}, comparando esta diferença de energia com a maior energia de ligação, o valor da diferença é de somente 2,9% da maior energia. Vemos que s6, o qual consiste em um grupo metílico ligado ao C e outro ligado ao N na estrutura do hidroxamato, possibilita uma maior energia de ligação entre o hidroxamato e o Fe^{3+}. Entretanto, o substituinte s4 é formado por um grupo fenil ligado ao N e um H ligado ao C promovendo uma menor interação do hidroxamato com o Fe^{3+} quando comparado com os demais substituintes. Podemos notar que independentemente do substituinte ligado aos átomos de C e N presentes na estrutura do hidroxamato, a ligação dos complexos é bastante efetiva com o Fe^{3+} sendo a média da energia de ligação um valor de 249,31 kcal mol^{-1}.

CONCLUSÕES

Concluímos que as estruturas moleculares para o hidroxamato e Fe^{3+} possuem dois principais enantiômeros e que grupos retiradores de elétrons como fenil e hidrogênio tendem a diminuir a energia de ligação do complexo.

AGRADECIMENTOS

Os atores agradecem as agências de fomento CAPES e CNPq.

REFERÊNCIAS

Braud A, Jézéquel K, Léger MA, Lebeau T. Siderophore Production by Using Free and Immobilized Cells of Two Pseudomonads Cultivated in a Medium Enriched With Fe and/or Toxic Metals (Cr, Hg, Pb). Biotechnol Bioeng. 2006; 94:1080-1088. http://dx.doi.org/10.1002/bit.20937

Dogmal-Goldman SD, Paul KW, Sparks DL, Kubicki JD. Quantum Chemical Study of the Fe(III)-Desferrioxamine B Siderophore Complex—Electronic Structure, Vibrational Frequencies, and Equilibrium Fe-isotope Fractionation. Geochim Cosmochim Ac. 2009; 73:1-12. http://dx.doi.org/10.1016/j.gca.2008.09.031

Neilands JB. Siderophores: Structure and Function of Microbial Iron Transport Compounds. J Biol Chem. 1995; 270:26723–26726. http://dx.doi.org/10.1074/jbc.270.45.26723

Rajkumar M, Ae N, Freitas H. Endophytic Bacteria and their Potential to Enhance Heavy Metal Phytoextraction. Chemosphere. 2009; 77:153-160. http://dx.doi.org/10.1016/j.chemosphere.2009.06.047

Saha M, Sarkar S, Sarkar B, Sharma BK, Bhattacharjee S, Tribedi P. Microbial Siderophores and their Potential Applications: a Review. Environ Sci Pollut R. 2016; 23:3984-3999. http://dx.doi.org/10.1007/s11356-015-4294-0

DESENVOLVIMENTO DE FERRAMENTA DIDÁTICA PARA O ENSINO DE SOLO NA TEMÁTICA: FORMAÇÃO DO SOLO

Angélica Maria da Rocha[1], Douglas Fernando do Nascimento[1], Osvaldo Guedes Filho[2], Renata Bachin Mazzini-Guedes[2]

RESUMO: A formação do solo é o primeiro aspecto a ser estudado para se definir a melhor maneira de preservar determinado solo, visto que cada solo tem sua própria característica em virtude dos processos e fatores de formação. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta didática para auxiliar no ensino de solo nas séries do ensino fundamental e médio. Este trabalho foi desenvolvido como parte das atividades do Projeto de Extensão Solo na Escola da UFPR/Jandaia do Sul. A montagem da ferramenta foi feita utilizando solos da região, usando a variação de cores e tamanho de partículas para representar os horizontes e camadas. Os materiais foram dispostos em camadas dentro de garrafas de vidro, cada uma representando uma fase diferente do processo de formação do solo. A ferramenta pode ser utilizada pelo professor para explicar a temática formação do solo aos alunos promovendo uma maior interação com o assunto estudado, de forma simples, prática, visual e interativa. Outra forma de aplicação, é a confecção da ferramenta pelos alunos com a coordenação do professor, com explicação simultânea do conteúdo teórico.

PALAVRAS-CHAVE: solo na escola; ensino fundamental, ferramenta didática

INTRODUÇÃO

O solo é essencial para a vida na terra, e com o passar dos anos o contato direto com o solo, tem sido cada vez menor. Por vezes, nos esquecemos da sua importância para a nossa sobrevivência. Porém, o uso intensivo e de maneira inadequada causa muitos danos ao solo, diminuindo sua capacidade produtiva, e levando também a contaminação de lagos e rios (Coelho et al., 2013). O estudo sobre o solo, a aquisição e o repasse de informações sobre ele, e o papel que ele exerce na vida humana, é primeiro passo para sua conservação (Teixeira e Viera, 2013).

A formação do solo ocorre a partir da atuação dos fatores de formação do solo: material de origem, clima, relevo, organismos e tempo (Coelho et al., 2013). A ação desses fatores

[1]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Rua Doutor João Maximiano, 426, Vila Operária, Jandaia do Sul/PR, angelyka.mr@gmail.com.
[2]Docente, Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Rua Doutor João Maximiano, 426, Vila Operária, Jandaia do Sul/PR.

promove a desagregação e alteração do material de origem num processo chamado de intemperização, resultando nos diferentes tipos de solos, com características diversas. Assim, conhecer a formação do solo de cada região é importante, para saber qual é a melhor forma de manejá-lo e conservá-lo (Coelho et al., 2013).

O estudo do solo e suas características está presente desde o ensino fundamental ao médio, mas por se tratar de um conteúdo teórico, acaba não chamando a atenção dos alunos. Assim, o contato do aluno com ferramentas práticas pode despertar seu interesse e estimular práticas conservacionistas (Faot, 2013) e torná-lo um cidadão consciente da importância desse recurso natural. E dentro do ensino fundamental os alunos acabam não tendo acesso as informações corretas, sobre a situação real brasileira, e há uma grande falha nos materiais didáticos sobre o assunto (Cavalcante, 2013).

Visando atender esse público-alvo de professores e alunos do ensino fundamental e médio, foi implementado na UFPR em Jandaia do Sul, o Projeto de Extensão Solo na Escola, que visa propiciar aos alunos um contato prático com o solo por meio de várias ferramentas didáticas. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma ferramenta didática sobre formação do solo para auxiliar no ensino de solo nas séries do ensino fundamental e médio, para demonstrar de forma simples e interativa, como ocorre a formação do solo, de maneira a captar a atenção dos alunos para uma melhor assimilação do conteúdo.

MATERIAL E MÉTODOS

A ferramenta didática foi desenvolvida como parte das atividades do Projeto de Extensão Solo na Escola, UFPR/Jandaia do Sul. Para a confecção da ferramenta, foram utilizados os seguintes materiais: cinco garrafas de vidro transparente; fragmentos de rochas em alteração coletados em campo, solos com cores variadas para representar os horizontes: para o horizonte A, escolhe-se uma cor mais escura, para o B uma cor mais avermelhada ou amarelada, e para horizonte C uma cor mais clara, com um pouco de fragmentos de rocha. As cores podem variar de acordo com a região, podendo ser feita uma composição de cores que representem os perfis de solos da região; e um funil para colocar o solo na garrafa.

Foram selecionadas cinco garrafas para a demonstração do processo de formação do solo. Na primeira garrafa, apenas fragmentos de rochas foram colocados; na segunda garrafa, foram colocados fragmentos de rochas e o solo do horizonte A; na terceira garrafa, foram colocados fragmentos de rochas, solo da camada C, do horizonte B e do horizonte A; na quarta e quinta garrafa, foram colocados fragmentos de rochas, solo da camada C, do

horizonte B e do horizonte A, porém aumentando-se a espessura dessas camadas e horizontes e, por consequência reduzindo-se a espessura da camada de fragmentos de rochas, para indicar o avanço na profundidade do solo conforme o tempo de formação.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Essa ferramenta poderá ser utilizada para aulas, de maneira interativa, para que não fiquem meramente teóricas. A interação dos alunos com a ferramenta pode ocorrer de duas formas. Uma delas, os alunos podem auxiliar o professor a montar a ferramenta, assim podem ir diretamente a campo, coletar o solo e os fragmentos de rocha, e coordenados pelo professor fazer a montagem em sala de aula com simultânea explicação do conteúdo teórico. Dessa forma, os alunos podem de uma forma mais prática, aprender a diferenciar os horizontes e camadas do solo e como ocorre o processo de formação.

A outra forma de aplicação, é a confecção da ferramenta pelo professor e sua posterior utilização em sala de aula. O professor pode utilizar a ferramenta didática para auxílio na explicação do conteúdo teórico. Em seguida, o professor pode embaralhar as garrafas e pedir para que os alunos as coloquem na sequência em que ocorre o processo de formação do solo, questionando o porquê de terem escolhido tal sequência. Desse modo, propicia-se uma reflexão no aluno acerca do conteúdo aprendido. A aula pode se tornar mais interessante e divertida pela possibilidade de interação com a ferramenta didática. Assim como na ferramenta didática produzida por Junior et al. (2011), que resultou em um maior interesse dos alunos em entender os processos pedológicos do solo, que são pouco explicados no livro. Dessa forma, a aplicação de ferramentas didáticas em sala de aula proporciona uma aprendizagem mais significativa ao aluno.

Abaixo apresentamos uma imagem da ferramenta didática finalizada, composto por cinco garrafas que demonstram a sequência lógica do processo de formação do solo (Figura 1).

[1]Graduando em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Rua Doutor João Maximiano, 426, Vila Operária, Jandaia do Sul/PR, angelyka.mr@gmail.com.
[2]Docente, Universidade Federal do Paraná, Campus Avançado de Jandaia do Sul, Rua Doutor João Maximiano, 426, Vila Operária, Jandaia do Sul/PR.

Figura 1: Ferramenta didática de formação do solo.

CONCLUSÕES

A ferramenta didática apresenta grande durabilidade e baixo custo de confecção, podendo ser utilizada com o passar dos anos. A utilização da ferramenta didática pelo professor pode melhorar a assimilação do conteúdo formação do solo pelos alunos.

REFERÊNCIAS

COELHO, M.R.; FIDALGO, C.E.; SANTOS, H.G.; SANTOS BREFIN, M.L.M; PÉREZ, D.V.; Solos: Tipos, Suas Funções no Ambiente, Como se Formam e Sua Relação com o Crescimento das Plantas; 2013; Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/94212/1/Ecossistema-cap3C.pdf

FAOT, A.G.; Estudo dos Solos no Ensino Fundamental: Relação Entre a Teoria e a Prática**;** Contenda, 2015. Disponível em: http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br/portals/cadernospde/pdebusca/producoes_pde/2013/2013_utfpr_cien_pdp_angela_gurski_faot.pdf.

Cavalcante, M.B. Decifrando a Terra através dos solos: Uma experiência de educação ambiental no ensino básico. Edu Amb Ação. 2013; 46: 1. http://www.revistaea.org/artigo.php?idartigo=1672

Júnior ECG., Bento Ac., Andrade LH., Perusi MC. A utilização do "super solos" como recurso potencializador na relação ensino/aprendizagem. Rev Cienc Ext. 2011; 7:46. http://ojs.unesp.br/index.php/revista_proex/article/view/618/535.

Teixeira C., Vieira SM. Solo na escola: Uma metodologia de educação ambiental no ensino fundamental. Edu Amb Ação. 2013; 45: 1. http://revistaea.org/artigo.php?idartigo=1624

FERTILIDADE DO SOLO EM SISTEMA AGROFLORESTAL COM A CULTURA DO CAFÉ

Alessandra Helena Ramires Machado[1], Rafaela Fernanda Marioto[1], Jaqueline T Oliveira[1], Wesley Machado[2], Patricia Helena Santoro[3].

RESUMO: Os sistemas agroflorestais (SAFs) proporcionam uma produção ambientalmente mais sustentável, melhorando os aspectos voltados para conservação dos recursos naturais e do solo. O objetivo desse trabalho foi avaliar a fertilidade do solo em SAFs de café (*Coffea arabica L.*). O experimento foi instalado na estação experimental do IAPAR em Londrina-Pr. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com quatro repetições e sete tratamentos, sendo seis SAFs e uma testemunha representada pelo monocultivo de café. Os tratamentos foram: café em monocultivo e consorciado com *Moringa oleifera*, *Croton floribundus*, *Trema micranhta*, *Gliricidia sepium*, *Senna macranthera* e *Heliocarpus popayanensis*. Foram avaliadas as seguintes características do solo: pH, acidez potencial (H+Al), alumínio trocável (Al^{+3}), bases trocáveis (Ca^{+2}+Mg^{+2}), potássio (K) e fósforo (P) nos anos de 2012 e 2015. Os sistemas agroflorestais de cafés estudados não inferiram na composição química do solo em uma mesma época de avaliação. Na comparação de um mesmo tratamento entre as diferentes épocas, houve redução dos teores de alguns nutrientes em 2015 em comparação a 2012.

PALAVRAS-CHAVE: agroflorestal, café, fertilidade do solo.

INTRODUÇÃO

A cultura do café tem alta relevância no Brasil, capacidade produtiva e de exportação. Com mais de 1,800 milhões de hectares plantados de café, o Brasil é o maior produtor e exportador (CONAB, 2019). Em discussões sobre a forma de manejo, o termo sustentabilidade tem sido muito empregado. Para Santos et al. (2002), a base para a sustentabilidade da agricultura está diretamente relacionada ao manejo adequado da cobertura vegetal, conservando e elevando o teor de matéria orgânica do solo.

A implantação do sistema agroflorestal (SAF) é uma alternativa mais sustentável

[1]Estudante de graduação, Unopar email: alessandrahr3@hotmail.com
[1]Estudante de graduação, Unopar email: rafaelamarioto23@hotmail.com
[1]Estudante de graduação, Unopar email: jacks2@hotmail.com
[2]Professor, Unopar, Rua Marselha, s/n, Jd. Piza, Londrina-PR
[3]Pesquisadora, Instituto Agronomico do Paraná - Londrina email: ph_santoro@yahoo.com.br

que o monocultivo e que permite a obtenção de outros produtos além do café, e ainda promove a conservação e recuperação do solo (NAIR,1993; MONTAGNINI et al., 2000) e aumento da biodiversidade local (SOTO PINTO et al., 2000). Sendo assim, o SAF além de ser uma alternativa de produção, minimiza o efeito da interversão humana e aumenta a diversidade do ecossistema, em que as interações benéficas são aproveitadas entre as plantas de diferentes ciclos, portes e funções (FEIDEN,2009).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a fertilidade do solo de lavoura de café em monocultivo e consorciado com espécies arbóreas em Sistemas Agroflorestais (SAFs).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi implantado em abril de 2012 na estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR em Londrina-PR. A cultivar de café utilizada foi a IPR 98, em espaçamento de 0,6 entre plantas e 2,5 entre linhas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com parcelas úteis de 10,0 x 10,0 m; com quatro repetições e sete tratamentos. Os tratamentos foram: café em monocultivo, café consorciado com *M. oleifera*, com *C. floribundus*, com *T. micrantha*, *G. sepium*, com *S. macranthera* e com *H. popayanensis*. Em maio do mesmo ano foi feito o plantio das espécies arbóreas na linha de café, com uma árvore a cada 11 plantas de café, distribuídas em quincôncio, correspondendo a 555 por hectare, que foram replantadas de acordo com a necessidade. As amostragens do solo foram feitas em novembro de 2012 e março de 2015. Para a coleta da amostra de solo utilizou-se um trado-holandês na projeção da copa do cafeeiro nas profundidades de 0 a10 e 10 a 20 cm, sendo cada amostra composta por seis subamostras. As amostras foram encaminhadas ao Laboratório de Solos do IAPAR para as seguintes análises: pH, acidez potencial (H+Al), alumínio trocável (Al^{+3}), bases trocáveis (Ca^{+2}+Mg^{+2}), potássio (K) e fósforo (P).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira avaliação realizada logo após a instalação do experimento em 2012 verificou-se que não houve diferença entre os tratamentos na mesma profundidade, o que mostra uma uniformidade da área em relação aos teores de P, C, Al, Ca, Mg, K, H+Al e pH (Tabela 1). Contudo, quando o mesmo tratamento foi comparado entre os anos de 2012 e 2015, na profundidade de 0 a 10 cm, verificou-se que em 2015 houve aumento do teor de P no monocultivo; redução da acidez potencial (H+Al) nos tratamentos com *T. micrantha*, *S. macranthera* e *H. popayanensis*; e aumento do pH para *G. sepium*. Os

demais tratamentos não diferiram entre os anos de 2012 e 2015, na profundidade de 0 a 10 cm, em relação às variáveis avaliadas. Na profundidade de 10 a 20 cm no ano de 2015 houve redução do teor de P do solo em monocultivo, em *C. floribundu* e em *H. popayanensis.* No mesmo ano também se observou na profundidade de 10 a 20 uma redução dos teores de C em monocultivo, *G. sepium* e *S. macranthera*; aumento de alumínio trocável (Al^{+3}) no monocultivo; redução dos teores de Ca e Mg em monocultivo e *C. floribundus*; e redução de K no solo em *M. oleifera.* Para os demais tratamentos, não houve diferença entre a composição química do solo entre os anos de 2012 e 2015. A redução do teor de alguns de nutrientes para um mesmo tratamento no em 2015 em comparação ao ano de 2012 pode estar relacionada à exportação pela colheita.

Tabela 1. Características químicas do solo em monocultivo e em sistemas agroflorestais de café consorciado com diferentes espécies arbóreas, em três profundidades, nos anos de 2012 e 2015

Tratamento	Ano	Prof	P	C	pH	Al	H+Al	Ca	Mg	K
		cm	mg dm^{-3}	g kg^{-1}	-	----------Cmolc dm^{-3}----------				
Testemunha			8,0Ba	19,2Aa	4,9Aa	0,02Aa	6,57Aa	4,32Aa	2,20Aa	0,92Aa
M. oleifera			9,9Aa	17,8Aa	5,1Aa	0,05Aa	6,23Aa	4,34Aa	2,31Aa	0,81Aa
C. floribundus			6,9Aa	16,8Aa	5,1Aa	0,00Aa	6,20Aa	4,41Aa	2,53Aa	0,88Aa
T. micrantha	2012	0-10	9,8Aa	17,6Aa	5,0Aa	0,05Aa	6,39Aa	4,05Aa	2,26Aa	0,80Aa
G. sepium			6,9Aa	17,6Aa	4,8Ba	0,09Aa	6,84Aa	3,68Aa	2,01Aa	0,83Aa
S. macranthera			8,2Aa	17,5Aa	5,0Aa	0,00Aa	6,33Aa	4,24Aa	2,33Aa	0,84Aa
H. popayanensis			8,8Aa	18,8Aa	5,0Aa	0,04Aa	6,33Aa	4,14Aa	2,23Aa	0,88Aa
Testemunha			6,1Aa	17,3Aa	4,9Aa	0,01Ba	6,44Aa	4,01Aa	2,10Aa	0,78Aa
M. oleifera			6,4Aa	16,3Aa	5,0Aa	0,01Aa	6,10Aa	4,12Aa	2,24Aa	0,75Aa
C. floribundus			6,2Aa	16,6Aa	5,1Aa	0,00Aa	5,88Aa	4,23Aa	2,40Aa	0,81Aa
T. micrantha	2012	10-20	5,4Aa	15,8Aa	4,9Aa	0,08Aa	6,49Aa	3,43Aa	2,03Aa	0,69Aa
G. sepium			6,5Aa	17,5Aa	4,8Aa	0,10Aa	6,83Aa	3,67Aa	2,01Aa	0,75Aa
S. macranthera			6,7Aa	17,5Aa	5,0Aa	0,02Aa	6,09Aa	3,91Aa	2,26Aa	0,79Aa
H. popayanensis			7,0Aa	17,2Aa	4,9Aa	0,08Aa	6,46Aa	3,89Aa	2,13Aa	0,78Aa
Testemunha			14,9Aa	18,1Aa	5,2Aa	0,05Aa	5,18Aa	4,49Aa	2,37Aa	1,24Aa
M. oleifera			6,9Aa	17,2Aa	5,4Aa	0,00Aa	4,56Aa	5,13Aa	2,63Aa	0,89Aa
C. floribundus			7,3Aa	17,7Aa	5,2Aa	0,03Aa	4,93Aa	4,49Aa	2,46Aa	1,17Aa
T. micrantha	2015	0-10	11,1Aa	16,2Aa	5,4Aa	0,00Aa	4,49Ba	4,92Aa	2,51Aa	1,24Aa
G. sepium			8,1Aa	18,6Aa	5,3Aa	0,04Aa	5,17Aa	4,46Aa	2,50Aa	1,21Aa
S. macranthera			12,3Aa	17,7Aa	5,4Aa	0,00Aa	4,35Ba	4,61Aa	2,30Aa	1,15Aa
H. popayanensis			9,9Aa	16,4Aa	5,5Aa	0,00Aa	4,39Ba	3,73Aa	1,97Aa	1,08Aa
Testemunha			3,4Ba	13,4Ba	4,7Aa	0,15Aa	5,69Aa	2,34Ba	1,42Ba	0,65Aa
M. oleifera			4,3Aa	14,2Aa	5,2Aa	0,06Aa	4,87Aa	3,45Aa	2,07Aa	0,41Ba
C. floribundus			3,3Ba	14,2Aa	4,9Aa	0,07Aa	5,48Aa	2,67Ba	1,67Ba	0,61Aa
T. micrantha	2015	10-20	5,2Aa	13,9Aa	5,0Aa	0,08Aa	5,41Aa	2,75Aa	1,80Aa	0,66Aa
G. sepium			4,1Aa	14,3Ba	4,9Aa	0,12Aa	5,73Aa	3,05Aa	1,73Aa	0,50Aa
S. macranthera			4,5Aa	13,1Ba	5,1Aa	0,02Aa	4,89Aa	3,33Aa	1,91Aa	0,79Aa
H. popayanensis			4,0Ba	14,5Aa	5,0Aa	0,05Aa	5,17Aa	3,42Aa	1,97Aa	0,64Aa

Letras minúsculas comparam os diferentes tratamentos em um mesmo ano e profundidade. Letras maiúsculas comparam o mesmo tratamento, na mesma profundidade e em anos diferentes. Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

[1]Estudante de graduação, Unopar email: alessandrahr3@hotmail.com
[1]Estudante de graduação, Unopar email: rafaelamarioto23@hotmail.com
[1]Estudante de graduação, Unopar email: jacks2@hotmail.com
[2]Professor, Unopar, Rua Marselha, s/n, Jd. Piza, Londrina-PR
[3]Pesquisadora, Instituto Agronomico do Paraná - Londrina email: ph_santoro@yahoo.com.br

CONCLUSÕES

Os sistemas agroflorestais com cafés estudados não inferiram na composição química do solo, não apresentou diferança entre os tratamentos quando comparados na mesma profundidade e no mesmo ano de avaliação. Na comparação de um mesmo tratamento entre as diferentes épocas e profundidades, houve redução dos teores de alguns nutrientes em 2015 em comparação a 2012, que pode estar relacionada à exportação dos mesmos pela colheita.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente a Deus, ao Instituto Agronômico do Paraná e a Universidade Norte do Paraná.

REFERÊNCIAS

CONAB, 2019. Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da Safra Brasileira. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/cafe . Acessado em 17/03/2019.

Feiden A, Métodos alternativos para biocontrole na agricultura. Corumbá: Embrapa Pantanal, 2009. http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/787274

Nair PKR. An introduction to agroforestry: Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1993.

Montagnini F, Jordan CF, Machado RM. Nutriente cycling and nutrient use efficiency in agroforestry systems: Editores ASHTON MS, MONTAGNINI F. The silvicultural basis for agroforestry systems. New York: CRC, 2000. p.131-159.

Santos IC, Lima PC, Alcantara EN, Mattos RN, Melo AV. Manejo de entrelinhas em cafezais orgânicos. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, jan./abr. 2002 v. 23, n. 214/215, p. 115-126. http://andorinha.epagri.sc.gov.br/consultawebsite/busca

Soto PL, Perfectob I, Hernandeza CJ, Caballero NJ. Shade effect on coffee production at the northern Tzeltal zone of the state of Chiapas, Mexico. Agriculture, Ecosystems and Environment**,** 2000, v.80, p.61-69. https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0167880900001341

PRODUÇÃO DE MASSA SECA E ACÚMULO DE NUTRIENTES EM AVEIA PRETA SUBMETIDA A DIFERENTES MANEJOS E NÍVEIS DE ADUBAÇÃO QUIMÍCA

Rodrigo Zanella[1], Eduardo Rafael Lippstein[2], Luís César Cassol[3]

RESUMO: Um dos pilares para o bom manejo do solo é a adição de resíduos vegetais, priorizando um incremento na matéria orgânica. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de massa seca e acúmulo foliar de P e K de aveia preta em dois locais, Bom Sucesso do Sul-PR e Itapejara d'Oeste-PR. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso num esquema bifatorial 2x4, sendo dois manejos de adubação (1- toda a adubação recomendada para a soja no plantio da aveia preta; 2- metade da adubação recomendada para a soja no plantio da aveia) e quatro níveis de adubação (0%, 100%, 200% e 300%) da adubação recomendada para a cultura da soja. Os maiores níveis de adubação proporcionaram maiores produções de matéria seca de aveia preta, com melhores resultados quando invertida a adubação recomendada para a soja. O acúmulo de fósforo e potássio pela aveia preta teve aumento linear com o aumento dos níveis de adubação.
PALAVRAS-CHAVE: inversão de adubação, resíduos vegetais, doses de adubo.

INTRODUÇÃO

A aveia preta (*Avena strigosa*) é uma das principais espécies cultivadas no sul do país, principalmente como cobertura de solo para viabilizar o sistema plantio direto, antecedendo culturas comerciais de verão,mas também tem por finalidade a produção de grãos eo uso como forrageira em sistemas integrados (FAPA, 2006). É uma planta rústica, adaptada a baixa fertilidade do solo, de alta produção de fitomassa, facilidade de produção de sementes e beneficiamento das mesmas (Fontaneli et al., 1997).

Todavia, quando a aveia preta é utilizada para cobertura de solo, via de regra a mesma é cultivada sem adubação, restando apenas os restos culturais da cultura antecessora como adubo, o que pode limitar o seu desenvolvimento (Santi et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes em aveia preta submetida a diferentes manejos e níveis de adubação química.

[1]Mestrando em agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, zanell_rodrigo@hotmail.com.
[2]Academico do Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, eduardolippstein@hotmail.com.
[3]Prof. Dr. Curso de agronomia,Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco,cassol@utfpr.edu.br.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido nos municípios de Bom Sucesso do Sul, altitude de 575 metros, e Itapejara d' Oeste, altitude de 632 metros, ambos na região Sudoeste do Paraná.Nos dois locais o solo é classificado como Latossolo Vermelho distrófico. O clima é Cfa,com índices pluviométricos em torno de 1400 a 1800 mmbem distribuídos no ano.

Em ambos os locais o delineamento experimental foiem blocos ao acaso com três repetições, em esquema bifatorial 2x4, composto por dois manejos de adubação (1- toda a adubação recomendada para a soja na semeadura da aveia preta; 2- metade da adubação recomendada para a soja nasemeadura da aveia) e quatro níveis de adubação (0, 100, 200 e 300% da dose recomendada), tomando como referência a recomendação oficial (SBCS/NEPAR, 2017).

Optou-se por caracterizar os locais e formas de adubação (manejos) em diferentes ambientes (Tabela 1), os quais foram utilizados para a comparação estatística.

Tabela 1 – Ambientes utilizados em análises. UTFPR, Pato Branco - PR, 2018.

Cultivo de Aveia Preta		
Ambientes	Local	Forma de Adubação - Manejos
1	Bom Sucesso do Sul - PR	100 % da adubação recomendada na soja
2	Bom Sucesso do Sul - PR	50 % da adubação recomendada na soja
3	Itapejara d' Oeste - PR	100 % da adubação recomendada na soja
4	Itapejara d' Oeste - PR	50 % da adubação recomendada na soja

Os ambientes 1 e 2 foram instalados sobre palhada remanescente da cultura do milho.Já os ambientes 3 e 4 foram cultivados sobre restos culturais de feijão.

A adubação recomendada foi definida levando-se em conta uma expectativa de produção de 4,1 a 5 t ha^{-1} de grãos de soja, segundo a SBCS/NEPAR (2017). Para níveis de 200 e 300% foram utilizados o dobro e o triplo da dose recomendada, respectivamente.

A adubação referente a 100% do recomendado para Bom Sucesso do Sulfoi de 294 kg ha^{-1} do formulado NPK 07-34-12 Microessentials® + 74,5 kg ha^{-1} de KCl em cobertura. Já a adubação referente a 100% do recomendado para Itapejara d'Oestefoi de 294 kg ha^{-1} do formulado NPK 07-34-12 Microessentials® + 107,8 kg ha^{-1} de KCl em cobertura.

A cultivar de aveia preta utilizada foi BRS 139, com densidade de semeadura de 300 sementes viáveis por m^2.A semeadura ocorreu no dia 20 de junho de 2017 nos ambientes 1 e 2; e no dia 14 de junho de 2017 nos ambientes 3 e 4. A coleta de biomassa vegetal foi realizada nos dias 24 e 26 de setembro de 2017, respectivamente.

As amostras de biomassa vegetal foram secas em estufa a 65°C até atingir massa constante, sendo pesadas para obtenção da matéria seca (MS). Após a moagem foram determinadas as concentrações de fósforo e potássio, conformeTedesco et al. (1995).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para MS houve interação entre níveis de adubação e ambientes. Em Bom Sucesso do Sul são observadas produtividades semelhantes entre os ambientes 1 e 2 devido aos altos níveis de fertilidade. No ambiente 1, maiores acúmulos de matéria seca foram observados com o incremento dos níveis de adubação, sendo 7973kg ha^{-1} de MS para onível de adubação (200%).No ambiente 2 o maior valor observadofoi 7500 kg ha^{-1} de MS para o nível de 300%. Nos ambientes 3 e 4, foram observadas maiores respostas ao nívelmáximo de adubação (300%), obtendo-se rendimentos de MS de 9360 e 8213 kg ha^{-1} de MS, respectivamente (Figura 1A).

Aumentos lineares foram observados no acúmulo de P e K com aumento nos níveis de adubação (Figura 1B e 1C). Para fósforo (figura 1B) maiores acumulados foram obtidos no ambiente 3, quando feita toda a antecipação da adubação na cultura antecedente, seguidos dos ambientes 2, 1 e 4. Para o acúmulo de K (Figura 1C), tanto para o ambiente 1, 2, 3 e 4 foi observado comportamento linear em função do aumento da adubação. Da mesma forma que o P, para o ambiente 3, com maior quantidade de MS, foi o ambiente que mais acumulou K (500 kg ha^{-1}) no nível de 300%. Os ambientes 2, 4 e 1 apresentaram quantidades acumuladas semelhantes, que também ocorreu para a variável MS. Logo, quanto maior for o aporte de MS no sistema, maior é o acúmulo e ciclagem de nutrientes.

CONCLUSÕES

A aveia preta responde positivamente ao aumento dos níveis de adubação.

Maiores acúmulos de fósforo e potássio em aveia preta são observados em ambientes mais adubados, evidenciando a importância do manejo da adubação na ciclagem de nutrientes.

[1]Mestrando em agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, zanell_rodrigo@hotmail.com.
[2]Academico do Curso de Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco, eduardolippstein@hotmail.com.
[3]Prof. Dr. Curso de agronomia,Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Pato Branco,cassol@utfpr.edu.br.

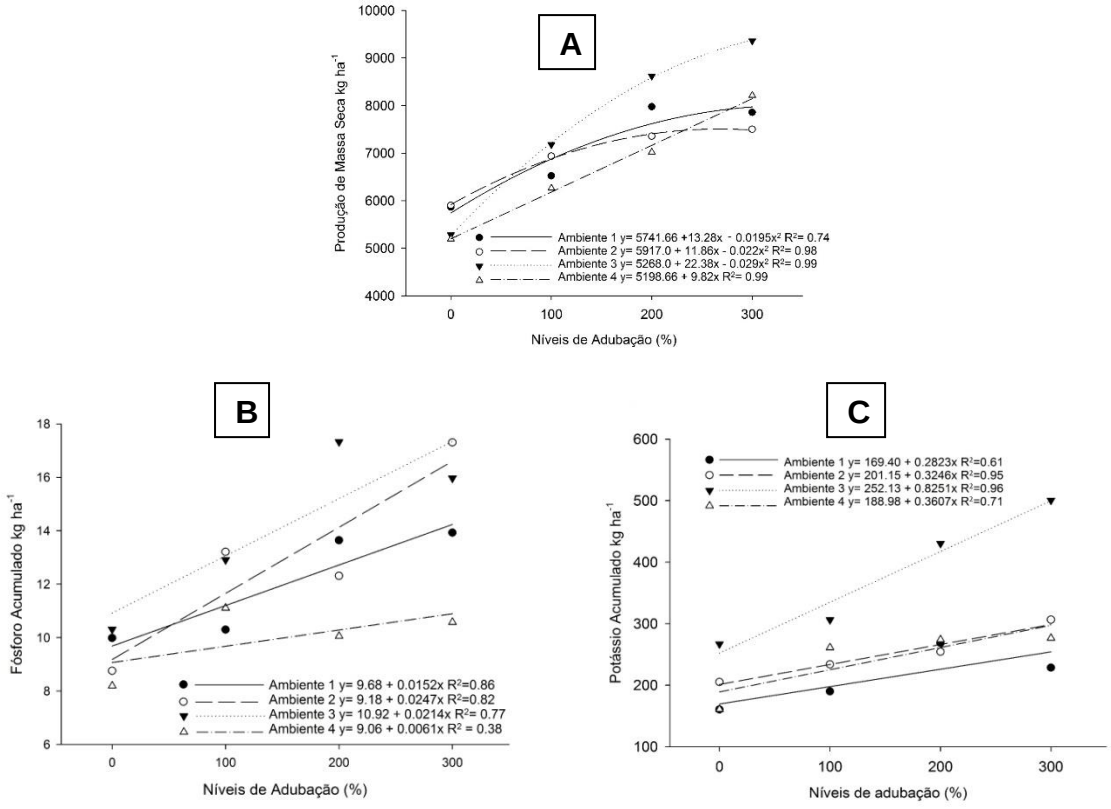


Figura 1 – Produção de matéria seca (A), acúmulo de fósforo (B) e de potássio (C) pela parte aérea de aveia preta em quatro ambientes.
Ambientes: 1- Bom Sucesso do Sul - PR Inversão de adubação na cultura da aveia; 2- Bom Sucesso do Sul - PR Parcelamento da adubação da soja aplicando 50% na aveia; 3- Itapejara d' Oeste - PR Inversão de adubação na cultura da aveia; 4- Itapejara d' Oeste - PR Parcelamento da adubação da soja aplicando 50% na aveia).

REFERÊNCIAS

FAPA, Comissão Brasileira de Pesquisa de Aveia Fundação Agraria de Pesquisa Agropecuária. Indicações técnicas para cultura da aveia. Guarapuava: Fundação Agraria de Pesquisa Agropecuária, 2006. 82 p. ISBN 85-99211-04-8.

Fontaneli RS,Denardin JE,Faganello A,Sattler A, Rodrigues O. Manejo de aveia preta como cultura de cobertura de solo no sistema plantio direto. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 1997. 18 p. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-- /publicacao/849980/manejo-de-aveia-preta-como-cultura-de-cobertura-de-solo-no-sistema-plantio-direto>. Acesso em: 14 maio 2018.

Santi A, Amado TJC, Acosta JAA. Adubação nitrogenada na aveia preta. I - Influência na produção de matéria seca e ciclagem de nutrientes sob sistema de plantio direto. RevBras Cienc Solo, 27: 1075-1083, 2003.

Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. Núcleo Estadual Paraná. Manual de adubação e calagem para o estado do Paraná. Curitiba: SBCS/NEPAR, 2017. 482p.

Tedesco MJ,Gianello C,Bissani CA,Bohnen H,Volkweiss SJ. **Análise de solo, plantas e outros materiais.** 2ª ed. Porto Alegre, Departamento de Solos, Universidade Federal de Rio Grande do Sul, 1995. 174 p.

INFLUENCIA DO MANEJO NAS CARACTERÍSTICAS QUÍMICAS DOS SOLOS DE UMA PROPRIEDADE FAMILIAR EM VITORINO-PR

Douglas Donatti[2], Leonardo Zambiasi Forti[1], Ioná Rech[2], José Ricardo da Rocha Campos[2], Alcir José Modolo[2]

RESUMO: Os solos da região sudoeste do Paraná são caracterizados pelo elevado teor de argila e de óxidos de ferro em virtude da forte influência do material de origem (Basalto). Considerando a elevada pressão sobre o sistema produtivo da região e diante da necessidade de se garantir a sustentabilidade agrícola do sistema, este trabalho teve como objetivo estudar a influência do manejo nos parâmetros químicos do solo de uma propriedade rural no município de Vitorino-PR. Foram coletadas amostras de solo em áreas sob diferentes manejos (mata, pastagem, lavoura e várzea) para análises químicas. Os dados foram submetidos a uma análise de agrupamento. Solos manejados de maneiras distintas apresentaram elevada similaridade em relação aos atributos químicos, o que pode estar relacionado a forte influência do material de origem (Basalto).

PALAVRAS-CHAVE: Solos. Agricultura familiar. Planejamento.

INTRODUÇÃO

A Região Sudoeste do Paraná está localizada no Terceiro Planalto Paranaense, região que possui sua estrutura fundiária baseada na pequena propriedade e que tem como força de trabalho a família. Isso faz com que o uso do solo na região seja diferenciado, variando de produtores altamente tecnificados a produtores com baixo uso de insumos e tecnologias.

O material de origem dos solos da região é, predominantemente, o Basalto cujo intemperismo promove a formação de solos com elevados teores de argila e uma boa fertilidade natural, garantida pela alteração de minerais ferromagnesianos. Esta condição, aliada ao fato de a região estar em uma condição de clima subtropical com chuvas bem distribuídas ao longo do ano, favorece o aumento da matéria orgânica no solo que contribui para as elevadas produtividades (CÓ JÚNIOR, 2011).

[1]Ocupação, local de trabalho, endereço e e-mail.
[2] Ocupação, local de trabalho, endereço.

Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi analisar a influência do manejo na fertilidade do solo de uma área de agricultura familiar, cultivada com soja, pastagem, milho e mata.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado em uma propriedade caracterizada como de agricultura familiar no município de Vitorino – PR. A área apresenta litologia a base de Basalto da Formação Serra Geral e relevo suave ondulado. Parte da área em estudo é destinada a produção de milho para grãos; parte é destinada a produção de milho para a silagem e parte para pastagem.

Após a caracterização da área, foram selecionadas áreas, manejadas distintamente, onde foram coletadas amostras para análises químicas, conforme CLAESSEN et al., (1997). Tais análises foram realizadas no laboratório de solos da UTFPR – PB.

Foi analisado o pH em $CaCl_2$. O teor de K^+ foi analisado em fotômetro de chama após extração com HCl (0,05 mol L-1) e H_2SO_4 (0,0125 mol L-1) (Mehlich-1); os teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}) e Al^{3+} foram extraídos por KCl 1 mol L-1; a acidez potencial ($H^+ + Al^{3+}$) extraída com acetato de cálcio ($Ca(OAc)_2$ - 0,5 mol L-1) a pH 7 e titulada com NaOH 0,005 (mol L-1). O fósforo (P) disponível foi extraído por Mehlich-1 e, utilizando ácido ascórbico como redutor, seu teor será determinado em espectrofotômetro (CLAESSEN et al., 1997).

A partir dos dados obtidos acima, foram calculados a soma de bases SB = (Ca^{2+}+ Mg^{2+} + K^+); a CTC a pH 7 (T) = SB + ($H^+ + Al^{3+}$) e a saturação por bases (V%) = SB * 100/ T. (CLAESSEN et al., 1997).

Os dados foram submetidos a uma análise de agrupamento segundo Manly (2008), sendo os dados sendo estes padronizados em escores padrão (escala z), onde os dados brutos foram subtraídos da média e divididos pelo desvio-padrão para minimizar a interferência da escala (Manly, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

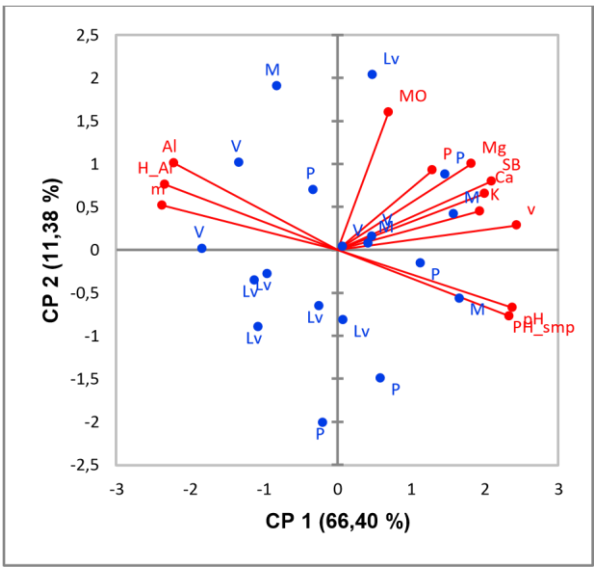
Pela análise de componentes principais foi observado que apenas dois componentes F1 e F2 (Tabela 1) explicam 77,78% da variância dos dados, o que justifica sua utilização como ferramenta de análise.

Tabela 1 –Alto valores e alto vetores da análise de componentes principais.

	F1	F2
Autovalores	7,96	1,36
Variabilidade (%)	66,40	11,38
Acumulado (%)	66,40	77,78

Pela análise de agrupamento, foi possível observar que áreas manejadas de maneiras diferentes (mata, pastagem, lavoura e várzea) em muitas situações, se posicionaram no mesmo quadrante do gráfico da Figura (1), o que significa similaridade em relação aos atributos estudados. Tal homogeneidade pode estar relacionada a forte influência do material de origem (Basalto) nas características dos solos da região que, em virtude dos elevados teores de argila, óxidos de ferro e óxidos de alumínio, tendem a apresentar elevado poder tampão.

Figura 1 – Análise de componentes principais referentes a análise química do solo em diferentes condições de manejo.



Fonte: Autoria própria (2017)

A análise permitiu também identificar uma forte interação entre os elementos Ca, Mg, K, e, consequentemente entre os atributos V% e SB que ocorreram no mesmo quadrante (Figura 1). Neste mesmo quadrante aparecem o P e MO, evidenciando também uma associação com os demais parâmetros. A elevada proximidade entre as linhas, indicam correlação entre estes elementos/atributos, sugerindo equilíbrio e elevada fertilidade dos solos da área em questões.

Outros parâmetros como Al, (H + Al) e m% ocorreram em quadrante oposto ao observado para os elementos básicos, evidenciando que na presença destes elementos a

[1]Ocupação, local de trabalho, endereço e e-mail.

[2] Ocupação, local de trabalho, endereço.

atividade dos íons Al e (H+Al), bem como sua participação na CTC do solo (m%) diminuem significativamente.

CONCLUSÕES

Solos manejados de maneira distintas apresentaram elevada similaridade em relação aos atributos químicos, ao mesmo tempo que solos sob o mesmo manejo diferiram significativamente, o que pode estar relacionado ao material de origem (Basalto) que é o mesmo em toda a propriedade.

REFERÊNCIAS

Manly, B.; F. J. Métodos estatísticos multivariados: uma introdução. 3ed. Porto Alegre: Bookman, 2008.

Co Junior, C. Matéria Orgânica , Capacidade de Troca Catiônica e Acidez Potencial no Solo com Dezoito Cultivares de Cana-de-Açucar. Tese [doutorado em agronomia]. Jaboticabal, SP: Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, 2011.

Claessen, M. E. C.; Barreto, W. D. O.; Paula, J. L. De; Duarte, M. N. Manual de Métodos de Análise de Solo. Rio de Janeiro, RJ: EMBRAPA-CNPS, 1997.

ANÁLISE DA ESTABILIDADE DE AGREGADOS DO SOLO ASSOCIADOS A CORRETIVOS DO SOLO E GESSO AGRÍCOLA

Rafaela Philipovsky Marcantes[1], Larissa Elika Carvalho Luiz[2], André Carlos Auler[3].

[1]Graduanda, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748, rafamarcantes@hotmail.com.

[2]Graduanda, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Av. General Carlos Cavalcanti, 4748.

[3]Professor, Universidade Federal do Paraná, Departamento de Solos e Engenharia Agrícola, Rua dos Funcionários, 1540.

RESUMO: objetivando-se verificar a agregação do solo ao ser corrigido com calcário calcinado, calcário de rocha moída e escória de siderurgia associados ou não ao gesso agrícola, foram coletadas amostras indeformadas em monólitos (0,15 x 0,10 x 0,05 m de largura, comprimento e espessura) nas camadas 0-0,0-5; 0,05-0,10; 0,10-0,20 m de profundidade. Os monólitos foram desagregados seguindo as linhas de fraqueza do solo e peneirados em malha de 19 mm, sendo separados em classes (8-19; 4-8; 2-4; 1-2; 0,5-1; 0,25-0,5; e 0,053-0,25 mm) através do tamisamento úmido. Em seguida, foi calculado o diâmetro médio ponderado (DMP) e as porcentagens de macroagregados grandes, macroagregados médios, macroagregados pequenos e microagregados. Foi possível observar que o DMP aumentou na camada mais superficial principalmente ao ser associado ao gesso agrícola em comparação a testemunha. Assim, conclui-se que a estabilidade dos agregados depende do tempo de reação do material no solo, pois quanto mais profundo, maior o tempo requerido para que ocorra a neutralização.

PALAVRAS-CHAVE: calagem, acidez do solo, agregação do solo.

INTRODUÇÃO

A acidez do solo é um fator limitante para a agricultura e para revertê-la utilizam-se diferentes materiais, como o calcário de rocha moída, escória de siderurgia e produtos calcinados. Estes, diferentemente do primeiro, apresentam maior solubilidade, favorecendo a neutralização do solo, já que a área de atuação não será restrita à superfície (Crusciol et al., 2016). Para amenizar essa limitação, utiliza-se gesso agrícola para melhorar o ambiente radicular, neutralizando o Al^{3+}, mas sem alterar os valores de pH (Caires et al., 2011). Tendo em vista que o modo de correção e gessagem (Carducci et al., 2015) influenciam na física do solo, esse trabalho tem por objetivo verificar a agregação do solo ao ser corrigido com calcário

calcinado, calcário de rocha moída e escória de siderurgia associados ou não ao gesso agrícola.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em solo tipo LATOSSOLO VERMELHO-AMARELO distrófico da classe textural argilo-arenosa (Santos et al., 2013) na Fundação ABC em Ponta Grossa sob as coordenadas geográficas de $25^0$01' de latitude Sul, $50^0$09' de longitude Oeste e 880 m de altitude. O delineamento experimental dos tratamentos [calcário de rocha moída (CRM), escória de siderurgia (ES) e calcário calcinado (CC)], mais um tratamento controle, associados ou não ao gesso, foi em blocos aleatorizados em arranjo fatorial e dispostos em parcelas com área total de 32 m^2, sendo aplicados superficialmente em toda área sobre restos de aveia preta.

Foram utilizadas doses dos corretivos (3,8; 4,2 e 2,7 Mg ha-1de CRM, ES e CC, respectivamente) para elevar a saturação por bases da camada 0-0,20 m a 70%, com base em seus equivalentes carbonatos e a dose de gesso agrícola (2,4 Mg ha^{-1}) teve base o teor de argila do solo. Após a aplicação, aguardou-se dois meses para ser estabelecida a rotação de culturas.

Então, foram coletadas amostras de solo indeformadas em monólitos (0,15 x 0,10 x 0,05 m – largura, comprimento e espessura) nas camadas 0-0,0-5 (A); 0,05-0,10 (B); 0,10-0,20 m (C). Em laboratório, foram desagregadas seguindo as linhas de fraqueza e peneiradas em malha de 19 mm de abertura. Então, as triplicatas foram saturadas durante quinze minutos através da ascensão capilar e em seguida foi realizado o tamisamento úmido para que ocorra a separação em classes dos agregados (8-19; 4-8; 2-4; 1-2; 0,5-1; 0,25-0,5; e 0,053-0,25 mm) conforme a metodologia proposta por Yoder (1936). Na sequência, as massas de solo foram submetidas à secagem em estufa com circulação forçada de ar (60º C). Após secas, com as proporções de massas secas de cada classe de agregados, foi determinado o diâmetro médio ponderado (DMP, mm) através da seguinte fórmula:

$DMP=\sum(wi.xi)$

Em que wi representa a proporção de cada classe de agregado em relação ao total, xi o diâmetro médio de cada classe e mi a massa de cada classe de agregado (g).

Ainda, para o melhor detalhamento da agregação do solo, com as proporções das massas de solo tamisadas, foram determinadas as proporções das classes de macroagregados grandes (MAgg grandes) – 8–19 mm, macroagregados médios (MAgg médios) – 2–8 mm, macroagregados pequenos (MAgg pequenos) – 0,25–2 mm, e de microagregados (Mi) –

0,053–0,25 mm, similarmente ao descrito por Ferreira et al. (2018). Foi realizada a análise de variância, sendo feita a comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com base nos resultados obtidos na figura 1, pode-se observar que na camada mais superficial (A) o DMP do CC se diferenciou ao diminuir quando aplicado em conjunto com gesso agrícola, devido à precipitação do Al^{3+}, visto que os cátions atuam como agentes de ligação através de pontes catiônicas com a matéria orgânica do solo (Bronick, 2005).

Figura 1

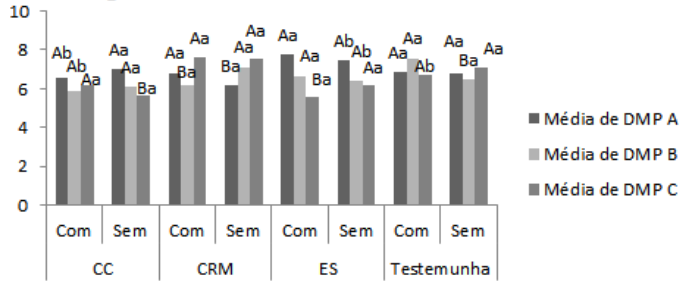


Figura 1 - DPM nas camadas A (0-0,0-5 m), B (0,05-0,10 m) e C (0,10-0,20 m) dos corretivos CC, CRM, ES e testemunha associados (Com) ou não (Sem) ao gesso agrícola.

Entretanto, o mesmo não foi observado na camada intermediária (B), em que o DMP diminuiu com aplicação do gesso e a maior variação foi observada na testemunha, assim, o nível de MAgg médios e MAgg pequenos aumentou, como mostra a Figura 2, o que comprova que os efeitos desses materiais dependem tempo de ação no solo e de sua profundidade devido a solubilidade dos mesmos (Ramos et al., 2006).

Figura 2

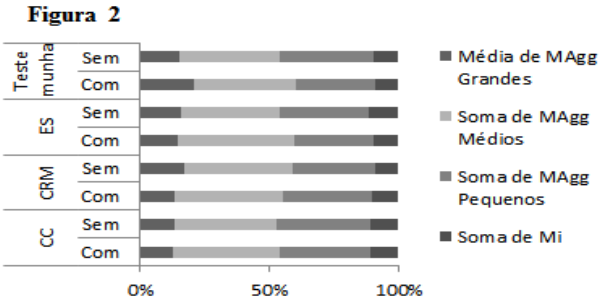


Figura 2 - Proporção de macroagregados grandes (MAgg grandes: 8–19 mm), médios (MAgg médios: 2–8 mm) e pequenos (MAgg pequenos: 0,25–2 mm) e microagregados (0,053–0,25 mm) na camada de 0,05–0,10 m (B) com os tratamentos ES, CRM, CC e testemunha.

Na camada mais profunda (C), não houve grandes diferenças no DMP sob efeito dos tratamentos (Figura 1), esse resultado pode ser dado à ação da correção do solo no sistema de plantio direto (Caires et al., 1998).

CONCLUSÕES

A utilização de corretivo de solo ES junto ao gesso agrícola reduziu o nível de agregação na camada mais superficial. O CRM elevou o nível de agregação na camada mais superficial, melhorando as propriedades físicas do solo. O CC em conjunto ou não com o gesso agrícola não influenciou significativamente na agregação do solo.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Ponta Grossa, ao Laboratório de Matéria Orgânica e ao Colégio Pontagrossense.

REFERÊNCIAS

Auler, André Carlos. Efeitos de Corretivos da Acidez do Solo Associados ao Gesso Agrícola sobre Atributos Físicos e Químicos do Solo [tese]. Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa; 2018.

Bronick, CJ. Soil structure and management: a review. Geoderma. 2005; 124:3–22. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2004.03.005

Caires, EF.; Chueiri, WA.; Madruga, EF.; Figueiredo, A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicado na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. Rev Bras Cienc Solo. 1998; 22:27–34. 10.1590/S0100-06832003000200008

Caires, EF.; Joris, HAW.; Churka, S. Long-term effects of lime and gypsum additions on no-till corn and soybean yield and soil chemical properties in southern Brazil. Soil Use Manage. 2011; 27:45–53. https://doi.org/10.1111/j.1475-2743.2010.00310.x

Crusciol, CAC.; Artigiani, ACCA.; Arf, O.; Carmeis Filho, ACA.; Soratto, RP.; Nascente, AS.; Alvarez, RCF. Soil fertility, plant nutrition, and grain yield of upland rice affected by surface application of lime, silicate, and phosphogypsumin a tropical no-till system. Catena. 2016; 137:87–99. https://doi.org/10.1016/j.catena.2015.09.009

Ferreira, AO.. Macroaggregation and soil organic carbon restoration in a highly weathered Brazilian Oxisol after two decades under no-till. Sci Total Environ. 2018; 621:1559–1567. 10.1016/j.scitotenv.2017.10.072

Ramos, et al.. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. Rev Bras Cienc Solo. 2006; 30:849–857. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000500011

Santos, et al.. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2013.

CONSERVAÇÃO DO SOLO EM ASSENTAMENTO DE REFORMA AGRÁRIA VISANDO A RECOMPOSIÇÃO DE ÁREAS DE APP

Flávia Lima Moreira[1], Carlos Alberto Casali[2]

RESUMO: este trabalho teve como objetivo aperfeiçoar o conhecimento de produtores rurais sobre as práticas de conservação do solo visando a Recomposição de APP. O curso de aperfeiçoamento foi realizado em novembro de 2018, no assentamento Santa Apolônia, município de Mirante do Paranapanema, Oeste de São Paulo. A realização do curso de aperfeiçoamento sobre conservação do solo em áreas de recomposição de APP foi viável e de grande valia aos assentados de reforma agrária, para aprimorar o conhecimento prático, conscientizando-os da importância em manter sua propriedade sustentável estando em conformidade com a legislação ambiental.

PALAVRAS-CHAVE: floresta, solos, preservação.

INTRODUÇÃO

O Pontal do Paranapanema é uma Região de São Paulo marcada pela devastação de suas florestas e desequilíbrio dos ecossistemas naturais, devido à expansão da produção agropecuária, tendo atualmente pequenos fragmentos florestais distante da sua característica original, muitos sem interligação. Para esta região é fundamental o desenvolvimento de sistemas recomposição florestal para conectar os fragmentos de floresta, restaurar ecossistemas degradados e áreas protegidas por Lei, bem como Áreas de Preservação Permanente (APP) e Reserva Legal (RL). Concomitantemente, é importante conhecer o histórico de uso dessas áreas e verificar as possíveis mudanças ocorridas no solo em relação ao estado original da área, como no caso das florestas nativas por representarem estabilidade quanto ás condições ecológicas do ambiente (NETO et al., 2013).

Entre os anos de 1981 a 2018 houve a implementação da política de reforma agrária no Estado de São Paulo e a conversão de grandes propriedades em assentamentos rurais, o que aumentou a preocupação com a conservação dos solos e com a recomposição e preservação de áreas de APP. Há muitas dúvidas a respeito do uso, exploração, manejo e conservação destas áreas, estando de acordo com a legislação vigente do estado, como também do Novo Código Florestal (LEI Nº 12.651 de 25/05/2012).

Alterações da vegetação em ecossistemas naturais podem ter consequências

[1] Estudante de Pós Graduação, UTFPR-DV, Estrada para Boa Esperança, Km 05 Dois Vizinhos - PR, f_moreira_florestas@hotmail.com.
[2]Professor Doutor da UTFPR-DV, UTFPR-DV, Estrada para Boa Esperança, Km 05 Dois Vizinhos - PR.

negativas à biodiversidade, inclusive aos solos e a sua conservação, uma vez que, essas alterações de maneira inevitável, podem causar perda de fertilidade e consequentemente de capacidade produtiva do solo (CHAVES et al. 2012). Assim, para a devida recomposição de ecossistemas é necessário empregar técnicas de conservação dos solos, principalmente na implantação de sistemas que visam o florestamento e recomposição de áreas de APP, visto que são mais vulneráveis ás condições de solos por muitas vezes apresentar declividade acentuada, sujeitas a processos erosivos, e por estarem parcialmente ou totalmente saturadas por água durante o ano.

Visando atender as demandas estaduais de adequação das propriedades rurais à legislação ambiental e levar o conhecimento técnico-prático ao produtor e trabalhador rural, o Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR/AR-SP) tem realizado desde 2018 cursos de formação profissional rural dando enfoque em conservação do solos, ações de baixo impacto ambiental possíveis de serem realizadas em áreas de APP, bem como alertar sobre as irregularidades passíveis de autuações, de modo a resgatar valores do campo, manter a propriedade produtiva, sustentável e promover a educação ambiental. Assim, este trabalho teve como objetivo aperfeiçoar o conhecimento de produtores rurais, sobre as práticas de conservação do solo visando a Recomposição de APP.

MATERIAL E MÉTODOS

O curso de aperfeiçoamento foi realizado em novembro de 2018, no assentamento Santa Apolônia, município de Mirante do Paranapanema, Oeste de São Paulo, originalmente ocupada com Floresta Tropical Estacional Semidecidual, do domínio do bioma Mata Atlântica em transição como o bioma Cerrado (VELOSO et al., 1991). Sua economia é baseada no setor agropecuário, como cultivo de cana-de-açúcar, pecuária e agricultura familiar, tendo aproximadamente 33 assentamentos rurais do sistema de reforma agrária.

O assentamento Santa Apolônia conta com 104 famílias e tem a pecuária como atividade econômica predominante. Os produtores rurais residentes no mesmo, demandaram ao SENAR/AR-SP por intermédio do Sindicato Rural Patronal, um curso de recomposição de Áreas de APP, visto que eles identificaram a necessidade de recompor e preservar estas áreas de maneira a manter a conservação do solo, tornar suas propriedades sustentáveis e a necessidade de adequar-se à legislação, já que a maioria dos lotes tem divisas com rios e banhados.

O curso foi realizado em uma área com Latossolo Vermelho de textura arenosa e

com declividade, que associado ao trânsito de animais e maquinários e a falta de práticas conservacionistas ao longo de décadas, provocaram processos erosivos e assorearam as matas ciliares. Na faixa de 20 m das margens do rio encontrou-se espécies invasoras como do gênero *Brachiaria*, que ajudam a segurar o solo, porém dificultam o processo de sucessão ecológica, como também a presença de espécies herbácea-arbustivas e poucas espécies arbóreas, candeia (*Eremanthus erythropappus*), leiteiro (*Taberna emontana fuchsiaefolia)* e algumas espécies de palmeiras.

No curso participaram 16 produtores rurais, sendo este número limitado pelo máximo de pessoas permitido pelo SENAR/AR-SP atendendo o proposto no projeto técnico do mesmo, para obter o melhor aproveitamento do conteúdo teórico-prático pelos participantes. O Curso foi separado em duas etapas, sendo uma explanação teórica e posteriormente uma atividade prática. Na explanação abordou-se a importância ecológica, socioeconômica e legal das áreas de APP, os sistemas de recomposição florestal, a importância do isolamento da área contra fatores de perturbação, e ações que devem ser realizadas antes e após a recomposição de áreas de APP de modo a manter o solo conservado, como análise do solo, preparo do solo, preparo dos berços, adubação de base, plantio das mudas e irrigação. A prática foi realizada em uma área de APP demarcada de 2500 m², onde os produtores foram divididos em dois grupos e direcionados para diagnosticar a área, caracterizando a vegetação, o uso e degradação do solo e dos recursos hídricos.

Os participantes implantaram técnicas de conservação solo, como o cultivo mínimo e a construção de canais de contenção com 40 cm de profundidade entre as linhas de plantio. O plantio de árvores foi em berços de 30 cm de profundidade, adubados e espaçamento de 2x3 m (Figura 1), totalizando 42 espécies de árvores pioneiras e não pioneiras de ocorrência regional, com base nas resoluções ambientais vigentes no Estado de São Paulo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi possível atingir o máximo de aproveitamento e interação dos produtores durante o curso, onde todos conseguiram aplicar a parte teórica na prática em campo e realizar em conjunto a implantação da recomposição da Área de APP, bem como as técnicas de conservação do solo, entendendo a importância de se conservar o solo em áreas

[1] Estudante de Pós Graduação, UTFPR-DV, Estrada para Boa Esperança, Km 05 Dois Vizinhos - PR, f_moreira_florestas@hotmail.com.
[2]Professor Doutor da UTFPR-DV, UTFPR-DV, Estrada para Boa Esperança, Km 05 Dois Vizinhos - PR.

altamente degradadas pela produção agropecuária, visando á longo prazo o restabelecimento de um ecossistema bem próximo ao original, no que diz respeito as características edáficas e de vegetação florestal, tornando sua propriedade em conformidade com a legislação ambiental vigente.

Figura 1. (a) delimitação da área de Recomposição e análise dos canais de contenção, (b) classificação das espécies em pioneiras e não pioneiras (c) abertura dos berços e plantio das mudas, (d) grupo de produtores rurais participantes do curso.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A realização do curso de aperfeiçoamento visando a conservação do solo em áreas de recomposição de APP foi viável e de grande valia aos produtores rurais, aprimorando o conhecimento prático e conscientizando-os da importância em manter sua propriedade sustentável estando em conformidade com a legislação ambiental .

REFERÊNCIAS

BRASIL. LEI Nº 12.651, de 25 de maio de 2012. **Diário Oficial da União**, Brasília, Seção 1, pt. 1, 2012.

CHAVES, Aurélio Alves Amaral; LACERDA, Marilusa Pinto Coelho; GOEDERT, Wenceslau J.;RAMOS, Maria Lucrécia Gerosa; KATO, Eiyti. Indicadores de qualidade de Latossolo Vermelho sob diferentes usos. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 42, n. 4, p. 446-454, 2012.

NETO, D. N. N.; SANTOS, A. C.; SANTOS, P. M.; MELO, J. C.; SANTOS, J. S. Análise espacial de atributos do solo e cobertura vegetal em diferentes condições de pastagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, PB. v.17, n.9, p.995–1004, 2013.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, J.C.A. 1991. Classificação da Vegetação Brasileira, adaptada a um sistema universal. **IBGE**, Rio de Janeiro. 112 pp.

COMPORTAMENTO DAS FRAÇÕES GRANULOMÉTRICAS DA MATÉRIA ORGÂNICA DO SOLO EM SISTEMAS DE MANEJO AGRÍCOLAS

RESUMO: Os sistemas de manejo do solo afetam a matéria orgânica impactando o ambiente de produção. O objetivo deste trabalho é avaliar sistemas de manejo do solo em um experimento com 36 anos de manutenção. O experimento está instalado em Ponta Grossa, PR em macroparcelas com Sistema de Plantio Direto (SPD), Sistema de Plantio Convencional (SPC) e Sistema de Preparo Mínimo (SPM), foi avaliada a Mata Nativa próxima ao experimento, foram coletadas 10 amostras de cada macroparcelas e Mata a 0-10 e 10-20 cm. Foi analisado o carbono das amostras integrais e fracionadas, e os dados foram submetidos à análise de variância seguida de teste de Tukey a 5%. O SPM apresentou valores inferiores na maioria dos resultados, com exceção da fração COP 10-20 e a mata nativa apresentou resultados superiores aos outros sistemas de manejo. Os resultados do SPD para carbono e estoque de carbono na fração COP 10-20 foi inferior aos outros sistemas. O SPM apresentou a maior perda dos estoques de carbono total e das frações granulométricas da matéria orgânica do solo comparado aos SPD e SPC. Os SPD mesmo com mais de 35 anos de manutenção ainda não conseguiu recuperar os estoques de C semelhantes aos da Mata Nativa.

PALAVRAS-CHAVE: Manejo de Solo, Estoque de Carbono, Carbono Orgânico

INTRODUÇÃO

O sistema de plantio direto SPD tem como princípios básicos o mínimo revolvimento do solo, a manutenção permanente da cobertura em superfície e a rotação de culturas (LIMA et al., 2016). O Sistema de Plantio Convencional (SPC) caracteriza-se pelo constante revolvimento do solo antes do plantio rompendo os agregados e reduzindo a estabilidade nas camadas manejadas (ARATANI et al., 2009). O Sistema de Preparo Mínimo do Solo (SPM) é caracterizado pela redução de operações de preparo do solo, havendo várias formas de realização de acordo com a intensidade de movimentação (VIEIRA, 1985), este mantém pelo menos 30% de cobertura vegetal sobre a superfície do solo, (SALTON; MIELNICZUK, 1995).

A matéria orgânica promove no solo inúmeros benefícios do ponto de vista físico, químico e biológico, como melhoria do condicionamento físico do solo, agregação, porosidade, dentre outros (TONY et, al. 2015). A distribuição e quantidade da matéria

orgânica no ambiente (perfil do solo) promove mudanças na velocidade de degradação da matéria orgânica (BAYER; MIELNICZUKL, 2008).

O objetivo deste experimento foi avaliar os estoques de carbono do solo e das frações granulométricas da matéria orgânica em sistemas de manejo agrícola implantados conduzidos por longo período de tempo (36 anos).

MATERIAL E MÉTODOS

A área experimental está situada na Estação Experimental do Polo Regional de Pesquisa de Ponta Grossa do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Ponta Grossa, PR, BR, latitude 25°09'S e longitude 50°09'W, com altitude de 865m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen Cfb. O solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho de textura muito argilosa.

O experimento foi implantado no ano de 1981/82, com três sistemas de preparo do solo: Sistema Plantio Direto (SPD) - revolvimento do solo apenas na linha de semeadura, Sistema Plantio Convencional (SPC) - preparo do solo com uma aração, com arado de disco, seguida por duas gradagens, Sistema Plantio Mínimo (SPM) - preparo do solo com grade pesada seguida por duas gradagens leves. O experimento foi implantando em sistema de Macroparcelas, havendo apenas 1 de cada sistema, na qual a de SPD apresenta dimensões de 100x100m e as de SPC e SPM apresentam dimensões de 100x50m. Cultivou-se as três macroparcelas com as mesmas culturas implementando-se um sistema de rotação de culturas no ambiente de produção desde o ínicio do experimento.

As coletas e análises do solo ocorreram no ano de 2018, no período de entressafra das culturas de verão. A amostragem foi realiza em malha de 10 x 5 com espaçamento regular de 10 metros, coletando 10 pontos em cada preparo do solo e mais 10 pontos de mata nativa próxima ao experimento. Foram coletadas amostras nas profundidades 0-10 e 10-20 cm utilizando-se trado calador. Em laboratório as amostras foram secas a 60º e peneiradas em malha de 2 mm e nestas foram feitas as análises de rotina e o C orgânico total.

Nas amostras obtidas realizou-se fracionamento granulométrico das amostras de acordo com Sá (2001) e modificado por Santos (2006), para obtenção da matéria orgânica lábil fração > 53μm e a fração < 53μm matéria orgânica recalcitrante. Após o mesmo foi realizada determinação de carbono por oxidação via úmida, conforme Walkley e Black (1934) nas amostras fracionadas de solo para determinação do carbono orgânico particulado (COP) na fração > 53μm e do carbono orgânico associado aos minerais (COAM) na fração < 53μm.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e quando houve diferenças estatísticas, foi realizada a comparação de médias através do teste de Tukey com o auxílio do software R Core Team (2018), utilizando os pacotes de Bache (2015) e Ferreira; Cavalcanti; Nogueira (2018).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados para carbono no solo nas profundidades 0-10 e 10-20 nas frações COP e COAM podem ser visualizados na Tabela 1 e os resultados para estoque de carbono nas profundidades 0-10 e 10-20 nas frações COP e COAM podem ser visualizados na tabela 2.

Tabela 1 – Resultados de carbono orgânico (g/dm^3) nas profundidades 0-10 e 10-20 nas frações COP e COAM:

	COP – 0-10	COP – 10-20	COAM – 0-10	COAM 10-20
SPD	27,4668 b	6,7790 d	22,0903 b	18,1943 a
SPC	25,6746 bc	17,9216 b	19,7137 bc	18,2722 a
SPM	24,4668 c	12,5451 c	17,8047 c	12,4672 b
MT	48,8558 a	22,0124 a	31,8692 a	15,9346 ab
CV (%)	7,61	11,46	10,45	17,67

Tabela 2 – Resultados de estoque de carbono (Mg/há$^{-1}$) nas profundidades 0-10 e 10-20 nas frações COP e COAM:

	COP – 0-10	COP – 10-20	COAM – 0-10	COAM 10-20
SPD	28,2908 b	6,9824 a	22,7530 b	18,7401 a
SPC	26,4448 bc	18,4592 d	20,3051 bc	18,8204 a
SPM	25,2008 c	12,9214 c	18,3388 c	12,8412 b
MT	50,3215 a	22,6727 b	32,8253 a	16,4126 ab
CV (%)	7,61	11,46	10,45	17,67

O estoque de carbono que o solo de mata apresentou resultados superiores aos dos sistemas de manejo do solo demonstrando que esses sistemas de manejo não foram capazes após 36 anos de recuperarem os estoques de carbono aos níveis semelhante a mata nativa da região, evidenciando a necessidade de fazer melhorias nestes sistemas de manejo.

O cultivo mínimo apresentou os menores valores de estoques nas frações demonstrando ser o sistema que apresentou maiores perdas nos estoques.

O sistema de plantio direto foi superior, tanto no COP quanto ao COAM, de 0-10 cm perdendo apenas para a mata nativa e superior a mata na camada 10 -20 cm, demonstrando que comparado ao SPM e ao SPC é o sistema com os resultados mais próximos a Mata Nativa.

CONCLUSÕES

O SPD é o sistema de manejo do solo que apresenta resultados mais próximos a Mata Nativa, apresentando estoque de carbono nas frações superior ao SPM e SPC.

REFERÊNCIAS

ARATANI, R. G., FREDDI, O. D. S., CENTURION, J. F., & ANDRIOLI, I. (2009). Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 677-687.

BACHE, S. M. (2015). import: An Import Mechanism for R. **R package version 1.1.0.** Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=import>. Acesso em: 21 set. 2018.

BAYER, C. & MIELNICZUK, J. **Dinâmica e função da matéria orgânica**. In: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A O, Eds. Fundamentos da matéria orgânica do solo ecossistemas tropicais e subtropicais. 2.ed. Porto Alegre, Metrópole, 2008. p.7-18.

FERREIRA, B. E.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. (2018). ExpDes: Experimental Designs. **R package version 1.2.0**. Disponível em: <https://CRAN.R-project.org/package=ExpDes>. Acesso em: 21 set. 2018.

LIMA, C. E. P., FONTENELLE, M. R., MADEIRA, N. R., DA SILVA, J., GUEDES, Í. M. R., SILVA, L. R. B., & SOARES, D. C. (2016). Compartimentos de carbono orgânico em Latossolo cultivado com hortaliças sob diferentes manejos. ***Pesquisa Agropecuária Brasileira***, *51*(4), 378-387.

R CORE TEAM (2018). R: A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria, 2008.

SÁ, J. C. M. **Dinâmica da matéria orgânica do solo em sistemas de manejo convencional e plantio direto**. Tese de Doutorado, 2001, 141p Esalq, Piracicaba.

SALTON, J.C. & MIELNICZUK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho Escuro de Eldorado do Sul (RS). R. Bras. Ci. Solo, 19:313-319, 1995.

SANTOS, H. P. dos; *REIS*, E. M. Rotação de culturas em *plantio direto*, Passo Fundo, Embrapa Trigo, *2001*, p. 212.

VIEIRA, M. J. Comportamento físico do solo em plantio direto. In: FANCELLI, A.L.; TORRADO, P.V. & MACHADO, J., coords. Atualização em plantio direto. Campinas, **Fundação Cargill**, 1985. p.163-179.

WALKLEY, A. & BLACK, I. A. An examination of the Degtjareff method for determining soil organic matter and a proposed modification of the chromic acid titration method. **Soil Sci**., 37:29-38, 1934

NITROGÊNIO APLICADO VIA FOLIAR NA CULTURA DO MILHO (*Zea mays* L.) EM DIFERENTES SISTEMAS DE MANEJO

Tatiane Conceição Moreira da Silva[1], Luis Guilherme Sidenco[2], Carla Fernanda Ferreira[3], Daniel Mocelin Silveira[4]

RESUMO: Quando se deseja um elevado rendimento de grãos a fertilidade do solo é fundamental, sendo nitrogênio o elemento de grande importância para altos tetos de produção na cultura do milho. Objetivou-se avaliar doses de adubação nitrogenada via foliar sob três sistemas de manejo sendo: plantio direto, plantio direto com escarificado e plantio convencional. O experimento foi conduzido na fazenda escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais. Foram aplicadas dosagens de nitrogênio de 0; 1,5, 3; 4,5 e 6 dm^3 ha^{-1}. O adubo foliar utilizado consiste da formulação de 30% de N e sua aplicação foi feita através do pulverizador costal. O manejo das parcelas foi feito com o auxílio de uma grade aradora seguida de uma grade niveladora nas áreas de preparo convencional. Na área de plantio direto a dessecação foi realizada 30 dias antes do plantio e no dia do plantio. Foi determinado os componentes de rendimento de produtividade (estande, número de espigas, número de fileiras, número de grãos por fileira e massa de mil grãos). Não se obteve diferenças estatísticas significativas em relação aos componentes de produção nas doses de adubação nitrogenada via foliar nem com a alteração do sistema de manejo.

PALAVRAS-CHAVE: plantio direto, preparo convencional, escarificação.

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays*) é apontado como um dos cultivos mais expressivo no mundo. Seu desempenho no ramo alimentício tem papel de grande importância, pois seu uso é multifuncional servindo como alimento para o homem e na base de alimentação animal (AMARAL et al., 2014; MACHADO; FONTANELLI, 2014). Conforme estudo Farinelli; Lemos (2012) um dos motivos gera maiores custos na produção de milho são os preços dos adubos. Ao adubar os produtores se deparam com os altos preços, especialmente a adubação a base de nitrogênio. Cabe destacar que, a adubação nitrogenada é uma das mais utilizadas na cultura do milho e ainda se exige alta demanda do produto o que dependendo de como é utilizado pode reflete em baixos lucros (SIMÃO, 2016). Mesmo havendo melhoras na produção de grãos com o auxílio da adubação foliar é necessário avaliar se os rendimentos econômicos são superiores aos custos da aplicação da adubação foliar nitrogenada. O presente trabalho teve por objetivo avaliar doses de adubação foliar

[1]Acadêmica, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, tatiannemoreirac@gmail.com.
[2]Acadêmico, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, luisguilhermesidenco@gmail.com.
[3]Acadêmico, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, danielmocelin@hotmail.com
[4]Docente, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, carla.fernanda@cescage.edu.br

nitrogenada em diferentes sistemas de manejo na cultura do milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi estruturado na fazenda escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais, tendo como coordenadas: latitude 25°10'39"S e longitude de 50º06'54"O à 817m. Os tratamentos foram doses, conforme recomendação do fabricante do produto a saber: 0; 1,5, 3; 4,5 e 6 dm^3 ha^{-1}. O adubo foliar consiste da formulação de 30% de N e sua aplicação foi feita através do pulverizador costal. As aplicações foram realizadas em três aplicações, aos 20 dias, aos 30 dias e aos 40 dias após a germinação. A disposição dos tratamentos na área foi realizada mediante sorteio para casualização. A adubação de base foi de 10-20-20 com dose de 325 kg ha^{-1}, correspondendo aos índices de suficiência do nitrogênio indicado pela análise de solo de 3,8 % de matéria orgânica, aventado a quantia de 40 kg de N ha^{-1}. O sistema de plantio convencional foi preparado com auxílio da grade aradora e em seguida foi utilizada uma grade niveladora. No plantio direto não houve revolvimento do solo, apenas a dessecação pré-plantio. No plantio escarificado, foi utilizado um escarificador de três hastes com espaçamento de 0,70 m entre hastes, sendo repassados entre os sulcos anteriores. O espaçamento entre linhas utilizado foi de 0,45 m, com uma densidade populacional de 65 mil plantas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados obtidos em relação aos componentes de seguem descritos na tabela 1. Resultados esses, similares aos encontrados por Mortate et al. (2017), quando em sua pesquisa, analisando a adubaçao foliar e a adubação de base do nitrogênio (N). Os autores, afirmam que a adubação foliar pode acrescentar na produtividade, mas não pode suprir as necessidades fisiológicas da planta de milho em associação ao nitrogênio. Estes mesmos dados correlatam os encontrados por Costa et al. (2015), onde, em seus componentes de produção, devido a maior capacidade de mineralizão de nitrogênio, a mistura de ureia foi mais obsoleta para o aumento da produtividade. Não houve diferença estatística quanto aos sistemas de manejo, dispondo ambos de produtividades análogas.. Símile à isto, Nantes; Carvalho (2016) analisaram variados sistemas de manejo talhados à cultura do milho. Em contrapartida, Narimatsu et al. (2014) obteve resultados controversos, logrando diferença nos componentes de produtividade como diâmetro de espiga, onde os sistemas de manejo convencional e cultivo mínimo obtiveram melhores resultados estatísticos, retratando os resultados relevantes ao plantio direto com os menores diâmetros.

Tabela 1 – Análise dos componentes de produção da cultura do milho (Zea mays L.) em diferentes doses de nitrogênio foliar em diferentes sistemas de manejo, quanto ao estande de plantas (EP) número de espigas (NE), número de fileiras (NF), número de grãos por fileira (GF), massa de mil grãos (MMG) e rendimento produtivo (RP)

Dose	EP		NE		NF		GF		MMG		RP	
$dm^3\ ha^{-1}$	plantas ha^{-1}				número				g		kg ha^{-1}	
Plantio Direto												
0,0	64814,75		1,04		16,07		36,41		325,61		12891,57	
1,5	60606,00		1,10		16,30		36,10		303,50		12475,30	
3,0	59764,25	a	1,07	a	15,75	a	36,25	a	326,84	a	11930,77	a
4,5	64814,80		1,10		15,40		35,50		327,60		12507,70	
6,0	66498,30		1,10		15,50		36,60		329,60		14173,70	
CV(%)			9,05%		4,54%		5,88%		9,93%		22,20%	
Plantio direto com Escarificação												
0,0	62289		1,10		15,90		36,50		332,10		13377	
1,5	66498		1,20		15,80		36,50		316,90		13804	
3,0	65656	a	1,10	a	16,50	a	35,50	a	331,60	a	14551	a
4,5	65656		1,10		15,80		36,10		333,90		13761	
6,0	64814		1,20		15,50		36,30		335,80		14597	
CV(%)			9,05%		4,54%		5,88%		9,93%		22,20%	
Preparo Convencional												
0,0	65656		1,10		15,50		35,20		332,80		12618	
1,5	59764		1,20		16,00		32,80		311,80		11811	
3,0	57239	a	1,10	a	15,60	a	33,90	a	310,50	a	10742	a
4,5	58080		1,20		16,40		34,00		319,20		12100	
6,0	63131		1,20		16,20		33,70		322,30		13344	
CV(%)			9,05%		4,54%		5,88%		9,93%		22,20%	

Médias seguidas de mesmas letras minúsculas nas colunas diferem entre si pelo teste de Student a 5% de probabilidade ($p<0,05$)

CONCLUSÕES

Os dados obtidos no experimento não indicaram expressivas diferenças quanto a produtividade, em relação as adubações nitrogenadas em cobertura via foliar, nem quanto aos sistemas de manejo.

[1]Acadêmica, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, tatiannemoreirac@gmail.com.
[2]Acadêmico, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, luisguilhermesidenco@gmail.com.
[3]Acadêmico, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, danielmocelin@hotmail.com
[4]Docente, Centro de Ensino Superior do Campos Gerais- CESCAGE, carla.fernanda@cescage.edu.br

REFERÊNCIAS

AMARAL, T. A. et al. Nitrogen management strategies for maize production systems: Experimental data and crop. International Journal of Plant Production. Minnesota, v. 9, n.1, p 51-74, 2014. Disponível em: http://ijpp.gau.ac.ir/pdf. Acesso em: 28 de março de 2019.

COSTA, A.C.R. et al. Nitrogênio em cobertura com diferentes fontes no crescimento e produtividade do milho. Segundo Congresso de Ensino, Pesquisa e Extensão da UEG, 2015. Disponível em: file:///C:/Users/Luis/Downloads/4938-14321-1-PB.pdf, Acesso em: 28 de março de 2019.

FARINELLI, R.; LEMOS, L. B. nitrogênio em cobertura na cultura do milho em preparo convencional e plantio direto consolidados. Pesquisa Agropecuária Tropical, Goiânia, v. 42, n. 1, p. 63-70, 2012.

MORTATE, R. K. et al. Resposta do milho (Zea mays L.) à adubação foliar e via solo de nitrogênio. Revista de Agricultura Neotropical, Cassilândia-MS, v. 5, n. 1, p. 1-6, jan./mar. 2018 Disponível em: file:///C:/Users/Luis/Downloads/2202-8391-1-PB.pdf. Acesso em: 28 de março de 2019.

NARIMATSU, A. H. et al. Análise econômica da produção do milho safrinha sob fontes e doses nitrogenadas em cobertura com ou sem inoculação. Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.10, n.18; p. 278-290, 2014.

NANTES, F.P; CARVALHO, I.F.B. Componentes de produção de milho e resistência a penetração em função do sistema de manejo e da velocidade de semeadura. 2016 p.19 Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso). Universidade Federal da Grande Dourados, 2016.

SIMÃO, E. P, Características agronômicas e nutrição do milho safrinha em função de épocas de semeadura e adubação 2016. 70 p. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal de São João Del-Rei, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, 2016.

BIOFORTIFICAÇÃO DE FEIJÃO COMUM EM FUNÇÃO DA APLICAÇÃO FOLIAR E VIA SOLO DE ZINCO

Luís Henrique Kapp Titski[1], Fabrício William Ávila[2], Wagner Deckij Kachinski[3], Marcelo Marques Lopes Muller[4], Keli Colecha[5], Julio Cezar Borecki Vidigal[6]

RESUMO: A deficiência de zinco (Zn) afeta bilhões de pessoas em todo o mundo. Estudos apontam que o Zn, quando ingerido diariamente de forma adequada, reduz a incidência de câncer, distúrbios neurológicos e doenças autoimunes. Neste trabalho foram realizados experimentos de campo com o objetivo de avaliar o efeito da aplicação de Zn via solo e foliar sobre a biofortificação de grãos em duas cultivares de feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), a cultivar BRS Esteio (feijão preto) e a cultivar IPR Campos Gerais (feijão carioca). A cultivar BRS Esteio apresentou maior capacidade de enriquecimento dos grãos com Zn que a cultivar IPR Campos Gerais, havendo, portanto, variação genotípica. A biofortificação dos grãos de feijão com Zn foi mais eficiente com a pulverização foliar que em relação ao fornecimento via solo, na dose de 600 g ha^{-1} de Zn, no estádio inicial de enchimento de grãos.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., micronutriente, segurança alimentar.

INTRODUÇÃO

O zinco (Zn) é um nutriente para humanos por fazer parte de uma série de reações químicas essenciais para ao metabolismo normal dos mamíferos. Estudos apontam que a ingestão adequada de Zn reduz a incidência de câncer, distúrbios neurológicos e doenças autoimunes em humanos (Figueiredo, 2016).

O feijoeiro-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) representa quase metade das leguminosas consumidas no mundo, evidenciando sua importância na dieta humana. O enriquecimento de grãos de feijão com Zn pode melhorar a ingestão desse nutriente pela população, especialmente a de baixa renda.

[1]Discente do curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), *Campus* Cedeteg. Rua Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, CEP 85040-167, Guarapuava-PR. E-mail: luishkt@hotmail.com
[2]Professor Adjunto do Departamento de Engenharia Florestal, UNICENTRO. E-mail: fwavila@unicentro.br
[3]Mestre em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: wdkachinski@hotmail.com
[4]Professor Associado do Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mail: mmuller@unicentro.br
[5]Discente do curso de Graduação em Agronomia, Departamento de Agronomia, UNICENTRO. E:mails: kelicolecha@gmail.com
[6]Discente do curso de Mestrado em Agronomia. Pós-Graduação em Agronomia, UNICENTRO. E-mail: juliocezarvidigal@hotmail.com

O objetivo deste estudo foi avaliar os efeitos da aplicação de Zn no solo (durante a semeadura) e via foliar (por meio de pulverizações foliares com doses de Zn em diferentes estádios fenológicos) sobre a biofortificação de grãos em cultivares de feijoeiro-comum.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Campus Cedeteg da UNICENTRO (Universidade Estadual do Centro-Oeste), no município de Guarapuava, Estado do Paraná.

Dois experimentos de campo com a cultura do feijoeiro-comum foram instalados ao mesmo tempo na área experimental em meados de dezembro de 2017. Em um experimento foi usado a cultivar BRS Esteio (pertencente ao grupo preto) e em outro a cultivar IPR Campos Gerais (pertencente ao grupo carioca), ambas com ciclo médio de 88 dias. Em cada experimento, o delineamento experimental foi de blocos ao acaso (DBC), em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições.

Nas parcelas foi estudado o fator Zn via solo, composto por dois tratamentos de aplicação de Zn no solo (sem e com 4 kg ha^{-1} de Zn), usando os adubos formulados NPK sem Zn (12-27-06) e NPK com Zn (12-27-06 com 1 % de Zn). O adubo NPK (com e sem Zn) foi aplicado no sulco de semeadura, na dosagem de 400 kg ha^{-1}.

Nas subparcelas foi estudado o fator Zn via foliar, composto por oito tratamentos de épocas e número de aplicações foliares de Zn, sendo: 1) sem pulverização foliar (SPF); 2) única pulverização foliar realizada no estádio de florescimento (E1); 3) única pulverização foliar realizada no estádio inicial de enchimento de grãos (E2); 4) única pulverização foliar realizada no estádio final de enchimento de grãos (E3); 5) duas pulverizações foliares realizadas nos estádios de florescimento e início de enchimento de grãos (E1+E2); 6) duas pulverizações foliares realizadas nos estádios de florescimento e final de enchimento de grãos (E1+E3); 7) duas pulverizações foliares realizadas nos estádios inicial e final de enchimento de grãos (E2+E3); e 8) três pulverizações foliares realizadas no estádio de florescimento e estágios inicial e final de enchimento de grãos (E1+E2+E3). Em todos os tratamentos, o Zn foi aplicado na dose de 600 g ha^{-1} por meio de um pulverizador costal, usando a vazão de calda de 160 L ha^{-1}. A fonte de Zn utilizada para o preparo da calda de pulverização foi o $ZnSO_4.7H_2O$ p.a. (marca Merck®). Cada subparcela experimental foi composta por 4 linhas de plantas com 5 metros de comprimento.

Após a colheita dos grãos, realizaram-se as análises de teores de Zn em amostras de grãos a partir de extratos obtidos após a digestão nítrico-perclórica (Embrapa, 2009), no Laboratório de Solos e Nutrição Mineral de Plantas do *Campus* Cedeteg da UNICENTRO.

Os resultados foram submetidos à análise de variância (ANOVA, $p \leq 0,05$). As médias foram comparadas por meio do teste de Scott-Knott ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de Zn nos grãos da cultivar BRS Esteio foi influenciado pela interação entre os fatores (Zn via solo × Zn via foliar) ($p < 0,05$), enquanto que o teor de Zn nos grãos da cultivar IPR Campos Gerais foi afetado apenas pelo fator Zn via foliar ($p < 0,001$), não havendo variações significativas para o fator Zn via solo ($p > 0,05$) (Figura 1).

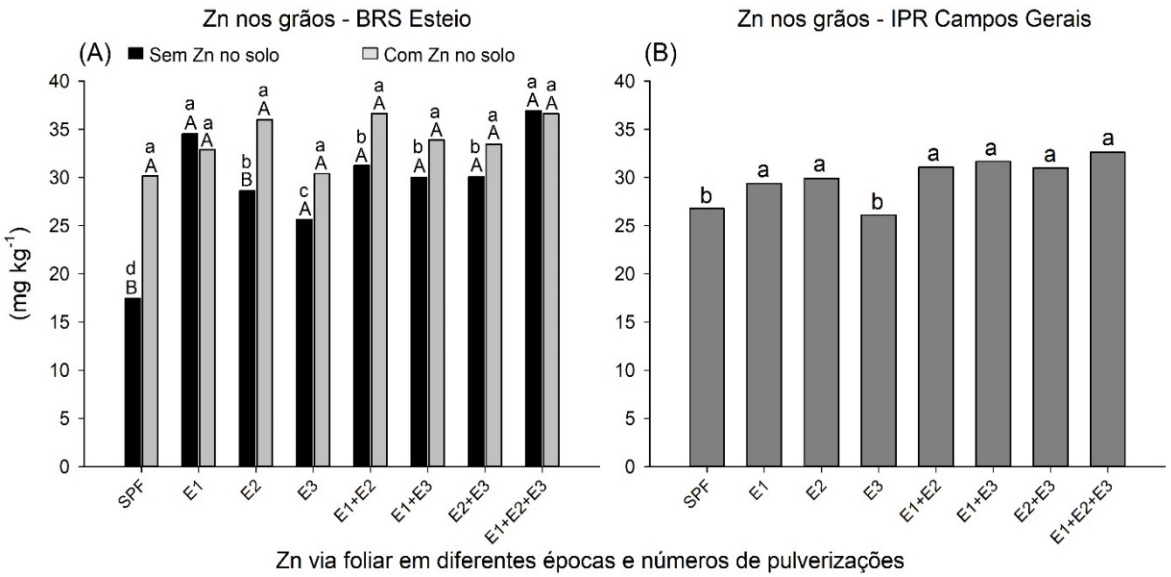


Figura 1. Teor de Zn nos grãos em feijoeiro-comum 'BRS Esteio', em função da aplicação de Zn via solo (sem e com Zn no solo) e aplicação foliar em diferentes épocas e números de pulverizações (Figura 1A), e em feijoeiro-comum 'IPR Campos Gerais', em função da aplicação foliar em diferentes épocas e números de pulverizações (Figura 1B).

Tratamento sem pulverização foliar (SPF); tratamentos com uma pulverização: estádio de florescimento (E1), estádio inicial de enchimento de grãos (E2) e estádio final de enchimento de grãos (E3); tratamentos com duas pulverizações: E1+E2, E1+E3 e E2+E3; tratamento com três pulverizações: E1+E2+E3.

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si (Scott-Knott, $p < 0,05$). Quando houve interação entre os fatores (Figura 1A), letra minúscula compara os tratamentos de doses de Zn via foliar dentro de cada tratamento de doses de Zn via solo, e letra maiúscula compara os tratamentos de doses de Zn via solo dentro de cada tratamento de doses de Zn via foliar.

Para a cultivar BRS Esteio (Figura 1A), analisando os efeitos dos tratamentos de Zn via foliar dentro de cada tratamento de Zn via solo, sem a aplicação de Zn no solo, o teor de Zn nos grãos do tratamento SPF e a média de todos os tratamentos com pulverização foliar foram 17,5 e 31,0 mg kg^{-1}, respectivamente (aumento de 77,4 %). Porém, com a aplicação de Zn no solo, a média de teor de Zn nos grãos foi 33,7 mg kg^{-1} e não houve variações significativas das doses de Zn via foliar.

Ainda na Figura 1A, analisando o efeito dos tratamentos de Zn via solo dentro de cada tratamento de Zn via foliar, sem a pulverização foliar (SPF), a aplicação de 4 kg ha^{-1} de Zn no sulco de semeadura elevou o teor de Zn nos grãos em 72,6 %. Mas, com a pulverização foliar de Zn, independentemente da época e número de pulverizações, a aplicação de Zn via solo teve pouco efeito sobre o teor de Zn dos grãos da cultivar BRS Esteio.

Para a cultivar IPR Campos Gerais (Figura 1B), os tratamentos SPF e E3 apresentaram em média 26,4 mg kg^{-1} de Zn nos grãos, enquanto que os demais tratamentos de Zn via foliar (E1, E2, E1+E2, E1+E3, E2+E3 e E1+E2+E3) tiveram em média 30,9 mg kg^{-1} de Zn (acréscimo de 17 %). Figueiredo (2016) obteve acréscimo em teor de Zn nos grãos de cultivares de feijão-comum do grupo carioca com a aplicação de Zn tanto no sulco de semeadura (dose de 4 kg ha^{-1}) quanto via foliar (doses de 100, 200, 400 e 800 g ha^{-1}).

CONCLUSÕES

A cultivar BRS Esteio apresentou maior capacidade de enriquecimento dos grãos com Zn que a cultivar IPR Campos Gerais, havendo, portanto, variação genotípica.

A biofortificação dos grãos de feijão com Zn foi mais eficiente com a pulverização foliar que em relação ao fornecimento via solo, na dose de 600 g ha^{-1} de Zn, no estádio inicial de enchimento de grãos.

REFERÊNCIAS

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia; 2009.

Figueiredo MA. Biofortificação com zinco, selênio e ferro, e biodisponibilidade de ferro em cultivares de feijoeiro-comum (Tese). Lavras: Universidade Federal de Lavras; 2016.

VI Reunião Paranaense de Ciência do Solo-RPCS
28 a 31 de maio de 2019
Ponta Grossa - PR

INFLUÊNCIA DA TÉCNICA PRODUTIVA SPD NA COMPACTAÇÃO DO SOLO

Julliane Kurasz[1]; Jeferson Eslei Mazur[2]; Fábio Caian de Jesus[3]

RESUMO: O solo é um recurso natural limitado utilizado, dentre inúmeras funções, como um suporte básico do sistema agrícola. Por essas razões, a preocupação em torno da degradação do solo é cada vez maior. Assim, o objetivo deste trabalho foi utilizar a resistência à penetração e a densidade do solo como indicativos de compactação em uma área de cultivo de milho sob SPD. A partir disso, o solo estudado mostrou-se abaixo dos valores críticos, porém, começa a apresentar certa limitação para ao cultivo. Dessa maneira, deve-se prestar atenção no sistema de manejo utilizado para que o solo continue mantendo a sua estrutura física dentro dos parâmetros ideais.

PALAVRAS-CHAVE: Resistência a penetração; Densidade do solo; Física do solo.

INTRODUÇÃO

A erosão e degradação dos solos pode ser considerada um dos problemas globais de maiores repercussões na atualidade, que afeta tanto as áreas urbanas como as rurais, onde ocorrem com maiores intensidades e as consequências são mais visíveis (Guerra et al., 2014).

O avanço da agricultura e principalmente da mecanização tem agravado a erosão dos solos. A ocupação de áreas impróprias, o desmatamento e a não utilização de práticas conservacionistas condicionam os solos aos processos erosivos (Pruski et al. 2006). Nesse sentido, segundo Mantovani (1987), a compactação do solo tem sido a maior preocupação por parte dos agricultores, pois esta implica diretamente nas respostas hídricas e produtivas dos solos, interferindo principalmente no crescimento radicular das plantas, como também na redução da infiltração, e sucessivo aumento no escoamento superficial (Van Lier, 2010).

Desta maneira faz-se necessário compreender a dinâmica das relações existentes entre as formas de usos e ocupações dos solos, para manter sua qualidade física e estrutural, possibilitando que as gerações futuras possam usufruir dos recursos e garantir sua subsistência (Montanarella et al., 2016).

Dentre os atributos físicos do solo que quando alterados mais influenciam na compactação, destaca-se a resistência à penetração (RP) e a densidade (Ds). Segundo

[1]Mestranda em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, ju-kurasz@hotmail.com
[2]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, jeferson.mazur@gmail.com
[3]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, fabiocaian.geografia@gmail.com

Pedrotti et. al. (2001), a resistência à penetração serve para descrever a capacidade física que o solo oferece a algo que tenta se mover através dele. Já a densidade implica na quantidade de poros e na capacidade de retenção de água.

Essa análise é de grande importância para a conservação (Ferraz; et. al., 2017), bem como, é uma forma de avaliação dos efeitos dos diferentes sistemas de manejo, na estrutura do solo e no crescimento radicular das culturas (Tavares Filho e Ribon, 2008). Isso corrobora com o objetivo dessa pesquisa, que foi avaliar os efeitos do uso e manejo do solo na cultura do milho, em relação à compactação sob as práticas agrícolas.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em uma área localizada no campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste (UNICENTRO), sob sistema de plantio direto (SPD) ao final do ciclo da cultura de milho (aproximadamente 7 anos de implantação), com predominância de Latossolo Bruno.

Para a análise física do solo, foram realizadas coletas através de anéis volumétricos constituídos em 4 pontos aleatórios da área de agricultura, em profundidades de 0-10, 10-20 e 20-30 cm, para mensuração da densidade. Posteriormente, as amostras foram catalogadas, pesadas e secas em estufa à 105°C durante 24h. Na sequência, a densidade do solo foi determinada com base em Castro Filho (1998), que a define como o resultado do peso do solo seco dividido pelo volume do anel utilizado na coleta.

Para estimar a resistência mecânica à penetração foram definidos pontos de 5 por 5 metros, totalizando 12 pontos de amostragem. Foi utilizado um penetrômetro de impacto (Stolf), onde a penetração foi lida na haste graduada do penetrômetro e os resultados foram convertidos para megapascal (MPa). Após as coletas, os dados foram analisados a partir dos valores de base.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

Os valores ideais de densidade para solos argilosos, como o Latossolo Bruno, devem apresentar valores próximos ou entre 1,00 e 1,25 g/cm³, pois os valores de Ds associados ao estado de compactação com alta probabilidade de oferecer riscos de restrições ao crescimento radicular situam-se em torno de 1,45 g/cm³ (Reinert e Reichert, 2006).

[1]Mestranda em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, ju-kurasz@hotmail.com
[2]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, jeferson.mazur@gmail.com
[3]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, fabiocaian.geografia@gmail.com

Na área de estudo, foi constatado que, a densidade do solo atingiu valores menores que o considerado crítico, situando-se entre 0,85 g/cm³ e 1,15 g/cm³ (Gráfico 1), alterando-se apenas em relação a profundidade. Isto é definido como resposta das práticas de manejo de solo, neste caso o SPD, que minimiza os impactos sofridos em relação as práticas agrícolas.

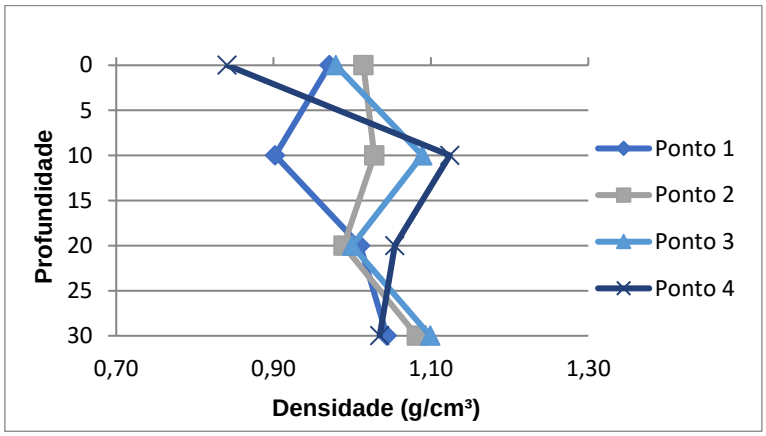


Gráfico 1 – Densidade do solo.
Organização: Autores (2019).

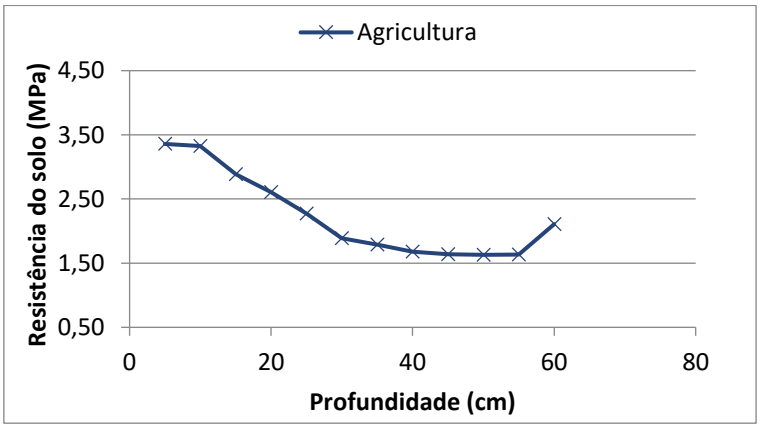


Gráfico 2 – Resistência do solo á penetração.
Organização: Autores (2019).

Já a análise da resistência mecânica à penetração foi baseada no estudo de Hazma e Anderson (2005) e Canarache (1990), onde os valores a partir de 2MPa causam algumas limitações no desenvolvimento radicular de várias culturas, sendo que o valor maior que 5Mpa é extremamente limitante as raízes.

Nesse estudo, obteve-se uma média de 31% de umidade do solo na área de coleta. Já a RP atingiu valores entre 2,50 MPa e 3,40 MPa na camada superficial até 30 cm, e valores mais próximos de 2,00 MPa nas camadas mais profundas, não chegando a

[1]Mestranda em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, ju-kurasz@hotmail.com
[2]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, jeferson.mazur@gmail.com
[3]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, fabiocaian.geografia@gmail.com

valores menores que 1,50 MPa (Gráfico 2). Dessa maneira, podemos afirmar que o solo estudado começa a apresentar algumas limitações para o cultivo, que em decorrência de fatores como o tempo de uso do SPD na área sem outras medidas conservadoras, diminuem a eficácia e promovem alterações na estrutura física do solo.

CONCLUSÕES

Com relação a isto, pode-se definir que o solo estudado começa atingir níveis estruturais que condizem a estágios iniciais de compactação. Isto ocorre devido ao uso de máquinas e implementos agrícolas com alta intensidade, fazendo assim com que a trafegabilidade se torne um fator negativo em meio as práticas e sistemas de conservação dos solos.

Dessa maneira, deve-se prestar atenção no sistema de manejo, visto que logo será necessária a intervenção de outras práticas sustentáveis para que a área continue com sua alta produção sem que afete a sua qualidade física, produtiva e ambiental.

REFERÊNCIAS

Castro Filho, C. et al. Estabilidade dos agregados e sua relação com o teor de carbono orgânico em um Latossolo Roxo distrófico, em função de sistemas de plantio, rotações de culturas e métodos de preparo das amostras. R. Bras. Ci. Solo, 1998, v.22, n.3, p.527-538.

De Lima, R. P.; De Leon, M. J.; Gonzaga, B. A. B. S.; Dos Santos, R. F. Resistência a penetração e densidade do solo como indicativos de compactação do solo em área de cultivo de cana-de-açúcar. In: SBCS, 2009.

Ferraz, L. L.; Silva, A. C.; Rocha, L. V. F.; De Oliveira, T. M.S.; Da Silva, J. O. Influência da compactação do solo no desenvolvimento do sistema radicular do feijão. Agrarian Academy, Centro Cient. Conhecer, Goiânia, 2017, v.4, n.8.

Guerra, A. J. T. et al. Erosão e Conservação de Solos no Brasil. Anuário do Instituto de Geociências-UFRJ, v.371, n.1, p.81-91. 2014. Rio de Janeiro. http://dx.doi.org/10.11137/2014_1_81_91.

Mantovani, E. C. Compactação do solo. Inform. Agropec. Belo Horizonte, 1987, v.13, n.147.

Montanarella, Luca et al. World's soils are under threat. Soil, v. 2, n. 1, p.79-82. 2016. Copernicus GmbH. http://dx.doi.org/10.5194/soil-2-79-2016.

Pedrotti, A.; Pauletto, E.A; Crestana, S. Resistência mecânica à penetração de um Planossolo submetido a diferentes sistemas de cultivo. R. Bras. Ci Solo, 2001, v. 25, p.521-529.

Reinert, D. J.; Reichert, J. M. Propriedades física do solo. Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

Tavares Filho, J.; Ribon, A. A. Resistência do solo à penetração em resposta ao número de amostras e tipo de amostragem. R. Bras. Ci. Solo, 2008, v.32, p.487-494.

Van Lier, Q. J. Física do solo. 1. ed. Viçosa: Soc. Bras. Ci. Solo, 2010.

[1]Mestranda em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, ju-kurasz@hotmail.com
[2]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, jeferson.mazur@gmail.com
[3]Mestrando em Geografia, Universidade Estadual do Centro Oeste, fabiocaian.geografia@gmail.com

DIFERENTES FONTES DE NITROGÊNIO, EM ADUBAÇÃO DE COBERTURA, NA CULTURA DO MILHO

Mariana Campos Giosa[1], Thais de Oliveira Iácono Ramari[2], Rafael Egea Sanches[2]

RESUMO: O nitrogênio é o elemento de maior demanda para o desenvolvimento da cultura do milho. Este trabalho teve como objetivo avaliar a eficiência agronômica de dois fertilizantes nitrogenados, a ureia convencional (45%N) e o NitroSCa (24% de N, 14,5% de CaO e 7,5% de S-SO_4^{2-}) na cultura de milho. O experimento foi realizado na fazenda experimental da Unicesumar, Maringá, PR, safra 2018/2019. O delineamento estatístico foi o DBC, com 4 tratamentos e 4 repetições. Os parâmetros avaliados foram número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), tamanho de grãos (cm) (TG), massa de 1000 grãos (Kg) (MMG) e produtividade ($Kg.ha^{-1}$). O aporte de cálcio e enxofre, via adubo nitrogenado otimizou a disponibilidade do nitrogênio para as culturas e a utilização do NitroSCa em cobertura, no milho, nas condições deste experimento, aplicados na mesma dose de ureia convencional, promoveu aumento significativo de produtividade para essa cultura.

PALAVRAS-CHAVE: Adubação nitrogenada; Sulfato de Cálcio; *Zea mays*.

INTRODUÇÃO

No Brasil, o milho destaca-se como o cereal de maior produção (Conab, 2018) e por ser matéria prima de inúmeros produtos, além de compor a alimentação de aves e suínos (Cruz, et al., 2008), tem perspectiva de aumento em demanda nos próximos anos.

Em função de sua ampla adaptabilidade, essa cultura pode ser cultivada em ampla parcela do ano, sendo a safra principal no verão ou como segunda safra, semeado logo após a colheita da soja, em meados de fevereiro (Valderrama, et al., 2014).

Dos nutrientes essenciais à cultura do milho, o nitrogênio é o elemento de maior demanda pois tem papel importante nos processos bioquímicos da planta e sua falta ocasiona limitação na produção de grãos (Rodrigues, et al., 2018). Porém, a adubação nitrogenada, além do alto custo possui baixa eficiência em função das perdas do elemento por volatilização de amônia, desnitrificação, lixiviação, entre outros (Modesto, 2014). De acordo Lara Cabezas et al. (2000), avalia-se um déficit na produtividade de grãos de milho em função da volatilização de amônia na ordem de 10 $Kg.ha^{-1}$ para cada 1% de N volatilizado.

Outros dois elementos importantes para esta cultura são o cálcio e o enxofre. O

[1]Acadêmico do curso de Agronomia da Unicesumar, Maringá – PR, marianagiosa649@gmail.com
[2]Professor de Agronomia, Unicesumar, Maringá - PR.

primeiro é fundamental na permeabilidade das membranas e manutenção da integridade celular como componente das paredes celulares e lamela média. Também favorece a divisão e expansão celular, e a ativação de enzimas envolvidas no metabolismo de carboidratos, como a alfa-amilase (Malavolta, 2006).

O enxofre participa da constituição proteica das plantas e seu suprimento adequado acarreta em maior eficiência na utilização do nitrogênio na síntese da Rubisco, elevando o índice fotossintético das folhas assim como a produtividade das culturas (Fiorini et al., 2016)

Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi de avaliar a eficiência agronômica de dois fertilizantes nitrogenados, a ureia convencional (45%N) e o NitroSCa (24% de N, 14,5% de CaO e 7,5% de S-SO_4^{2-}) na cultura de milho.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental da Unicesumar (Biotec), em área de 2.584 m², na safra 2018/2019. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos casualizados com 4 tratamentos e 4 repetições, totalizando 16 parcelas de (4m x 10m). Os tratamentos foram: T1: 46,5 $Kg.ha^{-1}$ de nitrogênio via NitroSCa em cobertura; T2: 24,8 $Kg.ha^{-1}$ de nitrogênio via NitroSCa em cobertura; T3: 46,5 $Kg.ha^{-1}$ de nitrogênio via ureia em cobertura; T4: 0 Kg/ha de nitrogênio em cobertura.

A área foi corrigida com base em dados proveniente de análise de solo e o aporte de nutrientes calculados a partir da quantidade dos elementos no solo (Pauletti, et al.; 2017).

A variedade utilizada foi o PIONER 30F53VYHR, com densidade de plantio de 3,5 plantas por metro linear e espaçamento de 0,45 metros entre linhas.

Foram avaliados os seguintes parâmetros: número de fileiras de grãos por espiga (NF), número de grãos por fileira (NG), tamanho de grãos (cm) (TG), massa de 1000 grãos (Kg) (MMG) e produtividade ($Kg.ha^{-1}$).

A colheita das espigas foi manual e a debulha realizada por meio de debulhadeira mecanizada.

Os dados foram corrigidos para umidade de 13,5%, 0% de impurezas e submetidos a análise de variância. Suas médias comparadas pelo teste de Tuckey a 5% de significância pelo programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As médias para os tratamentos Número de fileiras por espiga (NF), Número de grãos por fileiras (NG) e tamanho de grãos (TG) estão expostos na tabela 1.

Tabela 1. Número de fileiras por espiga (NF), número de grãos por fileiras (NG) e tamanho de grãos (TG) em função dos diferentes tratamentos.

Tratamentos[1]	NF	NG	TG (cm)

T1	15,63 a[2]	36,12 a	2,11 b
T2	16,11 a	37,01 a	2,22 a
T3	15,74 a	33,38 b	2,11 b
T4	16,04 a	33,32 b	2,18 a

[1]Em que T_1: 193,72 Kg/ha de NitroSCa em cobertura; T_2: 103,31 Kg/ha de NitroSCa em cobertura; T_3: 103,31 Kg/ha de ureia em cobertura; T_4: 0 Kg/ha de nitrogênio em cobertura. [2] Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tuckey a 95% de probabilidade.

Não foram observadas diferença estatística para o parâmetro NF entre os tratamentos e para a variável número de grãos por fileira, T1 e T2 diferenciaram estatisticamente dos tratamentos 3 e 4.

Esta diferença pode ser explicada em função da presença de uma base corretiva na formulação do NitroSCa (CaO), que controla e corrige a acidez potencial em tempo real e assim, otimiza a eficiência do nitrogênio neste produto. A ureia contém um índice de acidez de 84 (PAULETTI et al., 2017) acidificando o meio em que foi aplicado, já o sulfato de cálcio tem a capacidade de elevar sucintamente o pH, aumentando assim a disponibilização do nitrogênio para as plantas.

Para o variável Peso de mil grãos (tabela 2) T1 diferenciou-se estatisticamente dos demais, fato este que pode ser atribuído ao aumento da dose do produto. Consequentemente o aporte dos demais nutrientes, além do nitrogênio também interferiram na conversão dos elementos em peso de grãos.

Tabela 2. Massa de mil grãos e produtividade em Kg/ha e sc/alqueire em função dos diferentes tratamentos.

Tratamentos[1]	**MMG (Kg)**	**Produtividade**	
		Kg.ha^{-1}	Sc.alqueire^{-1}
T1	0,430 a[2]	11.862,04 a	478.44 a
T2	0,393 b	10.698,26 ab	431,44 ab
T3	0,370 b	9.930,17 b	400,51 b
T4	0,341 b	9.117,85 b	367,75 b

[1]Em que T_1: 193,72 Kg/ha de NitroSCa em cobertura; T_2: 103,31 Kg/ha de NitroSCa em cobertura; T_3: 103,31 Kg/ha de ureia em cobertura; T_4: 0 Kg/ha de nitrogênio em cobertura. [2] Médias seguidas de letras distintas na coluna diferem entre si pelo teste de Tuckey a 95% de probabilidade.

Ocorreu diferença estatística entre os tratamentos 1 e 2 com relação aos demais tratamentos para o parâmetro produtividade. Este fato evidencia o aumento na eficiência do nitrogênio aplicado via NitroSCa, em função do aporte de cálcio e enxofre quando comparado à ureia convencional.

Segundo Garrone et al. (2016) o nitrogênio promove maior impacto na produção de biomassa e como consequência, no crescimento vegetativo, em relação ao cálcio, entretanto, os efeitos são mais expressivos com o aumento da absorção do cálcio.

O enxofre tem papel fundamental na síntese de dois aminoácidos essenciais, a cistina

[1]Acadêmico do curso de Agronomia da Unicesumar, Maringá – PR, marianagiosa649@gmail.com
[2]Professor de Agronomia, Unicesumar, Maringá - PR.

e metionina, que quando há deficiência interrompe a síntese de proteínas e clorofila (TAIZ et al. 2015). A prática de adubação de base com fertilizantes sulfatados acarreta no aumento da assimilação de S no metabolismo das plantas (ALVAREZ et al. 2007) e consequentemente, aumenta a produtividade das culturas instaladas em solos com teores abaixo do nível de suficiência.

CONCLUSÕES

O aporte de cálcio e enxofre, às culturas, via adubo nitrogenado otimizou a disponibilidade do nitrogênio para as culturas.

A utilização do NitroSCa em cobertura, para a cultura do milho, nas condições deste experimento, aplicados na mesma dose de ureia convencional, promoveu aumento significativo de produtividade para essa cultura.

REFERÊNCIAS

ALVAREZ VH et al. Enxofre. In: NOVAIS RF et al. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 595-644. 2007.

CONAB - Companhia nacional de abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Brasília: CONAB, 2018.

CRUZ, J.C. et al. Importância da produção do milho orgânico para a agricultura familiar. 2008. Disponível em: <https://goo. gl/Rf8xTL>. Acesso em: 20 maio 2019.

FIORINI, I. V. A.; VON PINHO, R. G.; PIRES, L. P. M.; SANTOS, A. O.; FIORINI, F. V. A.; CANCELLIER L. L.; RESENDE, E. L. Avaliação de fontes de enxofre e das formas de micronutrientes revestindo o NPK na cultura do milho. Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v.15, n.1, p. 20-29, 2016.

GARRONE, R. F.; CAMPOS, A. G.; SILVEIRA, C. P.; LAVRES JUNIOR, J. Produção de biomassa, diagnose nutricional e absorção de nitrogênio e cálcio durante crescimento inicial do pinhão-manso. Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 1, p. 22-31, 2016.

LARA CABEZAS, W. A. R.; TRIVELIN, P. C. O.; KONDÖRFER, G. H.; PEREIRA, S. Balanço da adubação nitrogenada sólida e fluida de cobertura na cultura de milho, em sistema plantio direto no Triângulo Mineiro (MG). Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v. 24, n. 2, p. 363-376, 2000.

MALAVOLTA, E. Manual de nutrição mineral de plantas. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 631 p, 2006.

MODESTO, V. C. Diagnose da composição nutricional e eficiência de fertilizantes nitrogenados na cultura do milho. Jaboticabal: UNESP, 2014.

PAULETTI, V.; MOTTA, A. C. V. Manual de Adubação e Calagem para o estado do Paraná. SBCS, Núcleo Estadual Paraná. Curitiba, 482p. 2017.

RODRIGUES, F. J.; BARCAROL, M. A.; ADAMS, C. R.; KLEIN, C.; BERWANGER, A. L. Eficiência Agronômica da Cultura do Milho Sob Diferentes Fontes de Nitrogênio em Cobertura. UNICIÊNCIAS, v. 22, n. 2, p.66-70, 2018.

TAIZ L et al. Plant Physiology and Development. 6.ed. EUA: Sinauer Associates. 761p. 2015

VALDERRAMA, M. et al. Adubação nitrogenada na cultura do milho com ureia revestida por diferentes fontes de polímeros. Semina Ciênc. Agrárias, v.35, n.2, p.659-670, 2014.

YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S. Como melhorar a eficiência da adubação nitrogenada do milho. Informações Agronômicas, Piracicaba, n. 91, p. 1-5, 2000.

MÉTODO PRÁTICO DE AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DO SOLO

Junival Souza Fiatecoski[1]; Felipe Pinho de Oliveira[2]

RESUMO: O trabalho apresentado descreve o desenvolvimento e aplicação de um método expedito de avaliação da Qualidade do Solo, que considera a abordagem sistêmica do estudo de solos. As propriedades/características do Teor da Matéria Orgânica do Solo; Velocidade de Infiltração Básica; Volume de Solo Erodido; Atividade Biológica da Mesofauna e Microfauna; Estrutura do Solo e Desenvolvimento Radicular foram estudadas em três Cambissolos Húmico Distrófico Típico que recebem manejos distintos. Os dados coletados receberam *scores* e foram plotados em gráfico do tipo radar de modo a verificar a qualidade dos solos estudados, bem como a praticidade, replicabilidade e confiabilidade ao método. Os indicadores selecionados demonstraram que há variações na qualidade do solo entre os sistemas de uso dos solos estudados e indicaram as características correlacionadas à degradação dos solos. O método mostrou-se de fácil replicação em condições de campo e executável por técnicos e agricultores, para qualificar o planejamento de uso e ocupação do solo e orientar a adoção de práticas de recuperação e conservação do solo, bem como para aprimorar a avaliação dos impactos da ação antrópica sobre o solo.

PALAVRAS-CHAVE: Análise de solos; indicadores de qualidade de solo; conservação de solos.

INTRODUÇÃO

Os processos produtivos que preservam os recursos naturais favorecem a Qualidade do Solo (QS) em especial pelo cultivo biodiverso e pela conservação da estrutura física do solo (VEZZANI e MIELNICZUK, 2009). Segundo Ralisch *et al.*, (2017) a análise correta das condições do solo é a primeira ação a ser realizada no manejo conservacionista do solo, que é limitada pelo capital intelectual e financeiro que demandam os métodos convencionais de análise de solos, o que dificulta sua aplicação e interpretação em condições de campo, e evidencia a necessidade do desenvolvimento de métodos acessíveis de monitoramento da QS. Neste contexto, Arruda *et al.*, (2014) consideram que a dificuldade em realizar e interpretar análises de solos conduz muitos técnicos e agricultores a não efetuarem a avaliação da qualidade do solo, e nem dos impactos das práticas agrícolas utilizadas.

A dificuldade de avaliar a QS em condições de campo desencadeou um esforço multidisciplinar para quantificar diferentes atributos, e traduzi-los na forma de indicadores da qualidade do solo, com vista a composição de índices de QS (Melloni *et al.*, 2008). Segundo Vezzani e Mielniczuk (2009), a abordagem sistêmica do solo é um avanço metodológico para a avaliação da QS, por possibilitar verificar os efeitos das práticas empregadas nos agroecossistemas.

O presente trabalho descreve o desenvolvimento e uso de um método expedito de avaliação da Qualidade do Solo, que considera a abordagem sistêmica do estudo de solos e envolve seus aspectos químicos, físicos e biológicos.

[1]Estudante do Curso Superior de Tecnologia em Agroecologia, Instituto Federal do Paraná – Campus Campo Largo, PR, jsanderline@gmail.com
[2] Professor EBTT Instituto Federal do Paraná Campo Largo. felipe.pinho@ifpr.edu.br

MATERIAIS E MÉTODOS

A experimentação foi realizada no município de São João do Triunfo, PR, localizado no segundo planalto paranaense, no ponto de coordenadas 25° 40′ 34.2″S e 50° 20′ 35.0″W. O estudo foi realizado em três áreas de Cambissolos Húmico Distrófico Típico, com textura franco siltosa e declividade de 8º graus, onde são conduzidas práticas de manejo distintas, quais sejam, Floresta Nativa, Práticas Conservacionistas, Manejo Convencional.

Procedeu-se o estudo das seguintes propriedades e características dos solos: (MOS) matéria orgânica do Solo; (VIB) velocidade de infiltração básica; volume de solo erodido; atividade biológica da meso e microfauna; estrutura do solo e desenvolvimento radicular, de modo a elaborar um método prático de avaliação da QS em diferentes situações de uso.

A avaliação do teor de MOS ocorreu através da comparação visual do solo, coletado segundo metodologia descrita em Arruda *et al.*, (2014) e comparada conforme a Tabela 1. Na maior parte das situações, a coloração do solo pode ser utilizada com um indicador do teor de MOS, já que ela influencia no albedo e na forma da curva espectral de todo o espectro óptico, reduzindo sua reflectância (DALMOLIN, 2002).

Tabela 1. Colorações dos solos predominantes nas áreas agrícolas da região sul do Brasil, com teores de MOS

Exemplos das colorações do solo						
Nota	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**

Fonte: O Autor.

A erosão foi quantificada por uma metodologia adaptada de Pinese Júnior *et al.*, (2008), onde se reduziu para 2 m² a área de coleta de solo erodido. O material coletado foi filtrado e pesado, e sob precipitação conhecida foi quantificado, o qual recebeu *scores* conforme Tabela 2.

Tabela 2. Valores de erosão em Mg/ha/ano e seus respectivos *scores*.

Mg/ha/ano	**>16 Mg**	**11,5 – 15,9 Mg**	**7 – 11,4 Mg**	**3 – 6,9 Mg**	**0,6 – 2,9 Mg**	**< 0,6**
Nota	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**

Fonte: O autor.

O perfil enraizante foi analisado pelo desenvolvimento e características dos sistemas radiculares observados em 1 m² nos perfis dos solos, conforme apresentado na tabela 3.

Tabela 3. Condições do perfil enraizante do solo e seus respectivos *scores*.

Condições do solo	**Nota**	**Condições do solo**	**Nota**
Solo compactado/ Poucas raízes concentradas na superfície / Tortuosas/ Diâmetro elevado/ Não ultrapassam 10 cm de profundidade/ Alta resistência à penetração/ poucos macroporos.	**01**	Solo solto superficialmente/ Regiões com cabeleira até 40 cm/ Poucas raízes tortuosas/ Aumento no diâmetro e redução na concentração conforme profundidade/ Baixa resistência com regiões mais adensadas/ macroporos visíveis	**04**
Crosta superficial/ Poucas raízes concentradas na superfície até 20 cm/ Algumas forquilhadas	**02**	Solo grumoso superficialmente/ Regiões com abundância em cabeleira até 50 cm/ Crescimento	**05**

ou curvadas/ Predomínio de raízes com diâmetro elevado/ Distribuição desuniforme/ Alta resistência a penetração.		livre/ Raízes com elevado diâmetro em regiões profundas/ Gradual redução na concentração conforme profundidade/ presença de macroporos	
Crosta superficial ou solo solto/ Presença de raízes no solo/ Poucas tortuosas/ Regiões com cabeleira/ Faixa com redução abrupta/ resistência moderada/ Poucos macroporos	**03**	Solo grumoso/ Sem camadas/ Abundância de raízes em cabeleira/ Raízes com diâmetros variados/ Redução da concentração após 80 cm/ Crescimento Livre/ Macroporos abundante.	**06**

Fonte: O Autor.

A estrutura do solo foi estudada pela metodologia apresentada por Ralisch *et al.*, (2017), que identifica e avalia a degradação do solo em função do tamanho e forma dos agregados, em amostras de 0-25 cm de solo.

Para o cálculo de VIB foi utilizado o método do Infiltrômetro de Anéis concêntricos, com reduções no diâmetro dos tubos para 10 e 20 cm, cravados até 10 cm no solo. Durante a análise a lamina d'água foi mantida de 50 mm a 70 mm, com leituras iniciando a cada 2, 4, 5 10 e 15 min, até a estabilização da VIB no intervalo de uma hora. A infiltração da água recebeu *scores* conforme Tabela 4.

Tabela 2. Valores da Velocidade de Infiltração Básica com seus respectivos *scores*.

VIB	**<5mm/h**	**5-10 mm/h**	**10-15 mm/h**	**15-25 mm/h**	**25-35 mm/h**	**>35 mm/h**
Nota	**01**	**02**	**03**	**04**	**05**	**06**

Fonte: O Autor.

A atividade da meso e microfauna foi quantificada através de recipiente graduado com 70 mm de diâmetro, no qual foi acomodado o solo no primeiro centímetro e adicionando 50 g de H_2O_2 a 3%. A intensidade da reação indica a concentração da biota do solo. (Tabela 5).

Tabela 3. Condições da amostra de solo com H_2O_2, e seus respectivos *scores*.

Condições da amostra	**Nota**	**Condições da amostra**	**Nota**
Efervescência imperceptível/ bolhas Pequenas 0-2 mm/ Concentração menos de 12 por cm²/ Sem alteração no volume.	**01**	Altamente efervescente/ Diâmetro variado das bolhas/ Toda a superfície coberta por bolhas/ Aumento de 02 cm em relação à solução inicial	**04**
Algumas bolhas estourando e outras surgindo/ Diâmetros das bolhas entre 0-4 mm/ Acima de 12 bolhas por cm²/ Leve aumento no volume.	**02**	Efervescência extrema/ Diâmetro variado das bolhas/ Toda a superfície coberta por bolhas/ Aumento de 04 cm em relação à solução inicial	**05**
Efervescente/ Diâmetro das bolhas entre 0-4 mm/ Toda a superfície coberta por bolhas/ Aumento de 01 cm em relação à solução inicial	**03**	Efervescência extrema/ Diâmetro variado das bolhas/ Aumento da solução em forma de esponja/ Aumento de 05 cm em relação à solução inicial	**06**

Fonte: O Autor.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O manejo convencional apresentou os piores indicadores de qualidade do solo, com destaque para erosão de solo (16 Mg/ha/ano), sendo que Bertol *et al*., (2000) estabelece tolerância de 4,5 Mg/ha/ano para solos rasos. A Floresta Nativa apresentou os melhores resultados pelo equilíbrio dos indicadores da QS, e o Manejo Conservacionista merece atenção especial quanto ao controle da erosão.

A disparidade dos indicadores evidenciou a influencia das práticas de manejo na QS. Ao comparar as áreas, observou-se que a regularidade na cobertura vegetal e a intensidade do revolvimento do solo foram os principais causadores das significativas diferenças nos

indicadores da QS (Figura 1). Alterando a eficiência do funcionamento do solo dentro de um ecossistema manejado ou natural, que para Vezzani e Mielniczuk (2009) diz respeito a QS. A Figura 1 apresenta a pontuação (*scores*) obtida pela análise das seis (6) propriedades de solos estudadas.

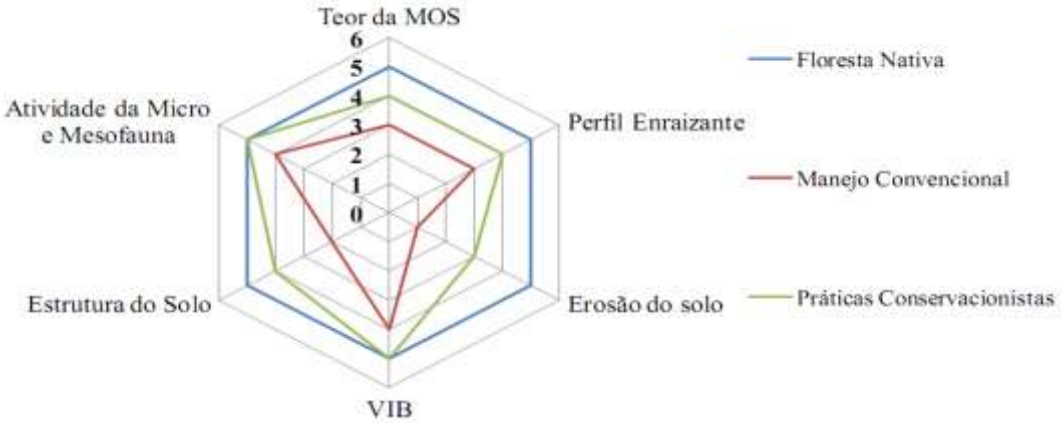


Figura **1**. Resultados das análises das propriedades correspondentes às três áreas avaliadas, sob Cambissolo húmico, em São João do Triunfo, PR.

CONCLUSÕES

O método de análise sistêmica da qualidade do solo apresentado demonstrou que há variações na QS entre os sistemas de uso dos solos estudados. O método se mostrou de fácil replicação em condições de campo, executável por técnicos e agricultores para qualificar o planejamento de uso e ocupação do solo, para orientar a adoção de práticas de recuperação e conservação do solo, bem como para aprimorar a avaliação dos impactos da ação antrópica sobre o solo.

REFERÊNCIAS

Arruda MR, Moreira A, Pereira JCR. Amostragem e Cuidados na Coleta de Solo Para Fins de Fertilidade. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental 2014. [05 jan 2018]. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/117075/1/Doc-115.pdf.

Dalmolin, RSD. Matéria Orgânica e Características Físicas, Químicas, Mineralógicas e Espectrais de Latossolos de Diferentes Ambientes. (Doutorado em Ciência do Solo) Porto Alegre Universidade Federal do Rio Grande do Sul; 2002.

Melloni R, Melloni EGP, Alvarenga MIN, Vieira FM. Avaliação da qualidade de solos sob diferentes coberturas florestais e de pastagem no sul de Minas Gerais. Rev Bras Cienc Solo. 2008; 32: 2461-2470. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000600023.

Ralisch, R, Debiasi H, Franchini JC, Tomazi M, Hernani LC, Melo AS, Santi A, Martins ALS, Bona FD. Diagnóstico Rápido da Estrutura do Solo – DRES. Londrina: Embrapa Soja 2017. [05 jan 2018]. Disponível em: https://www.embrapa.br/soja/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1071114/diagnostico-rapido-da-estrutura-do-solo---dres.

Vezzani, FM, Mielniczuk J. Uma Visão Sobre Qualidade do Solo. Rev Bras Cienc Solo, 2009, 33:743-755. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000400001.

Pinese Júnior JF, Cruz LM, Rodrigues SC. Monitoramento de Erosão Laminar em Diferentes Usos da Terra. Rev Socie Nat. 2008. 20:157-175. http://dx.doi.org/10.1590/S1982-45132008000200010.

Bertol, I, Almeida JA. Tolerância de perda de solo por erosão para os principais solos do estado de Santa Catarina. Rev Bras Cienc Solo. 2000. 24:657-668. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832000000300018.

EFEITO DE MEDICAMENTOS HOMEOPÁTICOS SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS DO SOLO E A BIOMASSA MICROBIANA

Milena Puga da Silva[1], Arnaldo Colozzi Filho[2], Oswaldo Machineski[2], Heloisa de Cesaro Krzyzanski[1], Rosilaine Carrenho[1]

RESUMO: Como são poucos os trabalhos que discutem os efeitos da homeopatia sobre as propriedades químicas e a microbiologia do solo, este trabalho teve como objetivo avaliar a influência de medicamentos homeopáticos sobre estes fatores. Para isso, um ensaio em vaso foi montado no qual foram avaliados dois medicamentos homeopáticos, *Phosphorus* (P) e *Sulphur* (S), nas dinamizações 6CH, 30CH e 100CH + controle. As propriedades químicas do solo analisadas mostraram diferentes respostas dependendo do elementos químico, do medicamento e dinamização. Cálcio, magnésio, potássio e fósforo não foram influenciados pelos tratamentos; o potencial hidrogeniônico foi mais alto nos tratamentos S6H e S100CH, e a acidez potencial só não foi aumentada por P6CH. O teor de carbono do solo foi maior nos tratamentos P100CH, S6CH e S100CH, e o da biomassa microbiana foi menor nos tratamentos P6CH e P30CH. Conclui-se que: os medicamentos homeopáticos promovem variações em apenas algumas propriedades químicas do solo; a disponibilidade de nutrientes minerais é menos susceptível a variações em resposta aos medicamentos homeopáticos do que o estoque de carbono do solo; e C da biomassa microbiana e propriedades químicas do solo pouco se correlacionam, independentemente dos tratamentos homeopáticos.

PALAVRA CHAVE: *Sulphur, Phosphorus*, fertilidade.

INTRODUÇÃO

O solo é o recurso natural que garante o desenvolvimento da vida na Terra pois a maioria dos alimentos produzidos tanto para consumo humano quanto de animais são cultivados em campos e pastagens. O solo também atua na formação e desenvolvimento dos biomas complexos como as florestas, matas e cerrados que abrigam uma grande diversidade de flora e fauna (Lepsch, 2002).

A microbiota do solo é uma parte importante dos ciclos biogeoquímicos e possui um papel-chave no desenvolvimento e manutenção da estrutura e qualidade do solo (Allen e

1 – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR – mdspuga@gmail.com
2 – Instituto Agronômico do Paraná, Londrina/PR

Schlesinger, 2004). A biomassa microbiana é a parte viva e ativa do solo e pode servir como indicador das mudanças de quantidade de nutrientes devido às mudanças no uso do solo (Brookes, 2001).

Os primeiros experimentos a relacionarem homeopatia com plantas e solo foram feitos em 1923 na Alemanha (Kolisko e Kolisko, 1978). As preparações homeopáticas envolvem diluições sucessivas seguidas de agitação e foi primeiramente estudada nos seres humanos. Os medicamentos homeopáticos não atuam da mesma forma que os químicos, pois transferem informações específicas a partir de um veículo de diluição, geralmente água ou solução alcóolica (Tiefenthaler, 1996). Apesar de serem extensos os trabalhos sobre os efeitos da homeopatia nos seres humanos, animais e vegetais, poucos trabalhos tem discutido os efeitos desses sobre as propriedades químicas e a microbiota do solo. Desta forma o objetivo desse trabalho foi avaliar a influência de medicamentos homeopáticos (*Sulphur* e *Phosphorus*) sobre as propriedades químicas de solo cultivado com sorgo e a biomassa microbiana associada.

MATERIAIS E MÉTODOS

O ensaio foi realizado em vasos e foi conduzido em casa de vegetação por quatro meses. Foram avaliados dois medicamentos (*Phosphorus* e *Sulphur*) nas dinamizações 6CH (Centesimal Hahnemanniana), 30CH e 100CH + controle, num total de 7 tratamentos, sendo o delineamento inteiramente casualizados, realizado no sistema duplo-cego, e utilizando-se cinco repetições por tratamento. A análise química do solo seguiu metodologia do IAC (2001) no qual o pH foi determinado em $CaCl_2$; Ca, Mg e K foram extraídos com cloreto de amônio; P pelo método da resina trocadora de íons; e carbono do solo, por dicromato de sódio. A determinação da biomassa microbiana do solo foi feita pelo processo de fumigação e extração, em que as amostras de solo foram pré-incubadas e fumigada, conforme metodologia de Jenkinson & Powlson (1976), e a extração do C foi realizada segundo Vance et al. (1987).

Os valores obtidos para as propriedades químicas e de biomassa microbiana foram analisados por meio de ANOVA e comparados por testes de médias a 5% de probabilidade, após análise dos pressupostos linearidade (inspeção visual), normalidade (Shapiro Wilk) e homocedasticidade (Levene). Como os dados apresentaram distribuição não paramétrica, realizaram-se os testes de Kruskal-Wallis e Dunn. As propriedades químicas também foram contrastadas com a biomassa microbiana, a partir da correlação de Spearman, utilizando-se o programa Statistica.

1 – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR – mdspuga@gmail.com
2 – Instituto Agronômico do Paraná, Londrina/PR

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de cálcio (Ca^{2+}), magnésio (Mg^{2+}), potássio (K^{+}) e fósforo (P) não foram influenciados pelos medicamentos formulados com *Phosphorus* e *Sulphur* (Tabela 1).

O potencial hidrogeniônico (pH) variou de 5,83 a 6,64, sendo o menor associado ao solo tratado com P30CH e o maior, ao solo tratado com S100CH (Tabela 1). S6CH e S100CH foram tratamentos que elevaram o pH de forma significativa. Na análise da acidez potencial (H^{+} + Al^{3+}) os valores verificados nos tratamentos P30CH, P100CH, S6CH, S30CH e S100CH foram significativamente maiores que os do controle e do tratamento P6CH.

O carbono da biomassa microbiana (CBM) foi menor nos tratamentos P6CH e P30CH. Houve correlação negativa da BMS com o cálcio no solo (-0,83), mas apenas no solo dos vasos controle.

Embora várias diferenças tenham sido apontadas como significativas pelos testes estatísticos, poucas na verdade representaram, no contexto da fertilidade do solo, variações que pudessem afetar o crescimento das plantas. Os teores de carbono foram baixos no solo controle e médios nos solos homeopatizados; os valores de pH mostram que a acidez do solo variou de fraca a média no solo tratado com P30CH, e apesar das diferenças significativas nos outros tratamentos, estes mantiveram-se na classe de acidez fraca.

CONCLUSÃO

Conclui-se que os medicamentos homeopáticos promovem variações em algumas propriedades químicas do solo, especificamente as relacionadas com a acidez; a disponibilidade de nutrientes minerais é menos susceptível a variações em resposta aos medicamentos homeopáticos do que o estoque de carbono do solo; e C da biomassa microbiana e propriedades químicas do solo pouco se correlacionam, independentemente dos tratamentos homeopáticos.

REFERÊNCIAS

Allen AS, Schlesinger WH. Nutrient limitations to soil microbial biomass and activity in loblolly pine forests. Soil Biol. Biochem. 2004; 36:581-589.

Brookes PC. The soil microbial biomass: concept, measurement and applications in soil ecosystem research. Microbes Environment.2001; 16:131-140.

1 – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR – mdspuga@gmail.com
2 – Instituto Agronômico do Paraná, Londrina/PR

Instituto Agronômico de Campinas. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Van Raij B, Andrade JC, Cantarella H, Quaggio JA (Eds.), 2001. 285.

Jenkinson DS, Powlson DS. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil - V: A method for measuring soil biomass. Soil Biol. Biochem. 1976; 8:209-213.

Kolisko E, Kolisko L. Agriculture of tomorrow. 20ed. Bournemouth, England: Acorn Press, 1978.

Lepsch IF. Formação e conservação dos solos. 2ed. São Paulo: Oficina de textos, 2010.

Tiefenthaler A. Homeopatia dos animais domésticos e de produção. São Paulo: Andrei, 1996.

Vance ED, Brookes PC, Jenkinson DS. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biol. Biochem. 1987; 19:703-707.

Tabela 1. Média das propriedades químicas do solo e da biomassa microbiana em solos cultivados com sorgo e tratados com seis medicamentos homeopáticos + controle.

VARIÁVEIS	TRATAMENTOS						
	C	P_{6CH}	P_{30CH}	P_{100CH}	S_{6CH}	S_{30CH}	S_{100CH}
$H^+ + Al^{3+}$ ($cmol_c dm^3$)	1,38c	1,39bc	1,47aB	1,48a	1,52a	1,49a	1,49a
Ca^{2+} ($cmol_c dm^3$)	5,31a	5,37a	5,26a	5,34a	5,14a	5,42a	5,28a
Mg^{2+} ($cmol_c dm^3$)	1,56a	1,66a	1,70a	1,77a	1,72a	1,73a	1,67a
K^+ ($cmol_c dm^3$)	0,40a	0,37a	0,41a	0,48a	0,49a	0,55a	0,48a
P ($mg\ dm^3$)	30,67a	30,00a	23,05a	20,19a	20,46a	23,77a	24,41a
C ($g\ dm^3$)	11,23d	12,33cd	13,63cd	17,46a	15,71abc	13,44bcd	14,80abc
pH ($CaCl_2$)	6,10d	6,37abc	5,83c	6,16c	6,50ab	6,23bc	6,64a
CBM (gg^{-1})	0,22a	0,17bc	0,15bc	0,19abc	0,21ab	0,19abc	0,20ab

C: controle; P: *Phosphorus*; S: *Sulphur*; CH: Centesimal Hahnemanniana.

1 – Universidade Estadual de Maringá, Maringá/PR – mdspuga@gmail.com
2 – Instituto Agronômico do Paraná, Londrina/PR

ATÍBUTOS QUÍMICOS DO SOLO APÓS CULTIVO DE MILHO CONSORCIADO COM *Urochloa ruziziensis*

Lara Marie Guanais Santos[1], Vinicius Andrade Favoni[2], Smayla El Kadri[3], Natassia Magalhães Armacolo[4], Ricardo Ralisch[5], Otávio Jorge Grigoli Abi Saab[6]

RESUMO: O objetivo foi avaliar o efeito do consórcio de Urochloa ruziziensis, semeada na entrelinha do milho, em atributos químicos do solo. O trabalho foi desenvolvido no município de Cândido Mota- SP. O experimento foi instalado na safra 2018/2019 em um Latossolo Vermelho, foram utilizadas três variedades comercial de milho consorciados (C) e não consorciado (NC), com Urochloa ruziziensis. Foram coletados seis pontos com quatro repetições inteiramente casualizadas para cada tratamento em profundidades de 0,0-10m e 0,10-0,20m. Foi possível observar diferença significativa já em primeira safra em atributos como Mg, CTC e Ca na profundidade 0,10-0,20m, em cada 0-0,10m houve diferença significativa apenas na V. Para ambas as camadas houve diferença significativa para K.

PALAVRAS-CHAVE: consórcio milho-braquiária; fertilidade do solo;

INTRODUÇÃO

O Sistema Plantio Direto (SPD) necessita de sustentação, para isso é importante estabelecer culturas que gerem biomassa vegetal. Portanto, é necessário o conhecimento sobre possíveis espécies a serem utilizadas na consorciação de culturas onde sua produção de massa seca e o tempo de decomposição atendam suas necessidades (Andreotti et al., 2008).

A utilização de culturas em consórcio com forrageiras, tem sido muito utilizada como forma de antecipar a implantação, principalmente em áreas de inverno seco (Chioderoli et al., 2010). Segundo EMBRAPA (2013), o consórcio milho - Urochloa possibilitando a produção de grãos e palha de milho, palha ou pasto de Urochloa tendo vários benefícios para

[1]Mestranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, laramarie_guanais@hotmail.com
[2] Tecnólogo em Mecanização em Agricultura de precisão, FATEC, Pompeia – SP, viniciusfavoni@hotmail.com
[3] Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, smayllaelkadri@hotmail.com
[4] Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, nmarmacolo@gmail.com
[5] Docente Dr. do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, ricardoralisch@gmail.com
[6] Docente Dr. do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, otavioabisaab@gmail.com

a sustentabilidade da produção.

Com isto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito do consórcio de Urochloa ruziziensis, semeada na entrelinha do milho, em atributos químicos do solo.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Sítio São Jerônimo, município de Cândido Mota/SP (22°53'29.41" e 50°25'39.75"). A área experimental foi de 8 ha-1. Sob solo classificado como

Latossolo Vermelho muito argiloso com 55% de argila, 19% de silte e 26% de areia (Embrapa, 1999).

Os híbridos simples de milho utilizadas foram: 30s31 Pioner, 3431 Pioner e 315 Dekalb, consorciados (C) e não consorciados (NC) com Urochloa ruziziensis semeada simultaneamente na entrelinha do milho por meio de mecanismo sulcador e dessecada em outubro de 2018.

Durante implantação experimento foi realizada adubação no sulco de plantio para com 500 kg ha-1 da fórmula comercial (08-20-20) e adubação de cobertura de 200 kg ha-1.

Foi utilizado o delineamento experimental inteiramente casualizado, as amostragens foram compostas de seis pontos de um metro linear por tratamento (C e NC) com quatro repetições. O solo foi coletado em dezembro de 2018, com a soja em estágio fenológico R3.

Os atributos avaliados (Tabela 1), foram analisados segundo Tedesco et al., (1995).

Tabela 1 – Atributos químicos do solo e métodos utilizados.

Atributos	Métodos
pH	Determinação através do pHmetro
Ca, Mg e Al	Extração com KCl
Acidez trocável (H+Al)	Acetato de cálcio
K e P	Uso do extrator de Mehlich^{-1}
CTC efetiva	Soma de cátions
Matéria Orgânica (Mo)	Oxidação da Mo

Os dados foram submetidos à análise de variância. As análises estatísticas foram realizadas no programa R e foi efetuado o teste T de Student.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quanto aos atributos químicos do solo observou-se, na camada de 0,0- 0,10 m, efeito significativo para teores de K, Mg, Ca e CTC em área consorciada com *Urochloa ruziziensis* (Tabela 1).

Alterações dos atributos químicos do solo resultaram do elevado acúmulo de resíduos vegetais sobre sua superfície durante a condução do experimento. No processo de decomposição da massa vegetal residual, proporcionaram aporte de nutrientes ao

solo, causando estímulo à atividade biológica que resultaram em alterações em sua fertilidade (Costa et al., 2015).

Tabela 2 – Atributos químicos do solo em área consorciada (C) e não consorciada (NC).

	K		Mg		SB		Ca		CTC		V%	
	---------- cmolc kg^{-1} ----------										%	
	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2	P1	P2
C	0,48	0,27	2,37	1,39	32,39	35,39	12,59	10,13	32,01	39,18	88,51	89,35
NC	0,33	0,11	2,27	1,12	27,62	28,49	12,87	8,18	36,40	32,18	84,17	87,81
p-Valor	0,02*	0,002*	0,58	0,0065*	0,09	0,02*	0,85	0,029*	0,09	0,018*	0,045*	0,23

*Significativo estatisticamente pelo teste T; P1 – Profundidade 0-0,10m; P2 – Profundidade 0,10-0,20m;

Calonego et al. (2005), trabalhando com milheto, demonstraram que à medida que a planta dessecada entra em processo de senescência associado à chuvas, a biomassa libera potássio, que é retornado ao solo. A superioridade nos teores de Ca e Mg na área de pastagem em relação aos demais sistemas é devida, provavelmente, ao aporte desses nutrientes pelos resíduos orgânicos (Mitchell & Tu, 2006) e à liberação por meio da decomposição da matéria orgânica e dos resíduos vegetais da forragem pré-existente (Lima & Montanari, 2011).

Merlin et al.(2013) relataram que o crescimento radicular de U. ruziziensis aumenta a disponibilidade de P na solução do solo. Calonego et al. (2012) quantificaram a liberação significativa de nutrientes após a mineralização da palha de Urochloa.

CONCLUSÕES

As plantas de cobertura *U. ruziziensis*, promovem melhorias dos parâmetros químicos do solo.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pelo apoio financeiro ao projeto.

REFERÊNCIAS

ANDREOTTI, M.; ARALDI, M.; GUIMARÃES, V. F.; JUNIOR, E. F.; BUZETTI, S. Produtividade do milho safrinha e modificações químicas de um latossolo em sistema plantio direto em função de espécies de cobertura após calagem superficial. Acta

[1]Mestranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, laramarie_guanais@hotmail.com
[2] Tecnólogo em Mecanização em Agricultura de precisão, FATEC, Pompeia – SP, viniciusfavoni@hotmail.com
[3] Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, smayllaelkadri@hotmail.com
[4] Doutoranda em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, nmarmacolo@gmail.com
[5] Docente Dr. do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, ricardoralisch@gmail.com
[6] Docente Dr. do Programa de Pós Graduação em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina – PR, otavioabisaab@gmail.com

Scient. Agronomy, Maringá, 30:109-115, 2008. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v30i1.1158.

CALONEGO, J. C.; GIL, F. C.; ROCCO, V. F.; SANTOS, E. A. Persistência e liberação de nutrientes da palha de milho, braquiária e labe-labe. Biosc. Journal, 28:770-781, 2012. Available from: http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/13885/10558.

CHIODEROLI, C. A.; MELLO, L. M. M. D.; GRIGOLLI, P. J.; SILVA, J. O. D. R.; CESARIN, A. L. Consorciação de braquiária com milho outonal em plantio direto sob pivo central. Eng Agríc, 30:61101–1109, 2010. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-69162010000600011.

Costa, N. R.; Andreotti, M.; Mascarenhas, L.; Lopes, K. S. M.; Yokobatake, L. K.; Ferreira, P.; Pariz, C. M.; Bonini, C. S. B.; Longhini, V. Z. Atributos do Solo e Acúmulo de Carbono na Integração Lavoura-Pecuária em Sistema Plantio. *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 39:852-863, 2015. http://dx.doi.org/10.1590/01000683rbcs20140269.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Consórcio Milho-Braquiária. Dourados, MS: EMBRAPA, 213p, 2013.

Lima, E. de S.; Montanari. R. Correlação linear e espacial da produtividade de forragem com atributos físicos e químicos de um Argissolo em Aquidauana-MS. In: Encontro de Ensino, Pesquisa e Extensão, 2, 2011, Dourado.

MERLIN, A; HE, Z.L.; ROSOLEM, C.A. Ruzigrass afetando a disponibilidade de fósforo no solo. Pesq. Agropec. Brasileira, 48:1583-1588, 2013. DOI: 10.1590 / S0100-204X2013001200007.

Mitchell, C. C.; Tu, S. Nutrient accumulation and movement from poultry litter. Soil Science Society of America Journal, 70:2146-2153, 2006. http://dx.doi.org/10.2136/sssaj2004.0234.

SANTOS, H.P.; FONTANELI, R.S.; TOMM, G.O. Efeitos de sistemas de produção mistos sob plantio direto sobre a fertilidade do solo após 8 anos *Rev. Bras. Ciênc. Solo*, 27:3545-552, 2003. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000300016.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A. et al. Análises de solo, planta e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre: Departamento de Solos, Faculdade de Agronomia, UFRGS, 1995. 174p. (Boletim técnico, 5).

VARIAÇÃO NOS TEORES DECARBONO ORGÂNICO TOTAL NO SOLO EM DIFERENTES SISTEMAS AGRÍCOLAS DE PRODUÇÃO

Eduardo Correia Moscateli[1], Jackson Henrique Dissenha[2], David Carvalho de Oliveira[2], Aline Roberta de Carvalho Silvestrin[3].

RESUMO: O manejo adotado na agricultura pode afetar o teor de matéria orgânica do solo, resultando em alterações na quantidade de nutrientes e estruturação do terreno. O objetivo deste estudo foi avaliar o conteúdo de carbono orgânico total (COT) contido no solo, em diferentes sistemas de produção agrícola, avaliados nas seguintes profundidades: 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm e 15-20 cm. O experimento ocorreu na Fazenda Gralha Azul (PUCPR), constou de seis sistemas agrícolas como forma de tratamento: plantio de milho e soja em sistema convencional, berinjela, pomar de maçã, área de pousio há 2 anos e pastagem de Tifton 85. Os teores de carbono apresentaram variação nos diferentes tratamentos e diferentes profundidades analisadas. Na área cultivada com berinjela, foram encontrados os menores valores de 46,47 e 47,11 (g/dm³), enquanto na pastagem e pousio, foram obtidos os maiores resultados de 59,87 e 79,66 (g/dm³) de COT. Concluiu-se que o manejo adotado altera o teor de carbono orgânico do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Preparo do solo, plantio convencional, matéria orgânica do solo.

INTRODUÇÃO

A matéria orgânica apresenta influência direta na melhoria da qualidade do solo, pois melhora a resistência à erosão, infiltração e retenção de água no terreno, formação de agregados, auxilia na diminuição da compactação, além de ser fonte de nutrientes, importante para a atividade biológica e fertilidade do solo (Machado, 2018).

O estoque de matéria orgânica na terra ocorre em função das interações entre clima, vegetação, drenagem e manejo, esses relacionadas com os atributos do solo, pois podem acelerar a decomposição ou afetar a adição anual. Ao contrário da textura e fatores climáticos, o manejo do solo pode ser controlado, conforme a prática utilizada, que pode ter aumento ou diminuição dos teores de matéria orgânica no mesmo, causando melhora na qualidade ou deterioração da matéria orgânica total (Silva, 2015).

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná. Eduardo.moscateli@hotmail.com.
[2]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.
[3]Docente do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.

O manejo realizado na agricultura pode determinar a manutenção, aumento ou perda da matéria orgânica no solo. Nos sistemas convencionais de cultivo, em que ocorre o revolvimento do terreno, acontecem perdas significativas de matéria orgânica. Em sistemas de plantio direto, onde os restos vegetais são deixados depositados na terra, ocorre o acúmulo de matéria orgânica e ciclagem de nutrientes, após a mineralização. Assim, os sistemas de manejo adotados influenciam os teores existentes (Lima, 2011).

O presente estudo teve como objetivo avaliar o teor de carbono orgânico total (COT) contido no solo, em diferentes sistemas de produção agrícola, em diferentes profundidades: 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm e 15-20 cm.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Gralha Azul (PUCPR), localizada no município de Fazenda Rio Grande, PR. O solo foi classificado como Cambissolo Háplico e o estudo foi realizado em março de 2019.

Esse ensaio constou de seis sistemas agrícolas de produção: 1) *Zeamays*(milho) em plantio em sistema convencional; 2) *Solanummelongena* (berinjela); 3) *Pirus malus, L.* (macieira);4) *Glycinemax* (soja) em sistema de plantio convencional; 5) área de pousio há dois anos e 6) Pastagem de Tifton 85. As avaliações ocorreram nas profundidades de 5, 10, 15, 20 cm.

Cada tratamento contou com quatro repetições, que foram avaliadas nas seguintes profundidades: 0-5cm, 5-10cm, 10-15cm e 15-20 cm.

Logo após a coleta, as amostras foram encaminhadas ao laboratório da Análise de Solo para a determinação do carbono orgânico total, pelo método de oxidação da matéria orgânica com dicromato de potássio (Embrapa, 2017).

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso. As médias foram submetidas ao teste de homogeneidade de Levene's, análise de variância (ANOVA), e as médias com diferenças significativas, comparadas pelo teste de Tukey a 95%, utilizando o Software STATISTICA 9.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores de carbono orgânico total (COT), nas quatro profundidades avaliadas, são apresentados na tabela 1. Foram observadas diferenças significativas entre as médias de COT

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná. Eduardo.moscateli@hotmail.com.
[2]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.
[3]Docente do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.

nos diferentes sistemas de produção, evidenciando o efeito do manejo sobre este parâmetro.

Os menores valores de COT foram obtidos na camada de 0-5 cm, nas áreas cultivadas com berinjela, soja e milho, resultado explicado pelo preparo intenso e frequente preparo do solo para implantação das culturas. Os tratamentos com pastagem e pousio apresentaram valores de COT estatisticamente superiores. Segundo Romão (2012), quando efetuado o revolvimento do solo ocorre o rompimento dos agregados, o que ocasiona mudança na estrutura e favorece maior oxidação e perdas nos níveis de matéria orgânica.

Considerando a profundidade de 5-10 cm, os tratamentos, pomar de macieira, pousio e pastagem de Tifton 85 apresentaram valores estatisticamente superiores aos demais tratamentos, devido à ausência de preparo do solo.

Para a profundidade de 10-15 cm, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos. Já a profundidade de 15-20 cm, os tratamentos com pousio e pomar de maçã apresentaram os maiores teores de COT.

O tratamento com pastagem de Tifton 85 apresentou valores superiores de COT em relação aos demais tratamentos, provavelmente devido ao fato de não ocorrer o intenso preparo do terreno e pela presença dos dejetos animais. A adubação proveniente dos dejetos de animais tem a maior capacidade de aumentar os níveis de carbono e, portanto, no experimento em questão a área de pastagem obteve os maiores níveis de carbono orgânico (Wuaden, 2018).

Tabela 1. Disponibilidade de Carbono Orgânico (g/dm³) no solo em profundidades de 5, 10, 15 e 20cm, nos diferentes meios de cultivo.

Profundidade (cm)	Milho	Berinjela	Macieira	Soja	Pousio	Pastagem
5	54,34 ab	46,47 a	55,32 ab	52,00 ab	58,89 b	79,66 c
10	50,53 a	51,88 ab	63,06 d	51,88 ab	56,80 bc	58,55 cd
15	53,97 a	47,11 a	56,43 a	50,07 a	53,60 a	45,24 a
20	54,49 ab	49,14 a	57,04 ab	49,33 a	59,87 b	46,47 a

Fonte: Os autores (2019).

CONCLUSÕES

Nas áreas onde se tem maiores práticas de manejo do solo, o teor de carbono orgânico total é menor em relação aos outros tratamentos, como no cultivo da berinjela com 46,47 e 51,88 (g/dm³), e na Soja com 52,00 e 51,88 (g/dm³), na profundidade até 10 cm, em terrenos sem preparo mecânico do solo há maior concentração de COT devido à permanência de

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná. Eduardo.moscateli@hotmail.com.
[2]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.
[3]Docente do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.

resíduos animais e vegetais na superfície do mesmo, em que auxiliam no acúmulo de carbono orgânico, no tratamento de Pousio o resultado encontrado foi de 58,89 e 56,80 (g/dm³), bem como na Pastagem de 79,66 e 58,55 (g/dm³). Assim, observamos que o tipo de manejo empregado no solo afeta diretamente o acúmulo de carbono orgânico no solo, e como esse poderá contribuir para a cultura de interesse.

REFERÊNCIAS

Machado, C. B. et al. Carbono orgânico do solo em diferentes sistemas de manejo e sucessão de culturas na região da zona da mata de Rondônia. AgrarianAcademy, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.5, n.9; p. 2018 113. 20/abril. Disponível em: http://www.conhecer.org.br/Agrarian%20Academy/2018a/carbono.pdf. Acesso em: 20 abr. 2019.

Lima, P. P. et al. Teores de matéria orgânica em diferentes sistemas de preparo de solo e sucessão de culturas. XXXIII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/39526/1/1063-2.PDF. Acesso em: 20 abr. 2019.

Romão, R.L. Carbono orgânico em função do uso do solo. Dissertação de Mestrado - Universidade Estadual Paulista / 2012. Disponível em: https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/88223/romao_rl_me_jabo.pdf;jsessionid=3005B05C7AA99105C089A97041D1882A?sequence=1. Acesso em: 20 mar. 2019.

Silva, T.P. Avaliação do teor de matéria orgânica em Latossolo Vermelho distrófico sob plantio direto. Trabalho de Conclusão de curso – Universidade Federal do Paraná / 2015. Disponível em: https://acervodigital.ufpr.br/bitstream/handle/1884/44368/R%20-%20E%20-%20TOBIAS%20PAULO%20DA%20SILVA.pdf?sequence=1. Acesso em: 20 abr. 2019.

Teixeira, P.C.; DONAGEMMA, G.K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W.G. Manual de métodos de análise de solo (Ed.). 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2017. 573 p.

Wuaden, C.R. Estoques e frações de carbono e nitrogênio do solo sob adubação orgânica e sistemas de preparo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação - Universidade do Estado de Santa Catarina / 2018. Disponível em:http://www.cav.udesc.br/arquivos/id_submenu/1148/camila_rosana_wuaden___dissertacao_ppgcamb.pdf. Acesso em: 20 mar. 2019.

[1]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná. Eduardo.moscateli@hotmail.com.
[2]Acadêmico do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.
[3]Docente do Curso de Agronomia, PUCPR, Rua Imaculada Conceição, 1155, Curitiba, Paraná.

PRODUTIVIDADE DE *ILEX PARAGUARIENSIS* CONSORCIADA COM *MIMOSA SCABRELLA*

Eliziane Luiza Benedetti[1], Delmar Santin[2]

RESUMO: A utilização de consórcios pode resultar em aumento da produtividade. Mas para que isso ocorra, deve-se conhecer a densidade ideal de plantas para compor o consórcio. Em relação a erva-mate, há relatos da sua utilização consorciada com outras espécies, no entanto, a influência do consórcio com bracatinga sobre a produtividade de erva-mate ainda não foi estudada. Desta forma, esse estudo teve o objetivo de avaliar a produtividade de erval consorciado com bracatinga. Para isso plantou-se, entre a erva-mate, bracatinga em diferentes espaçamentos, gerando os tratamentos: T1= 0, T2= 833, T3= 1.250 e T4= 2.500 plantas ha^{-1} de bracatinga. Avaliou-se a produção (comercial e de galho-grosso) da erva-mate durante três colheitas consecutivas. A produtividade aumentou a cada colheita em todos os tratamentos, sendo a maior produtividade observada no T1 nas três colheitas avaliadas. Densidades de bracatinga superiores a 833 plantas ha^{-1} limitam o potencial produtivo da erva-mate.

PALAVRAS-CHAVE: erva-mate, bracatinga, sustentabilidade.

INTRODUÇÃO

Os consórcios possuem diversas vantagens produtivas, sócio-econômicas e ambientais, e constituem-se uma das estratégias para a diversificação de cultivos alternativos em diversas regiões do país (Pomianoski, 2005). A erva-mate (Ilex paraguariensis St. Hil.) é uma espécie florestal que possui potencial para ser utilizada em consórcios. Nos últimos anos, houve um incremento significativo de áreas de ervais plantados em sistema de consórcio, principalmente com culturas anuais (Medrado et al., 2000), no entanto, consórcios com erva-mate e outras espécies florestais ainda são raros e pouco se conhece sobre eles.

Na região Sul do Brasil a erva-mate é uma das espécies florestais mais indicadas para que o produtor obtenha uma receita extra na propriedade (Malinovski et al., 2006). A bracatinga (Mimosa scabrella Bentham), espécie leguminosa muito utilizada em sistemas agroflorestais (Baggio et al., 1986), também é muito eficiente na ciclagem de nutrientes, com

[1] Eng. Agrônoma, Professora, IFSC, Av. Expedicionários, n. 2150, Campo da Água Verde, Canoinhas-SC, eliziane.benedetti@ifsc.edu.br
[2] Eng. Florestal, Autônomo, Rua Pedro dos Santos Correia, Canoinhas-SC, desantinflorestal@yahoo.com.br

a vantagem de fixar o nitrogênio atmosférico. Segundo Bertalot et al. (2004), em plantios de bracatinga verificou produção anual de 7,05 t ha-1 de serapilheira que representou um grande retorno de nutrientes ao solo. Esses nutrientes ciclados anualmente podem ser fundamentais na manutenção da fertilidade do solo, pois, para Reis e Barros (1990), a contínua exportação de nutrientes do sistema, principalmente pelas colheitas, reduz a capacidade produtiva do sítio e pode desestabilizar o ecossistema, comprometendo a produtividade dos futuros ciclos da cultura. A maior concentração de nutrientes em uma árvore está localizada nas folhas, galhos finos e casca (Caldeira et al., 2002). Ao se tratar da colheita de erva-mate, onde o produto retirado do erval é constituído por folhas, galhos finos, botões florais e sementes, o volume de nutrientes exportados é elevado (Reissmann et al., 1985), neste sentido, a bracatinga consorciada com a erva-mate pode aumentar a disponibilidade de nutrientes ao erval melhorando sua produtividade. Diante disto, o objetivo desse estudo foi verificar o efeito do consórcio de bracatinga com erva-mate sobre a produtividade de erva-mate.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em Anta Gorda – RS. As características do solo, no momento da instalação do experimento, estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas e teor de argila do solo do local do experimento.

pH	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Al^{3+}	H+Al	P	K	m	V	MO	Argila
H_2O	- - - - - - - $cmol_c\ dm^{-3}$ - - - - - - -				- - mg dm^{-3} - -		- - - - - - - - - - % - - - - - - - - - -			
5,2	7,5	0,7	0,2	3,3	17,5	108,0	2,0	72	2,2	30

As mudas de erva-mate foram plantadas no ano de 2000 no espaçamento 2,0 x 2,0 m e, em 2002, introduziu-se as mudas de bracatinga entre as linhas de erva-mate. O diferente espaçamento entre linhas da bracatinga gerou os tratamentos: T1= 0 (somente erva-mate), T2 = 833 (2,0 x 6,0 m), T3= 1.250 (2,0 x 4,0 m) e T4= 2.500 plantas ha^{-1} (2,0 x 2,0 m), sendo, o T2, T3 e T4 considerados para o estudo, respectivamente, como baixa, média e alta densidade de bracatinga. Nos anos de 2003, 2005 e 2007 realizou-se a colheita da erva-mate, que consistiu da remoção de aproximadamente 90 % da massa verde da copa formada após a última colheita, da qual foi separada a erva-mate comercial (ECOM= folha+galho fino) do galho grosso (GG) e determinada a massa verde de ambos. Na colheita de 2007 retirou-se uma amostra por parcela de ECOM e GG, onde determinou-se a massa verde e seca (secagem em estufa a 65 °C) e calculou-se a percentagem de massa seca de cada componente. Considerou-se diâmetro ≤ 7 mm como galho fino e > 7 mm como galho grosso. Os dados

foram submetidos à análise da variância e regressão.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De maneira geral, a medida que a densidade de bracatinga aumentou a produtividade de ECOM e GG diminuiu para todas as colheitas (Figura 1). A produtividade de ECOM em função do tempo, aumentou a cada colheita, porém o acréscimo ocorreu até a densidade de 1.250 plantas ha^{-1} de bracatinga. Este aumento da produção foi intensificado entre as colheitas de 2005 para 2007, principalmente na ausência da bracatinga, em que a produção aumentou 197 %. Já com a presença de 833 plantas ha^{-1} de bracatinga o aumento para este período foi de 76 %. Com exceção da colheita de 2003, a produtividade de ECOM (Figura 1A) e de GG (Figura 1B) diminuiu a medida que a densidade de bracatinga aumentou. A alta produtividade obtida em 2007 (16,8 t ha^{-1}) no tratamento em que não havia bracatinga (T1), demonstra condição edáfica e ambiental adequada para a erva-mate.

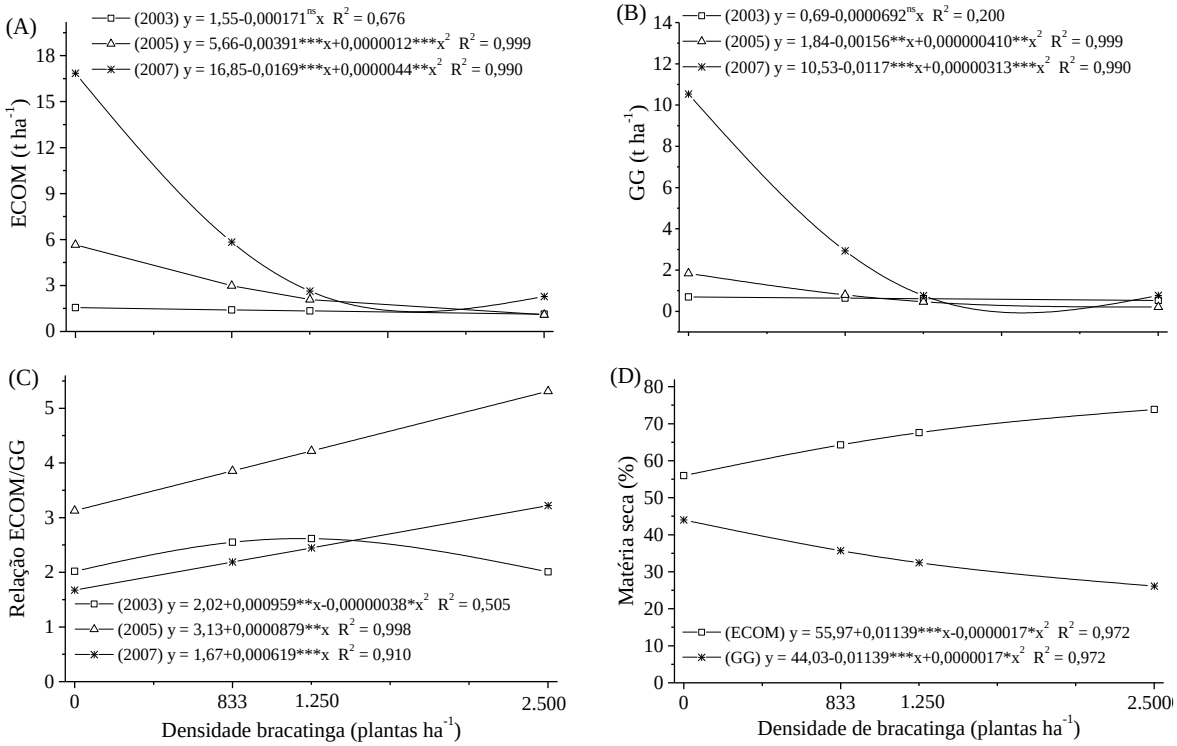


Figura 1. Produtividade de erva-mate comercial (ECOM) (A) e galho grosso (GG) (B); relação entre massa verde ECOM/GG (C) de três colheitas; e porcentagem de massa seca de ECOM e GG (D) da colheita de 2007 de plantas de erva-mate consorciadas com bracatinga. *, **, *** significativo respectivamente a 5; 1; 0,1% e ns não significativo.

Quanto à relação entre produtividade de ECOM e GG (ECOM/GG) observa-se comportamento linear positivo para as colheitas de 2005 e 2007 e quadrático em 2003

[1] Eng. Agrônoma, Professora, IFSC, Av. Expedicionários, n. 2150, Campo da Água Verde, Canoinhas-SC, eliziane.benedetti@ifsc.edu.br
[2] Eng. Florestal, Autônomo, Rua Pedro dos Santos Correia, Canoinhas-SC, desantinflorestal@yahoo.com.br

(Figura 1C). Na colheita de 2007, o menor (1,7) e maior (3,2) valor de ECOM/GG ocorreram respectivamente na produtividade de 16,8 e 2,1 t ha^{-1} de ECOM (Figura 1A). Para a colheita de 2007 o percentual de matéria seca comercial e de GG, na ausência de bracatinga, foram respectivamente de 55,9 e 44,1 %, e na máxima densidade de bracatinga de 87,5 e 26,2 %. Esses resultados indicam que altas produções de erva-mate comercial também dependem de alta produção de galho grosso. Isso demonstra que plantas de erva-mate de alta produtividade devem ter baixa relação ECOM/GG e proporção de matéria seca de produto comercial e GG muito semelhante. No entanto, isso somente irá ocorrer se a planta estiver com adequado suprimento dos fatores de produção (Floss, 2004), para que a energia seja distribuída entre esses compartimentos e não ocorra, por exemplo, queda de folhas por deficiência nutricional levando a maior produtividade de GG em detrimento a de ECOM.

CONCLUSÕES

A produtividade da erva-mate é fortemente afetada pela presença da bracatinga, principalmente quando sua densidade é superior a 833 plantas ha^{-1}, com queda de 63,8 % quando a densidade de bracatinga passa de 833 para 2.500 plantas ha^{-1}.

REFERÊNCIAS

Baggio JA, Carpanezzi AA, Graça LR, Ceccon E. Sistema agroflorestal tradicional da bracatinga com culturas agrícolas anuais. In: Boletim de Pesquisa Florestal; 1986; 12:73-82

Bertalot MJA, Guerrini IA, Mendonça E, Barreiros RM, Corrêa FM. 2004. Retorno de nutrientes ao solo via deposição de serapilheira de quatro espécies leguminosas arbóreas na região de Botucatu – São Paulo, Brasil. Scientia Forestalis, 2004; 65:219-227.

Caldeira MVW, Neto RMR, Schumacher MV, Wastzlavick LF. Exportação de nutrientes em função do tipo de exploração em um povoamento de *Acacia mearnsii* De Wild. Floresta e Ambiente. 2002; 9:97-104.

Floss EL. Controle ambiental do desenvolvimento. In: Floss EL, editor. Fisiologia das plantas cultivadas. Passo Fundo: Editora UPF; 2004. p. 395-413.

Malinovski RA, Berger R, Silva IC, Malinovski RA, Barreiros RM. Viabilidade econômica de reflorestamentos em áreas limítrofes de pequenas propriedades rurais no município de São José dos Pinhais – PR. Floresta. 2006; 36:261-274. http://dx.doi.org/10.5380/rf.v49i2

Medrado MJS, Lourenço RS, Mosele SH, Waczuk AJ. 2000. Sistemas de poda de formação e produtividade da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil.), no município de Áurea, RS. Colombo: Embrapa Florestas, (Comunicado Técnico, 38).

Pomianoski DJW. Perdas de solo e água em sistemas agroflorestais da bracatinga (*Mimosa scabrella* Bentham**)** em diferentes declividades e manejos [Dissertação]. Curitiba: Universidade Federal do Paraná; 2005.

Reis MGF, Barros NF. Ciclagem de nutrientes em plantios de eucalipto. In: Barros NF, editor. Relação solo eucalipto. Viçosa: Editora Folha de Viçosa; 1990. p. 265-301.

Reissmann CB, Koehler CW, Rocha HO Hildebrand EE. Avaliação da exportação de macronutrientes pela exportação da erva-mate. In: Seminário sobre atualidades e perspectivas florestais. Sivicultura da erva-mate (*Ilex paraguariensis* St. Hil). 1985. Curitiba, Anais... Curitiba, 1985. p. 128-139.

EFICIÊNCIA DA INOCULAÇÃO NA NODULAÇÃO EM SOJA E FEIJÃO

Marina Cristina Pissáia[1], Ricardo Beffart Aiolfi[2], Adriano Suchoronczek[3], Rosalvo Berres[4], Helis Marina Salomão[5]

RESUMO: A fixação biológica de nitrogênio (FBN) é uma alternativa para suprir a demanda de nitrogênio de algumas culturas, principalmente da família das fabáceas. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação em plantas de soja e feijão inoculadas com diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com cinco tratamentos e dez repetições. Foram utilizados dois tratamentos diferentes para a soja (*Bradyrhizobium japonicum* e *Azospirillum brasilense*) e três tratamentos diferentes para o feijão (dois produtos à base de *Rhizobium tropici* líquidos e um turfoso). Foram avaliados o número de nódulos por planta e a massa de nódulos por planta. A cultura da soja inoculada com *Bradyrhizobium* apresentou maior quantidade de nódulos por planta, porém sem diferenças significativas quanto à massa de nódulos. Já a cultura do feijão não apresentou efeitos significativos entre nenhum dos tratamentos. Conclui-se que a inoculação da cultura da soja com bactérias do gênero *Bradyrhizobium* é a mais eficiente e para a cultura do feijão a inoculação não apresenta respostas positivas à produção de nódulos.

PALAVRAS-CHAVE: Fixação biológica, Nitrogênio, Nódulos.

INTRODUÇÃO

A fixação biológica de nitrogênio (FBN) acontece de forma natural, onde o nitrogênio que se encontra prontamente disponível no ar é absorvido pelos microrganismos e se torna acessível para a planta em uma forma assimilável. Para que a FBN seja possível, é necessário que se forme uma associação simbiótica mutualística entre as plantas e bactérias denominadas rizóbios. Uma das formas mais práticas de promover a FBN é a inoculação de microrganismos fixadores de nitrogênio diretamente sobre a semente, por meio de inoculantes comerciais.

Na soja (*Glycine max* (L.) Merril), o nitrogênio (N) é o nutriente requerido em maior

[1]Acadêmica do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR, pissaiamarina@gmail.com.
[2]Professor Dr. do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[3]Professor M.Sc. do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[4] Acadêmico do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[5] Acadêmica do curso de Agronomia, UTFPR/PB, Via do Conhecimento - km 01, Pato Branco-PR.

quantidade por conta da grande quantidade de proteína contida nos grãos, possuindo um teor médio de 6,5% N. Quando bem inoculada, a soja nodula e, através da associação simbiótica, os microrganismos fixam nitrogênio atmosférico eficientemente.

O feijoeiro (*Phaeseolus vulgaris* L.) também apresenta a propriedade de estabelecer simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium*. A prática de inoculação no feijoeiro é uma prática pouco utilizada, sendo que existe uma necessidade de informações mais abrangentes para que se possa ter uma maior amplitude de respostas e se torne uma prática tão rotineira quanto a inoculação na cultura da soja.

As fabáceas inoculadas fixam uma quantidade de nitrogênio atmosférico suficiente para suprir a demanda da cultura para produtividades satisfatórias, sendo possível diminuir (na cultura do feijão) ou até mesmo eliminar (na cultura da soja) a utilização de fertilizantes nitrogenados, possibilitando um melhor custo/benefício para o produtor de ambas as culturas e diminuindo os impactos ambientais que os fertilizantes químicos provocam.

Considerando isso, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da inoculação de diferentes estirpes de bactérias fixadoras de nitrogênio na nodulação das culturas da soja e do feijão.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi composto por dois experimentos, um com a cultura da soja e outro com a cultura do feijão. Ambos os experimentos foram conduzidos em casa de vegetação no município de Pato Branco/PR, entre os meses de novembro de 2018 a janeiro de 2019. O delineamento experimental para os dois experimento foi inteiramente casualizado com 10 repetições, sendo que para a cultura da soja foram utilizados dois tratamentos: i) inoculada com *Bradyrhizobium japonicum* (Grap Nod l®) e ii) inoculada com *Azospirillum brasilense* (Azzofix®), e para a cultura do feijão três tratamentos: i) inoculado com *Rhizobium tropici* líquido (Nitro 1000®), ii) inoculado com *Rhizobium tropici* turfoso (Nitro 1000®) e iii) inoculado com *Rhizobium tropici* líquido (Rizoliq® Feijão).

As cultivares utilizadas foram BS 2606 IPRO (soja) e ANfc9 (feijão). A semeadura foi realizada em vasos forrados com manta bidin, com utilização de areia como substrato. Foram semeadas três plantas por vaso em uma profundidade de 3 cm. As plantas foram regadas a cada dois dias com solução nutritiva de *Hoagland* (Hoagland e Arnon, 1950) e entre os intervalos da solução nutritiva foram regadas com água.

Para avaliar a eficiência da nodulação, quando as plantas de ambos os experimentos alcançaram o pleno florescimento, as plantas foram retiradas dos vasos para a contagem de

todos os nódulos dispostos nas raízes das plantas. Posteriormente, os nódulos foram secos em estufa de circulação de ar forçado à 55° C até peso constante, sendo pesados em seguida, com auxílio de balança de precisão, obtendo a massa seca (gramas) dos nódulos.

Os dados foram submetidos a testes de homogeneidade e normalidade e quando atendidos os pressupostos, foram submetidos a análise de variância pelo programa SAS, utilizando o procedimento PROC GLM. Quando os efeitos foram significativos, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey com 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No experimento com a cultura da soja, houve diferença significativa ($P<0.05$) para a quantidade de nódulos da soja inoculada com *Bradyrhizobium* e *Azospirillum* (Tabela 1). Por outro lado, para a massa de nódulos não houve efeito significativo ($P>0.05$) entre os tratamentos.

Os maiores valores para número de nódulos no tratamento com *Bradyrhizobium* foi aproximadamente três vezes maior quando comparado com o *Azospirillum*. Esse fato pode ser explicado pela especificidade da *Bradyrhizobium* com a cultura da soja, o que poderia substituir as adubações nitrogenadas na soja, possibilitando elevadas produções. Por outro lado, as bactérias do gênero *Azospirillum* são mais utilizadas e apresentam melhores respostas para gramíneas (Hungria, 2011). Ainda que o número de nódulos tenha sido superior para o tratamento com *Bradyrhizobium*, é importante ressaltar que a quantidade é inferior ao encontrado na literatura (Albino e Campos, 2001).

Ainda, é importante lembrar que as bactérias do gênero *Azospirillum* são do tipo associativas, ou seja, não formam nódulos. Nesse caso, é possível que alguma estirpe de *Bradyrhizobium* deve ter sido veiculada via semente, apresentando nodulação nas plantas. Assim, pela baixa população, o número de nódulos foi menor, porém, podendo ter existido uma compensação pelo tamanho dos mesmos, apresentando massa de nódulos similar entre os tratamentos.

Tabela 1. Número de nódulos por planta diferentes bactérias fixadoras de nitrogênio na nodulação da cultura da soja. Pato Branco/PR, 2019.

Tratamentos	Número de nódulos por planta	Massa de nódulos (g)
Bradyrhizobium *japonicum*	31,1 a*	0,058
Azospirillum *brasilense*	13,6 b	0,056

[1]Acadêmica do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR, pissaiamarina@gmail.com.
[2]Professor Dr. do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[3]Professor M.Sc. do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[4] Acadêmico do curso de Agronomia, Faculdade Mater Dei, Pato Branco/PR.
[5] Acadêmica do curso de Agronomia, UTFPR/PB, Via do Conhecimento - km 01, Pato Branco-PR.

*Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0.05).

No experimento com a cultura do feijão, não houve diferença significativa entre os tratamentos para a quantidade e a massa de nódulos (P>0,05) (Tabela 2). Em trabalho realizado por Ferreira et al. (2000), observando o efeito da inoculação de diferentes estirpes de *Rhizobium tropici* em plantas de feijão, as diferentes populações apresentam respostas desiguais, porém, resultando em uma média de 20 nódulos por planta. Assim, observando-se os dados obtidos nesse experimento, percebe-se que a influência dos produtos foi similar, visto a utilização dos mesmos organismos. Porém, os baixos números de nódulos evidenciam que a forma de inoculante utilizada e a marca do produto comercial não são fatores que afetam de alguma forma a nodulação da cultura. Outro fator que pode estar relacionado na baixa produção de nódulos é a quantidade de nitrogênio disponível na solução. Para Souza et al. (2011), os teores de nitrogênio disponível influenciam a nodulação em plantas de feijão, com diminuição do número e massa de nódulos conforme o aumento da disponibilidade de nitrogênio.

Tabela 2. Influência de diferentes inoculantes na nodulação da cultura do feijão preto. Pato Branco/PR, 2019.

Tratamentos	Número de nódulos	Massa de nódulos (g)
RL 1	2,5	0,0009
RL 2	1,7	0,0006
RT	1,9	0,0009

RL 1: Rhizobium líquido (Rizobacter); RL 2: Rhizobium líquido (Nitro1000); RT: Rhizobium turfoso (Nitro1000).

CONCLUSÕES

A inoculação da cultura da soja com a bactéria *Bradyrhizobium* é a mais eficiente em termos de nodulação da planta. Na cultura do feijão, a inoculação das sementes não promove maior nodulação.

REFERÊNCIAS

Albino UB, Campo RJ. Efeito de fontes e doses de molibdênio na sobrevivência do *Bradyrhizobium* e na fixação biológica de nitrogênio em soja. Pesq. Agro. Bras. 2001; 36:527-534. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2001000300018.

Ferreira NA, Arf O, Carvalho MAC, Araújo RS, Sá MS, Buzetti, S. Estirpes de *Rhizobium* tropicina inoculação do feijoeiro. Scientia Agricola, 2000; 57:507-512. http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000300021.

HOAGLAND DR; ARNON DI. 1950. The waterculture method for growing plants without soil.
Berkeley, CA: Agric. Exp. Stn., Univ. of California. (Circ. 347).

Hungria M. Inoculação com Azospirillum brasilense: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: Embrapa Soja, 2011. 38 p. (Embrapa Soja. Documentos, 325).

Souza EFC, Soratto RP, Pagani FA. Nitrogen fertilization and *rhizobium* inoculation in common bean cultivated after corn intercropped with palisade grass. Pesquisa Agropecuária Brasileira. 2011; 46: 370-377. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011000400005.

MOVIMENTAÇÃO DE MACRONUTRIENTES NO PERFIL DO SOLO EM PLANTIOS JOVENS DE *E. benthamii* APÓS A GESSAGEM

Daniel Ribeiro de Oliviera[1], Gisele de Fátima Prates[2], Eduardo Marcolina[3], Lais Nataly Bobato[4], Marcelo Marques Lopes Müller[5].

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do gesso agrícola na movimentação do P, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} e S-SO_4^{2-} ao longo do perfil do solo em plantios de eucalipto em idade jovem. Para tanto, foi selecionada uma área com plantio de *E. benthamii* de origem seminal já estabelecido com seis meses de idade, no espaçamento 3,00 x 1,60 m. O delineamento experimental utilizado foi o DBC, com quatro tratamentos (0, 2, 4 e 6 toneladas por hectare) e quatro repetições. Observou-se aumento linear nos teores de Ca^{2+} e S-SO_4^{2-} em profundidade, o que pode representar melhoria do ambiente subsuperficial para o crescimento radicular, além de percolação do K^+ ao longo do perfil do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Cálcio, Percolação, Magnésio.

INTRODUÇÃO

A distribuição de cátions no perfil do solo é afetada pelo tipo de solo, teor inicial do nutriente e distribuição ao longo do perfil, teor de argila, sistema de manejo e espécie cultivada (Pavinato et al. 2009). A espécie cultivada (E. *benthamii*) apresenta tolerância a geadas, por esse motivo vem ganhando importância no Brasil, especialmente no sul. A mobilidade do gesso ocorre pelo íon Ca^{2+}, que uma vez na solução do solo, reage no complexo de troca, deslocando $Al^{3+,}$ K^+ e Mg^{2+} para a solução do solo, os quais reagirem com o SO_4^{2-}, formando $AlSO_4^+$ e os pares iônicos neutros K_2SO_4 e $MgSO_4$, além do $CaSO_4$, apresentando grande mobilidade no perfil (Cremon et al. 2009). Desse modo, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito do gesso agrícola na movimentação do P, K^+, Ca^{2+}, Mg^{2+} e S-SO_4^{2-} ao longo do perfil do solo em plantios de eucalipto em idade jovem.

MATERIAL E MÉTODOS

[1]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava – Pr, daniel.r.oliv@hotmail.com.
[2]Doutoranda, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[3]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[4]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[5]Orientador, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.

O estudo foi desenvolvido em uma Unidade Florestal de uma Cooperativa Agrícola, localizada em Guarapuava – Paraná. Para tanto, foi selecionada uma área com plantio de *E. benthamii* já estabelecido, com seis meses de idade. No preparo de solo utilizou-se a técnica cultivo mínimo, não sendo realizada a calagem. No plantio foram utilizadas mudas de origem seminal, oriundas de um Pomar de Sementes, no espaçamento 3,00 x 1,60 m. A adubação foi feita na cova com 150 g planta^{-1} de NPK 08-30-20 e 90 dias após o plantio foram aplicados mais 100 g de cloreto de potássio (KCl) (60g de K_2O) em cobertura por planta, na projeção da copa. Foram estabelecidas quatro doses de gesso agrícola a saber: 0 (controle), 2, 4 e 6 Mg ha^{-1}, totalizando 16 unidades experimentais (parcelas). Cada parcela foi constituída por cinco linhas de plantio e 24 plantas, sendo as bordaduras formadas pelas quatro linhas externas (duas de cada lado) e duas plantas em cada extremidade de cada linha, o que resultou em áreas úteis com 20 plantas. O gesso foi aplicado em faixa, nas linhas de plantio, em ambos lados das plantas, nas bordaduras e nas áreas úteis, em novembro de 2017.

Após treze meses de implantação do experimento, amostrou-se o solo com estratificação nas camadas de 0-20, 20-40, 40-60 e 60-80 cm de profundidade, utilizando-se trado tipo holandês. Os oito pontos de 0-20 e os seis pontos das demais camadas foram distribuídos nas faixas ao longo da linha de plantio, onde o gesso foi aplicado, para compor uma amostra composta. As amostras foram secadas em estufas com circulação de ar a 40ºC, moídas por moinho de martelo e peneiradas em malha com 2 mm de abertura. As análises químicas de solo seguiram a metodologia oficial do Estado do Paraná (Pavan et al., 1992). Os resultados foram submetidos à análise de variância, com probabilidade de erro de 5%. Para tanto, utilizou-se o programa estatístico SISVAR.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A aplicação do gesso após 13 meses, não influenciou nos teores de P do solo em nenhuma das camadas avaliadas. Embora, de acordo com Vicensi et al. (2016), devido a origem do gesso agrícola no processo de fabricação de fertilizantes fosfatados, o P está contido no gesso em teores residuais, 0,2 – 0,6% de P_2O_5, porém em solos de textura muito argilosa, o P adicionado tende a ser adsorvido, e, ou, fixado pela fração mineral, não promovendo, assim, incremento significativo nos teores de P do solo. Também não houve lixiviação de Mg^{2+} para as camadas mais profundas do solo.

O gesso aplicado em superfície proporcionou incremento nos teores de Ca^{2+} em todas as camadas avaliadas. As medias foram 0,20; 0,75; 1,04 e 1,86 $cmol_c$ dm^{3-1}

respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 0 – 20, 0,68; 0,87; 1,10 e 1,39 $cmol_c$ dm^{3-1}, respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 20 – 40, 0,13; 0,34; 0,65 e 0,74 $cmol_c$ dm^{3-1}, respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 40 – 60 e 0,23; 0,44; 0,46 e 0,65 $cmol_c$ dm^{3-1}, respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 60 – 80.

O aumento dos teores de Ca^{2+} nas camadas mais profundas ocorre por meio da aplicação e disponibilidade do nutriente, que se movimenta juntamente com SO_4^{2-} e pela infiltração de água no solo, que permite a mobilização até o subsolo (Cremon et al., 2009, Sobral et al., 2009). A mobilidade do Ca^{2+} é comprovada pelo incremento no teor desse elemento no perfil do solo, e também foi observada por Caries et al. (2003), Rampim et al. (2011) e Vicensi et al. (2016) em todas as profundidades avaliadas por estes autores.

A concentração de S-SO_4^{2-} no solo aumentaram linearmente em função da aplicação do gesso em todas as camadas de solo. A camada de 0 – 20 apresentou maiores teores desse nutriente: 6,58; 21,02; 55,81 e 102,4 mg dm^{3-1}, respectivamente para as doses 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1}. Esse efeito se deve à combinação entre solubilidade do gesso e mobilidade no solo das espécies químicas que origina no solo. Quando aplicado na superfície, é dissolvido pela água da chuva e deslocado para o subsolo em solução. Um dos principais benefícios do uso do gesso é o fornecimento de Ca^{2+} e S-SO_4^{2-} ao perfil do solo (Rampim et al., 2011).

Os teores de K^+ diminuíram linearmente em função das doses de gesso no talhão 109, exceto na camada de 60 – 80. As medias foram 0,39; 0,23; 0,17 e 0,16 $cmol_c$ dm^{3-1} respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 0 – 20, 0,28; 0,23; 0,16 e 0,15 $cmol_c$ dm^{3-1}, respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 20 – 40, 0,19; 0,14; 0,14 e 0,12 $cmol_c$ dm^{3-1}, respectivamente para os tratamentos 0, 2, 4 e 6 Mg ha^{-1} na camada de 40 – 60. Segundo Cremon et al. (2009), essa mobilização de K^+ ocorre pela capacidade de ligação do com outros cátions, formando moléculas com carga líquida nula, facilitando ao movimento descendente no perfil. A facilidade de formação de sulfatos percoláveis no solo aumenta na seguinte ordem: $MgSO_4^0$> $CaSO_4^0$>$K_2SO_4^0$, a qual pode se alterar em razão da dose de gesso agrícola ou de fatores decorrentes da heterogeneidade do sistema solo (Ramos et al., 2013). Soratto e Crusciol (2008) relataram

[1]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava – Pr, daniel.r.oliv@hotmail.com.
[2]Doutoranda, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[3]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[4]Graduando, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.
[5]Orientador, UNICENTRO, Rua Simeão Varela de Sá, 03, Vila Carli, Guarapuava - Pr.

percolação do K^+ ao longo do perfil do solo devido à aplicação de gesso.

De acordo com Caires et al. (2003) o uso excessivo do gesso, não levando em consideração o balanço de cargas dos coloides do solo, o equilíbrio iônico e a capacidade de troca de cátions, pode promover expressiva carreamento desses nutrientes ao longo do perfil do solo.

CONCLUSÕES

A gessagem proporciona incremento na concentração de Ca^{2+} e de $S\text{-}SO_4^{2-}$ em profundidade, sem reduzir os teores Mg^{2+} e o P, mantendo-os ao nível mínimo necessário para o bom desenvolvido do *E. benthamii* em solos de baixa fertilidade. E aplicação em superfície do gesso agrícola aos seis meses de idade, após adubação de cobertura com KCl, no solo proporcionando a percolação do K^+ no perfil.

REFERÊNCIAS

Caires EF, Blum J, Barth G, Garbuio FJ, Kusman MT, Alterações químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicados na implantação do sistema de plantio direto. R. Bras. Ci. Solo. 2003; 27: 275-86. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000200008

Cremon C. Rosa Jr. EJ, Serafim ME, Ono FB. Análise micromorfométrica de agregados de um Latossolo Vermelho distroférrico em diferentes sistemas de manejo. Acta Scientiarum Agronomy, Maringá, 2009, 31: 1399-146. http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v31i1.6640

Ramos LA, Nolla A, Korndörfer GH, PEREIRA HS, Camargo MS. Reatividade de corretivos de acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. R. Bras. Ci. Solo. v. 30, p. 849-857, 2006. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000500011

Rampim L, Lana MC, Frandoloso JF, Fontaniva, S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema de semeadura direta. R. Bras. Ci. Solo. 2011, 35: 1687- 98. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832011000500023.

Soratto RP, Crusciol CAC. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém implantado. R. Bras. de Ci. Solo, Viçosa, v. 32, n. 2, p. 675-688, 2008. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200022.

Pavan MA, Bloch MFde, Zempulski H da C, Miyazawa M, Zocoler DC. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. Londrina : IAPAR, 1992. (IAPAR. Circular 76).

Pavinato PS, Merlin A, Rosolen CA. Disponibilidade de cátions no solo alterada pelo sistema de manejo. R. Bras. Ci. Solo, 2009, 33: 1031-40. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832009000400027.

Vicensi M, Müller MML, Kawakami J, Nascimento R do, Michalovicz L, Lopes C. Do rates and splitting of phospho gypsum applications influence the soil and annual crops in a no-tillage system? R. Bras. Ci. Solo, 2016, 40: 1-17. http://dx.doi.org/10.1590/18069657rbcs20150155

CARBONO TOTAL E FRAÇÕES SOB APLICAÇÃO DE DEJETOS LÍQUIDO DE SUÍNOS E CAMA DE AVIÁRIO

Josiane Bürkner dos Santos[1], Carolina Teresinha Vieira[2], Daniel Mocelin Silveira[3], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[4], Lutécia Beatriz dos Santos Canalli[5]

RESUMO: A minimização dos impactos gerados e redução dos custos de produção com a compra de fertilizantes minerais e ainda a capacidade dos dejetos em aumentarem os estoques de matéria orgânica do solo (MOS) colaboram para aumentar o interesse no reaproveitamento de dejetos. Neste estudo objetivou-se a avaliação da influência da aplicação de dejeto líquidos de suínos (DLS) e cama de aviário (CA) sobre os estoques de carbono total, particulado e associado aos minerais. Os estoques de carbono orgânico total (COT) e Carbono Orgânico Particulado (COP) e o Carbono Orgânico Associado aos Minerais (COAM) estes obtidos a partir do fracionamento granulométrico, foram analisados pelo método de combustão úmida de Walkley Black, das profundidades de 0 a 10 cm e 10 a 20 cm de 2008 a 2017. Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e de regressão pelo software AgroEstat. Os dejetos DLS e CA promoveram incrementos nos estoques de carbono orgânico do solo nas frações granulométricas COP e COAM, sendo que a CA afetou mais a profundidade de 0-10 cm e o DLS a camada de 10-20 cm.

PALAVRAS-CHAVE: estoque de carbono, dejeto líquido de suíno, cama de aviário.

INTRODUÇÃO

Os estoques e frações da matéria orgânica do solo são considerados indicadores chave para determinação da qualidade do solo, podemos assim avaliar as alterações ocorridas em função do manejo. O acúmulo de carbono na matéria orgânica pode ocorrer tanto nos estoques totais quanto nas frações lábeis e estáveis no solo. Este fator influencia na duração do seu efeito quanto às modificações nas características dos solos (BAYER et al., 2004). Segundo Santos (2010) as frações orgânicas de carbono estão associadas aos colóides do solo, variando em função do seu tamanho. O objetivo deste estudo foi avaliar a influência da aplicação de dejeto líquidos de suínos e cama de aviário nos estoques de carbono total, e das frações particulada e associada aos minerais no tempo.

[1]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, santosjb@iapar.br
[2]Agrônoma formada pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, carolsinhaf2012@hotmail.com
[3] Acadêmico, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, danielmocelin@hotmail.com
[4] Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Graziela_barbosa@iapar.br
[5] Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, lutecia@iapar.br

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na Estação Experimental do Instituto Agronômico do Paraná no município de Londrina, estado do Paraná, com altitude de 585 m, no ano de 2008. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo subtropical úmido (Cfa) (IAPAR, 2013). O solo foi classificado como sendo um LATOSSOLO VERMELHO distroférrico típico (BHERING; SANTOS, 2008). Neste estudo foram realizadas rotações de culturas no verão (soja/milho) e no inverno (aveia/trigo). Com delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições, com parcelas experimentais que continham 50m2 (10m x 5m). Para cada ensaio foram aplicadas doses de 0, 50, 100, 150 e 200% da recomendação de N ou P de dejeto líquido de suíno (DLS) e cama de aviário (CA), seguindo a recomendação do elemento que tiver maior necessidade de correção e realizadas antes da semeadura da safra de verão e inverno. Foram avaliados os estoques de carbono orgânico total (COT) em 2017 e o carbono orgânico particulado (COP) e carbono orgânico associado aos minerais (COAM) nas profundidades de 0 a 10 e 10 a 20 cm em 2017.

Estas amostras passaram pelo fracionamento granulométrico das amostras integrais de solo que foi realizado de acordo com Sá (2001) e modificado por Santos (2006) e a análise química de carbono foi realizada por oxidação via úmida, conforme Walkley e Black (1934). Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste de F e de regressão pelo software AgroEstat, sendo os modelos escolhidos com base no coeficiente de determinação e na sua significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os estoques de COP foram significativos somente para a profundidade de 0 a 10 cm, onde a dose de 200% da necessidade de N ou P através de CA proporcionou os maiores valores, enquanto que menores doses resultaram em menores estoques (Figura 1). Demonstrando a capacidade de fixação de carbono do solo assim como a capacidade do adubo orgânico em elevar os estoques linearmente com o aumento das doses.

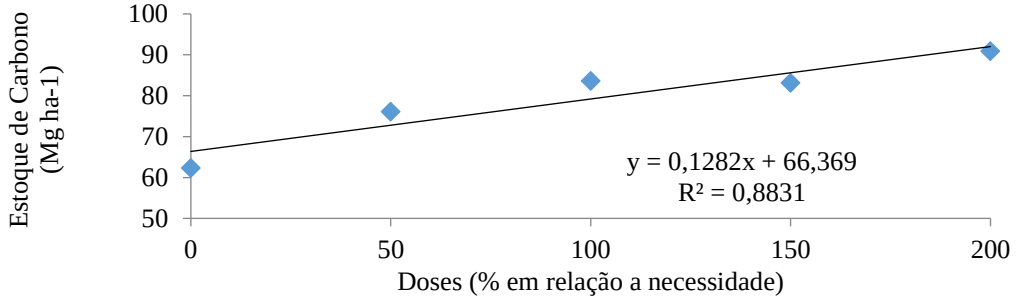


Figura 1 - Estoques de carbono orgânico particulado (COP) em relação a doses de cama de aviário na profundidade de 0 a 10 cm.

Na profundidade de 10 a 20 cm não foram encontradas diferenças entre os tratamentos com a aplicação de CA, resultado que pode estar relacionado ao sistema de cultivo plantio direto que por conta do não revolvimento do solo. Para as doses de DLS não foram encontrados resultados significativos na fração COP em nenhuma das profundidades avaliadas. Na fração COAM obteve-se diferenças em ambas às profundidades e para os dois tipos de adubo orgânico (Figura 2). Onde, na profundidade de 0-10 cm para os dejeto líquidos de suínos a testemunha foi superior às demais.

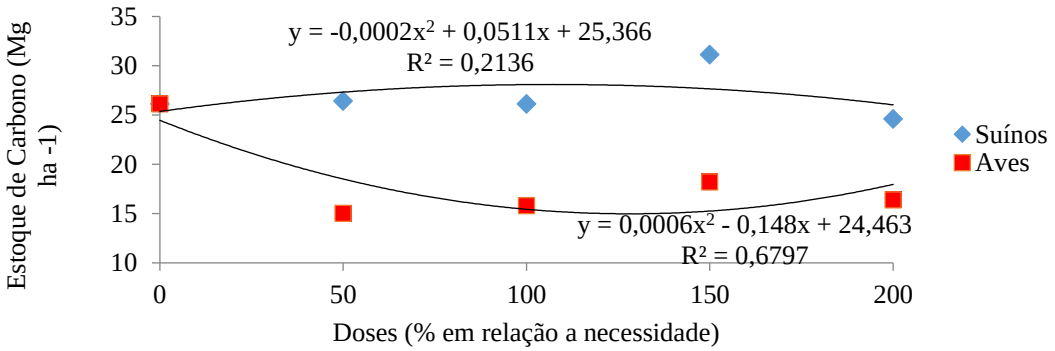


Figura 2 - Estoques de carbono orgânico associado aos minerais (COAM) em relação a doses de dejeto líquidos de suínos e cama de aviário na profundidade de 0 a 10 cm.

Enquanto para o dejeto de cama de aviário a dose de 150% demonstrou os maiores estoques em comparação as demais. Na profundidade de 10 a 20 cm obteve-se que a dose de 200% de DLS foi superior para elevação dos estoques (Figura 3).

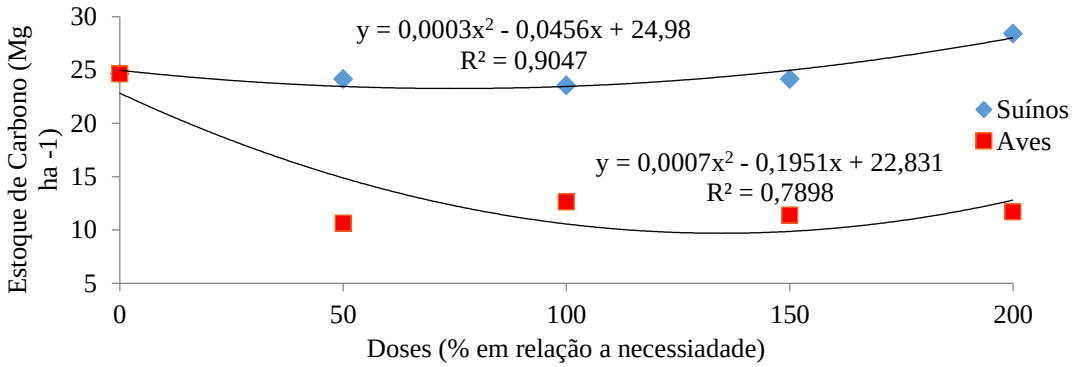


Figura 3 - Estoques de carbono orgânico associado aos minerais (COAM) em relação a doses de dejeto líquidos de suínos e cama de aviário na profundidade de 10 a 20 cm.

[1]Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, santosjb@iapar.br
[2]Agrônoma formada pelo Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, carolsinhaf2012@hotmail.com
[3] Acadêmico, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais-CESCAGE, danielmocelin@hotmail.com
[4] Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, Graziela_barbosa@iapar.br
[5] Pesquisadora, Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR, lutecia@iapar.br

Quanto à aplicação de CA, esta não apresentou efeito sobre os estoques, sendo a testemunha superior estatisticamente aos demais tratamentos. Este resultado pode estar relacionado à característica desta fração, em ser mais estável, devido a sua localização no interior de microagregados e estar em avançado estádio de humificação (BAYER et al. 2004; BATISTA et al., 2013), portanto uma fração que apresenta uma resistência maior as variações advindas do meio.

CONCLUSÕES

Nas frações granulométricas COP e COAM, as doses de dejetos DLS e CA promoveram incrementos nos estoques de carbono orgânico do solo sendo que a CA afetou mais a profundidade de 0-10 cm e o DLS a camada de 10-20 cm muito provavelmente pela característica líquida do DLS que pode atuar de forma mais eficiente e significativa que a CA na camada subsuperficial.

REFERÊNCIAS

Bayer, C. et al. Armazenamento de carbono em frações lábeis da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho sob plantio direto. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.39, n. 7, p.677-683, jul. 2004.

Batista, I. et al. Teores e estoque de carbono em frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica do solo sob integração lavoura-pecuária no bioma Cerrado. Semina: Ciências Agrárias, v. 1, n. 34, 2013.

Bhering, S. B.; Santos, H. G. Mapa de solos do Estado do Paraná:legenda atualizada. Rio de Janeiro: EMBRAPA/IAPAR, 2008. 74 p.

IAPAR (Instituto Agronômico do Paraná). Cartas Climáticas do Paraná. Londrina: IAPAR, 2013.

Konzen, E. A.; Alvarenga, R. C. Manejo e Utilização de Dejetos Animais: aspectos agronômicos e ambientais. Embrapa: Milho e Sorgo, Sete Lagoas, p.1-16, dez. 2005.

Sá, J. C. M. et al. Organic Matter Dynamics and Carbon Sequestration Rates for a Tillage Chronosequence in a Brazilian Oxisol. Soil Science Society Of America Journal, v. 65, n. 5, p.1486-1499, 2001.

Santos, J. B. dos. Alterações no estoque e taxa de sequestro de carbono em um Latossolo Vermelho submetido a sistemas de manejo. 2006. 120 f. Dissertação (Mestrado), Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2006.

Santos, J. B. Carbono e nitrogênio em classes de solos com diferentes texturas e tempo de adoção do sistema plantio direto - espacialização e contribuição do sistema. 2010. 145 f. Tese (Doutorado), Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2010.

WALKLEY, A.; BLACK, I. A. An Examination of the Degt Jareff Method for Determining Soil Organic Matter and a Proposed Modification of the Chromic acid Titration Method. Soil Science, Philadelphia, v. 37, n. 1, p. 29-38, 1934.

TÉCNICAS DE ESPACIALIZAÇÃO DA CLASSIFICAÇÃO DAS TERRAS NO SISTEMA DE CAPACIDADE DE USO

Santos Henrique Brant Dias[1], Fabrício Tondello Barbosa[2], Lucia Helena Wiecheteck[3], Neyde Fabíola Balarezo Giarola[2], Selma Regina Aranha Ribeiro[4], Roberto Filgueiras[5], Daniel Althoff[5], Heverton Fernando Melo[6], Eduardo Augusto Agnellos Barbosa[2], Isabela Leticia Pessenti[3], Regiane Kazmierczak[3], Ariane Lentice de Paula[3], André Luiz de Oliveira de Francisco[3]

RESUMO: As perdas de solo no mundo por erosão são maiores que as taxas de formação, o que é preocupante, já que o solo é um recurso não renovável a curto e médio prazo. Desta forma, a utilização racional do solo é fundamental para a preservação deste recurso. O trabalho objetivou avaliar diferentes estratégias de interpolação de dados para geração de mapas de capacidade de uso das terras que sejam mais condizentes para aplicação prática no campo. Utilizaram-se diferentes métodos para obtenção de uma espacialização da variável inicialmente categórica. A pesquisa conclui que a krigagem ordinária é o interpolador mais viável para alcançar o objetivo proposto.
PALAVRAS-CHAVE: conservação do solo; planejamento conservacionista; geoestatística.

INTRODUÇÃO

As medidas para controle das perdas de solo por erosão no mundo têm sido cada vez mais importantes (Zhao, Yang, & Govers, 2019), já que anualmente a formação dos solos é muito pequena comparado com sua perda (Egli et al., 2018). Várias práticas de conservação têm sido usadas para controlar a erosão do solo em áreas agrícolas (Xin et al., 2019). Entretanto, a utilização do solo acima da capacidade de uso é o ponto crucial para o aumento da erosão e do escoamento superficial (Sione, Wilson, Lado, & González, 2017). O sistema de capacidade de uso (SCU) é uma classificação técnica que visa padronizar o uso racional da terra, sem que ocorra risco de degradação, principalmente por erosão (Govers, Merckx, van Wesemael, & Van Oost, 2017; Jiang, Zhang, Wang, Feng, & Labzovskii, 2019).

O SCU unifica várias características de uma área em um único índice, englobando fatores do meio físico que potencializam ou limitam a utilização das terras (Gerber, Pertille, Santos Vieira, Schramm Corrêa, & Furlan de Souza, 2018), sendo inviável a longo prazo a utilização do solo para finalidades mais intensivas que aquelas classificadas pelo índice. Os mapas gerados com a divisão das glebas no SCU devem se ajustar a realidade da exequibilidade prática do manejo das áreas pelo produtor rural, uma vez que a maior parte do manejo para os cultivos não é feita pontualmente. Isso exige que os interpoladores não

[1] Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR, santosdiasagro@gmail.com.
[2] Professor Adjunto, Depto de Ciências do Solo e Engenharia Agrícola – UEPG, Ponta Grossa – PR.
[3] Doutorando (a) em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR.
[4] Professor Adjunto, Depto de Geociências – UEPG, Ponta Grossa – PR.
[5] Doutorando, Depto Engenharia Agrícola – UFV, Viçosa – MG.
[6] Mestrando em Agronomia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa – PR.

resultem em pequenas glebas isoladas dentro da área, dificultando as operações agrícolas e tornando inviável a aplicação da metodologia no campo.

O trabalho objetivou avaliar diferentes estratégias de interpolação de dados para geração de mapas de capacidade de uso das terras, considerando o ajuste mais adequado para a aplicação prática no campo.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo ocorreu em área de produção comercial de 29,2 ha da Fazenda Escola Capão da Onça/UEPG, situada em Ponta Grossa/PR (Figura 1). O clima do local é Cfb (subtropical úmido com verão ameno), de acordo com a classificação de Köppen (Alvares, Stape, Sentelhas, de Moraes Gonçalves, & Sparovek, 2013).

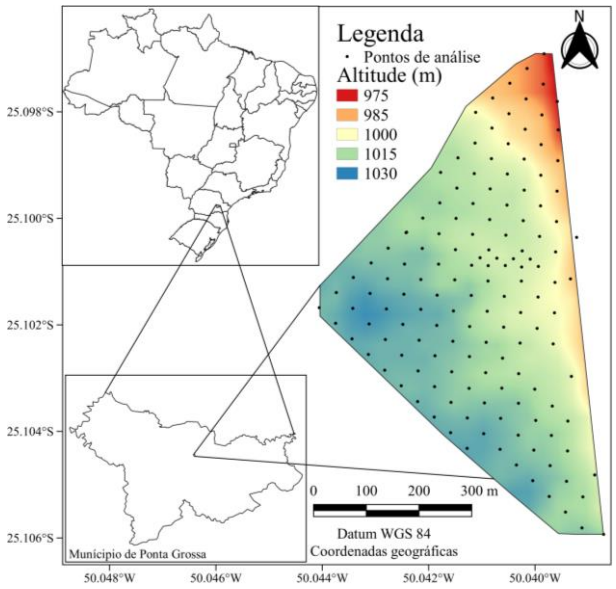


Figura 1 - Localização da área de pesquisa com o Modelo Digital de Elevação SRTM V3 e os pontos analisados com a capacidade de uso da terra.

Para realizar a classificação no SCU seguiu-se a metodologia apresentada por Rampim et al. (2012). Foi levantado as informações de 143 pontos na área de interesse, distanciados a cada 45 m, avaliando-se a profundidade efetiva do solo, textura, permeabilidade superficial e subsuperficial, declividade, erosão laminar e em sulcos, pedregosidade e risco de inundação.

As classes do SCU variam de I a VIII, onde I não apresenta limitação, apta para quaisquer culturas e sem necessidade de práticas especiais de conservação, e o VIII é o mais limitante, sendo terras impróprias para culturas, pastagens ou reflorestamentos, apta apenas para preservação. Para realização das interpolações, manejo e processamento dos dados utilizaram-se os softwares R, Qgis e GS+. As oito variáveis foram interpoladas individualmente para cada método (Polígonos de Voronoi, inverso da distância ponderada (IDW) e Krigagem ordinária).

Após o levantamento dos dados atribuiu-se os valores para cada classe de cada atributo, em seguida realizou-se as interpolações com os números atribuídos. A partir da tabela de

Rampim et al. (2012) selecionou também as classes atribuídas para cada valor, substituindo os valores pixel a pixel pela capacidade de uso correspondente, como mostrado na Figura 2.

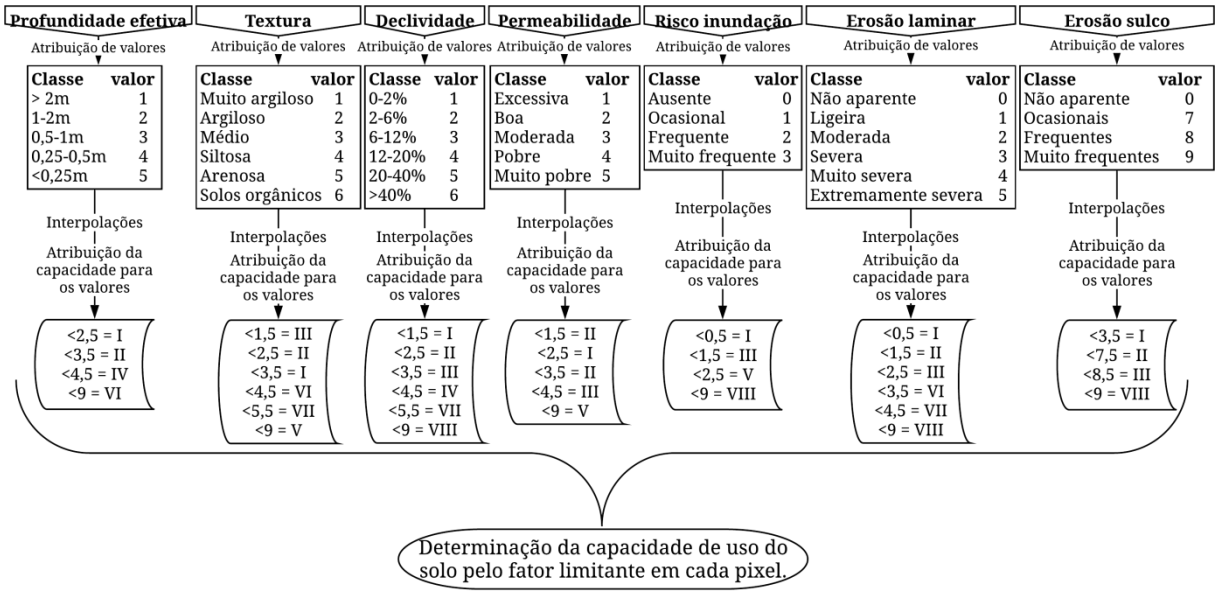
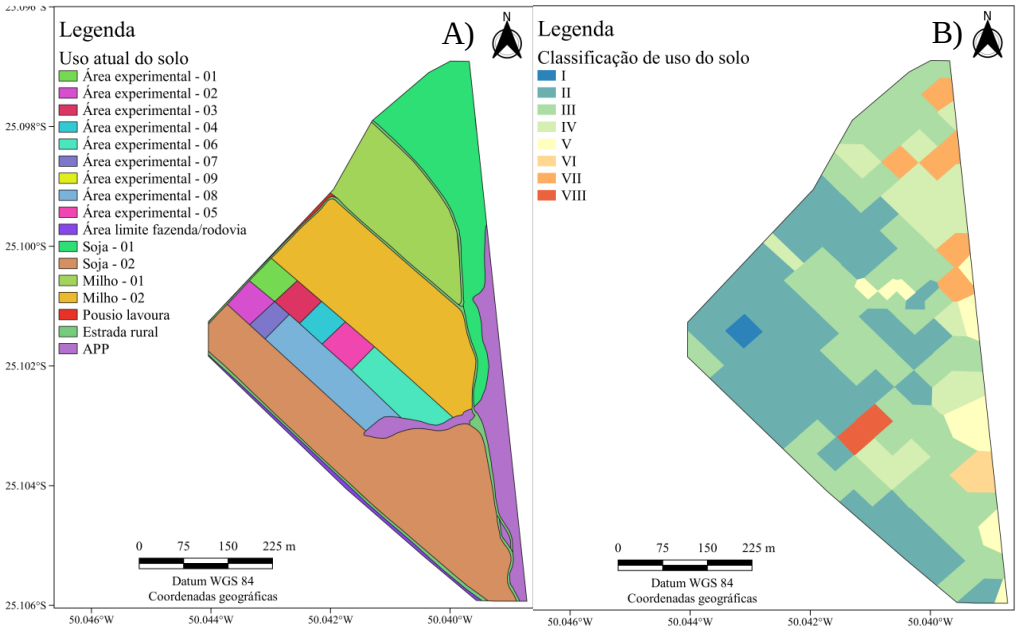


Figura 2 - Metodologia da classificação da capacidade de uso do solo utilizada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As interpolações realizadas com os polígonos de Voronoi podem ser realizadas tanto para valores categóricos como para valores numéricos. Como observado na Figura 3A, 26,0 ha estão ocupados por lavoura, 2,21 ha com área de preservação permanente (APP) e 0,94 ha com estradas rurais. A forma retangular gerada pelo interpolador (Figura 3B) se deve a amostragem em grade retangular que foi feita.

Assim como a interpolação da Figura 3C, realizada por ponderação do inverso da distância (IDW), que apesar de ter características arredondadas, manteve a feição retangular, o que não é percebido na Figura 3D, realizado pela krigagem.



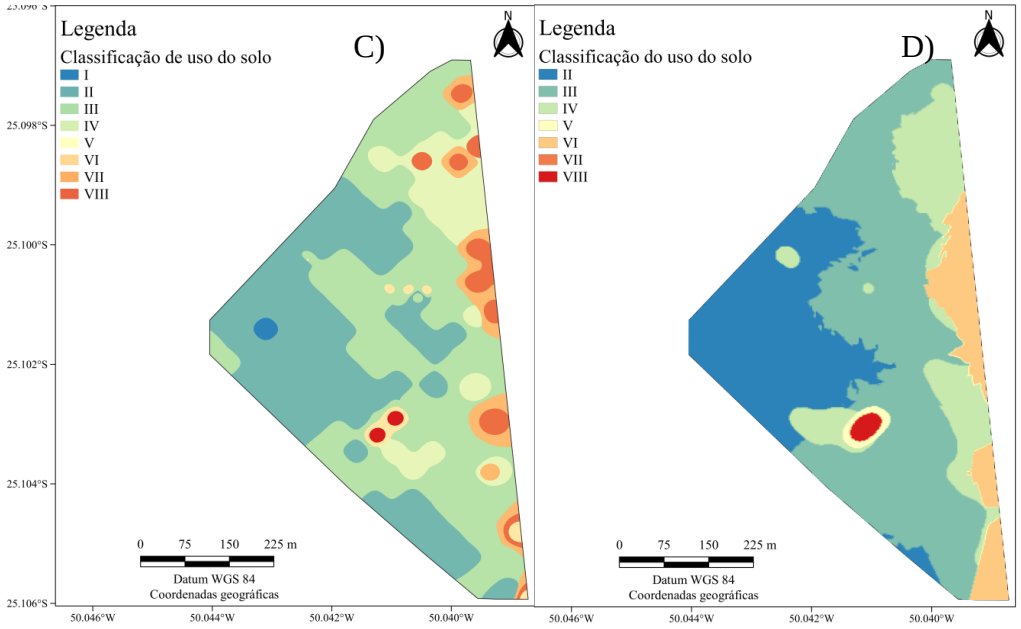


Figura 3 - Classificação do uso do solo para a área de com diferentes métodos de interpolação. A) Uso atual do solo no primeiro trimestre de 2019. B) Mapa da capacidade de uso usando polígonos de Voronoi. C) Mapa da capacidade de uso usando Interpolação pela Ponderação do Inverso da Distância (IDW). D) Mapa da capacidade de uso usando Krigagem ordinária.

O mapa gerado pelo método da krigagem permite realizar o cultivo das áreas de forma adequada conforme a gleba e praticar o SCU, o que seria inviável de ser feito seguindo os demais interpoladores, já que não homogeneizaram a área pela geração de glebas isoladas.

CONCLUSÕES

A espacialização utilizando a krigagem ordinária representa a melhor maneira para separação de glebas no sistema de capacidade de uso, do ponto de vista de aplicação prática no campo para o manejo dos cultivos e adoção de práticas conservacionistas.

REFERÊNCIAS

Alvares, C. A., Stape, J. L., Sentelhas, P. C., de Moraes Gonçalves, J. L., & Sparovek, G. (2013). Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, *22*(6), 711–728. https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

Egli, M., Hunt, A. G., Dahms, D., Raab, G., Derungs, C., Raimondi, S., & Yu, F. (2018). Prediction of Soil Formation as a Function of Age Using the Percolation Theory Approach. *Frontiers in Environmental Science*, *6*, 108. https://doi.org/10.3389/fenvs.2018.00108

Gerber, D., Pertille, C. T., Santos Vieira, F., Schramm Corrêa, B. J., & Furlan de Souza, C. (2018). Caracterização morfométrica da Bacia Hidrográfica do Rio Itajaí – Santa Catarina. *Acta Biológica Catarinense*, *5*(1). https://doi.org/10.21726/abc.v5i1.446

Govers, G., Merckx, R., van Wesemael, B., & Van Oost, K. (2017). Soil conservation in the 21st century: why we need smart agricultural intensification. *SOIL*, *3*(1), 45–59. https://doi.org/10.5194/soil-3-45-2017

Jiang, C., Zhang, H., Wang, X., Feng, Y., & Labzovskii, L. (2019). Challenging the land degradation in China's Loess Plateau: Benefits, limitations, sustainability, and adaptive strategies of soil and water conservation. *Ecological Engineering*, *127*, 135–150. https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2018.11.018

Rampim, L., Tavares Filho, J., Behlau, F., & Romano, D. (2012). Determinação da capacidade de uso do solo visando o manejo sustentável para uma média propriedade em Londrina-PR. *Bioscience Journal*, *28*(2).

Sione, S. M. J., Wilson, M. G., Lado, M., & González, A. P. (2017). Evaluation of soil degradation produced by rice crop systems in a Vertisol, using a soil quality index. *CATENA*, *150*, 79–86. https://doi.org/10.1016/j.catena.2016.11.011

Xin, Y., Liu, G., Xie, Y., Gao, Y., Liu, B., & Shen, B. (2019). Effects of soil conservation practices on soil losses from slope farmland in northeastern China using runoff plot data. *CATENA*, *174*, 417–424. https://doi.org/10.1016/j.catena.2018.11.029

Zhao, J., Yang, Z., & Govers, G. (2019). Soil and water conservation measures reduce soil and water losses in China but not down to background levels: Evidence from erosion plot data. *Geoderma*, *337*, 729–741. https://doi.org/10.1016/j.geoderma.2018.10.023

ADUBAÇÃO NITROGENADA E INOCULAÇÃO DE SEMENTES COM *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO

Isabela Letícia Pessenti[1], Heverton Fernando Melo[1], Fabrício Tondello Barbosa[2], Lucia Helena Wiecheteck[1], Santos Henrique Brant Dias[1]

RESUMO: A associação de bactérias com gramíneas para a fixação biológica do nitrogênio, proporciona aumento na produção de hormônios, os quais estimulam o crescimento radicular da planta, aumentando a absorção de água e nutrientes, tornando a planta mais tolerante a diferentes estresses abióticos. O presente trabalho teve por objetivo estudar, em condições de campo, a relação de massa seca total no estádio vegetativo V8 (MST) e o teor de fósforo (P) acumulado na parte aérea de plantas de milho, em função do tipo de inoculante e de doses de nitrogênio (N). O delineamento experimental foi o de blocos casualizado, composto de seis tratamentos com quatro repetições. Os tratamentos constaram da aplicação de 100% de N isolado, da combinação entre a aplicação de 50% da dose recomendada de N com duas formula ções (turfosa e líquida) de um inoculante contendo bactérias do gênero *Azospirillum brasilense* (*A. brasilense*), e comparada com um inoculante já registrado no mercado, além de uma testemunha sem aplicação de N e sem inoculação. Para a característica biométrica de MST V8 não houve diferença significativa entre os tratamentos, e para o teor de P ocorreu diferença significativa entre os tratamento, sendo a maior concentração de P na testemunha com 3,45 g kg^{-1}, seguido pelos tratamentos com aplicação da dose cheia de N e dose reduzida combinada com *A. brasilense* com um acúmulo de 2,81 g kg^{-1} e 2,78 g kg^{-1} respectivamente.

PALAVRAS-CHAVE: fixação biológica, *Zea mays*, nitrogênio, fósforo

INTRODUÇÃO

Especificamente para o milho, o *Azospirillum brasilense* é uma das bactérias que vem promovendo benefícios diretos e indiretos, dos quais são destacados o processo de fixação de nitrogênio e a produção de fitormônios (auxinas, giberelinas e citocininas) os quais proporcionam um maior crescimento radicular (Okon, Vanderleyden, 1997; Dobbelaere, Okon 2007), maior absorção de água e nutrientes, que ligado a outros fatores fisiológicos, faz com que ocorra um aumento na taxa fotossintética (Correa et al., 2008) tendo como resultado uma planta mais vigorosa e produtiva (Bashan et al., 2004; Hungria, 2011). Vale ressaltar que nem todo o nitrogênio necessário na cultura do milho é fornecido pela associação com a bactéria. O que ocorre é uma forma de suplementação de nitrogênio para a cultura, sendo esta,

[1]Discentes do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: isabelaleticiapessenti@gmail.com
[2]Docente do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR.

uma forma de proporcionar redução no uso de fertilizantes nitrogenados (Döbereiner, 1992).

O presente trabalho teve por objetivo estudar, em condições de campo, a relação de massa seca total no estágio vegetativo V8 (MST V8) e o teor de fósforo (P) acumulado na parte aérea em função do tipo de inoculante e de doses de nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido a campo, na fazenda experimental da Universidade Federal de Santa Catarina, campus de Curitibanos (SC) em um cambissolo háplico de textura argilosa (550 g kg^{-1} de argila). O delineamento experimental foi o de blocos casualizado, composto de seis tratamentos com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais, sendo: T1 - testemunha: sem nitrogênio e sem inoculante; T2 - 100% da dose de nitrogênio mineral (160 kg ha^{-1}) e sem inoculante; T3 - 50% da dose de nitrogênio mineral (80 kg ha^{-1}) e sem inoculante; T4 - 50% da dose de nitrogênio mineral e sementes inoculadas com produto comercial registrado no MAPA; T5 - 50% da dose de nitrogênio mineral e sementes inoculadas com formulação líquida do produto; T6 - 50% da dose de nitrogênio mineral e sementes inoculadas com a formulação turfosa do produto. O inoculante testado foi o NITRO 1000® Gramíneas, contendo bactérias da espécie *Azospirillum brasilense*, estirpes AbV5 e AbV6. Utilizou-se um milho híbrido simples comercial 30F53Hx PIONNER.

Antes da semeadura, a área foi adubada com 450 kg ha^{-1} do formulado NPK, 00-20-20, aplicado na linha de cultivo com uma semeadora adubadora, marcando assim as linhas de cultivo para a semeadura. A adubação de cobertura foi realizada apenas com nitrogênio mineral, conforme estabelecido pelos tratamentos, tendo-se como fonte a ureia (45% de N). A dose de 80 kg ha^{1}, foi dividida em duas, sendo metade na base, e metade em cobertura no estádio V6 do desenvolvimento da cultura. Para a dose de 160 kg ha^{-1}, aplicou-se 40 kg ha^{-1} na base, 60 kg ha^{-1} no estádio V4 do desenvolvimento da cultura e 60 kg ha^{-1} no estádio V7.

Para a determinação da massa de matéria seca total no estádio V8 (MST V8), as plantas de milho foram cortadas rente ao solo, sendo que a biomassa coletada foi separada e acondicionada em sacos de papel para secagem em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 60°C até atingir peso constante. Após a pesagem o material foi submetido à moagem para realização da análise nutricional, sendo que, este foi determinado pela quantidade de fósforo que a cultura extraiu até o estádio vegetativo V8.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os dados de comparação de médias para a característica biométrica de massa de matéria seca total no estádio V8 (MST V8), e para a teor de fósforo

(P) acumulado na parte aérea no estádio V8. Para a característica MST V8, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Para o teor do macronutriente P ocorreu diferença significativa entre os tratamentos, com a aplicação de N combinado ou não ao uso de *A. brasilense* e sem N e sem *A. brasilense* (Tabela 1).

Tabela 1 - Característica biométrica e concentração de fósforo de plantas de milho, cultivar 30F53Hx, em função da adubação nitrogenada e da inoculação de sementes com bactérias da espécie *Azospirillum brasilense*. Curitibanos (SC), 2014.

TRATAMENTO	MST V8 (g)	P (g kg^{-1})
0 N sem Az	$19,48^{ns}$	3,45 a
160 kg N sem Az	$35,75^{ns}$	2,81 b
80 kg N sem Az	$39,50^{ns}$	1,93 c
80 kg N com Az Padrão	$37,45^{ns}$	2,17 c
80 kg N com Az líquido	$39,05^{ns}$	2,78 b
80 kg N com Az turfoso	$32,27^{ns}$	2,25 c
Pr>Fc	0,062	15,14
CV (%)	27,1	0,00

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ($p<0.05$); NS: não significativo CV: coeficiente de variação; MST V8: massa de matéria seca total de plantas no estádio V8; P: teor de fósforo acumulado no estádio vegetativo V8

A maior concentração de P ocorreu na testemunha com 3,45 g kg^{-1}, seguido pelos tratamentos com aplicação da dose cheia de N e dose reduzida combinada com *A. brasilense* com um acúmulo de 2,81 g kg^{-1} e 2,78 g kg^{-1} respectivamente. Contudo, tal concentração leva em consideração à produção de MST V8 (Tabela 1). Sendo assim, a maior concentração de P presente na testemunha se deu pelo fato da mesma apresentar menor produção de matéria seca, tornando o P mais concentrado numa menor proporção de matéria seca total. Consequentemente, a menor concentração de P nos demais tratamentos ocorreu por conta do aumento da produção da matéria seca total. Assim sendo, os tratamentos submetidos à aplicação de N e uso do *A. brasilense* apresentaram menores concentrações de P devido a diluição do mesmo na matéria seca total. Os dados obtidos corroboram com os apresentados por Machado et al., (1999) que na ausência de efeitos significativos para a produção de matéria seca do milho, constatou efeito significativo entre os tratamentos para o acumulo no teor de P.

Segundo Marschner (1995) o fornecimento de N nos estádios iniciais favorece uma maior absorção de P. Deste modo, infere-se que, o presente resultado evidencia que há uma relação sinérgica entre o N e P, sendo que, com o fornecimento de N parcelado em cobertura, houve um aumento na absorção e concentração de P no milho. Tal efeito já foi relatado por

[1]Discentes do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR; e-mail: isabelaleticiapessenti@gmail.com
[2]Docente do Programa de Pós Graduação em Agronomia, UEPG, Ponta Grossa-PR.

Machado et al., (2004) e Reis Júnior et al., (2008), que trabalhando com diferentes doses de N, verificaram diferentes concentrações de P e aumento do mesmo com a aplicação de N.

O milho apresenta baixa eficiência de aproveitamento deste nutriente (Vitti et al., 1985) devido as fontes de P disponíveis no solo estarem em formas insolúveis (Khan et al., 2007). Porém, bactérias do gênero *A. brasilense* possuem a capacidade de solubilizar fosfatos inorgânicos presente no solo, convertendo-o para a forma orgânica disponível para a planta, ampliando a capacidade de absorção da mesma (Gyaneshwar et al., 2002). Logo, os resultados obtidos corroboram com os apresentados por Qil et al., (2011) em que observaram que houve um aumento no teor do macronutriente P quando as plantas foram submetidas a inoculação de sementes, evidenciando tal efeito.

CONCLUSÕES

Não houve diferenças na eficiência entre os tipos de inoculante contendo *Azospirillum brasilense* para a característica biométrica de massa seca total no estádio vegetativo V8.

O teor do macronutriente fósforo variou em decorrência das diferentes doses de nitrogênio e inoculação, onde, a menor concentração de P ocorreu por conta do aumento da produção da matéria seca total.

REFERÊNCIAS

Bashan, Y.; Holguin, G; De-Bashan, L.E. *Azospirillum*-plant relations physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997-2003). **Canadian Journal of Microbiology**, v.50, p.521-577, 2004.

Correa, O. S.; Romero, A. M.; Soria, M. A.; DE Estrada, M. *Azospirillum brasilense*-plant genotype interactions modify tomato response to bacterial diseases, and root and foliar microbial communities. In: Cassán, F.D.; Garcia DE Salamone, I. (Ed.) *Azospirillum* sp.: cell physiology, plant interactions and agronomic research in Argentina. Argentina: **Asociación Argentina de Microbiologia**, p.87-95, 2008.

Döbereiner, J. Fixação de nitrogênio em associação com gramíneas. In. Cardoso, E.J.B.N., Tsai, S.M., Neves, M.C.P. Microbiologia do solo. Campinas: **Sociedade Brasileira de Ciência do Sol**o, p. 173-180, 1992.

Dobbelaere, S.; Okon, Y. The plant growth-promoting effect and plant responses. In ‘‘Associative and Endophytic Nitrogen-Fixing Bacteria and Cyanobacterial Associations’’ (Elmerich, C.; Newton, W.E. eds.), p. 145-170. **Springer, Dordrecht**, The Netherlands. 2007.

Gyaneshwar, P.; Kumar, G. N.; Parekh, L. J.; Poole, P. S. Role of soil microorganisms in improving P nutrition of plants. **Plant Soil**, v.245, p.83-93, 2002.

Hungria, M.; Inoculação com *Azospirillum brasiliense*: inovação em rendimento a baixo custo. Londrina: **Embrapa Soja**, 2011. 20p.

Khan, M. S. Zaidi, A. Wani, P. A. Role of phosphate solubilizing microorganisms in sustainable agriculture – **A review, Agron Sustain**. Dev 27:29-43. 2007.

Machado, C. T. T. Guerra, J. G. M. Almeida, D. L. Machado, A. T.

Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fosforo. **Bragantina**, v.58, n.1, p,109-24, 1999.

Machado, C. T. T. et al. Acumulação de nitrogênio, fosforo e zinco e índices de eficiência de utilização e translocação de nutrientes em milho submetidos a dois níveis de adubação nitrogenada. Viçosa. **Anais**. 2004.

Okon, Y.; Vanderleyden, J. Root-associated *Azospirillum* species can stimulate plants, **Applied and Environmental Microbiology**. New York, v.63, n.7, p.366-370, 1997.

Reis Júnior, F. B. et al. Inoculaçao de *Azospirillum amazonense* em dois genótipos de milho sob diferentes regimes de nitrogênio. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v,32, n.3, p 1139-1146, 2008b.

Vitti, G.C.; Malavolta, E. Fosfogesso - uso agrícola. In: SEMINÁRIO SOBRE CORRETIVOS AGRÍCOLAS, 1985, Piracicaba. **Anais**. Campinas: Fundação Cargill, 1985.

PRODUTIVIDADE DO MILHO EM FUNÇÃO DE DOSES DE GESSO E CALCÁRIO SOB PLANTIO DIRETO.

Emerson Eurich Sprotte[1], Victória Koszalka[2], Ana Carolina Ricardi[3], Diego Groff[4] Marcelo Marques Lopes Müller[5].

RESUMO: A calagem é muito importante na manutenção da fertilidade solo, corrigindo a acidez e aumentando a disponibilidade de nutrientes às plantas. Porém essa prática tem efeito sobre a camada superficial de solo, devido à baixa solubilidade do calcário. O gesso, sendo muito solúvel, alcança as camadas subsuperficiais, aumentando a produtividade das culturas. Assim, objetivou-se verificar os efeitos de diferentes doses de gessagem e calagem na produtividade de milho. O delineamento foi blocos ao acaso com parcelas subdivididas, sendo cinco doses de gesso agrícola (0, 3, 6, 9 e 12 Mg ha^{-1}) e nas subparcelas três níveis de calagem, visando diferentes saturações por bases (V) (I - sem calcário, II - V=70%, e III - V=100%). O milho (DBK 290) foi semeado em novembro de 2017 com espaçamento de 0,80m entre linhas. Em maio de 2018 foram coletadas 3 repetições de 2 m lineares em cada subparcela. A produtividade da cultura respondeu de forma quadrática a doses de gesso aplicadas, sendo a dose de máxima eficiência foi de 7,21 Mg ha^{-1}, obtendo uma produtividade estimada em 13,53 Mg ha^{-1}. Houve efeito significativo das doses de calcário aplicada sobre a produtividade do milho, sendo que a cultura produziu menos sem a aplicação de calcário em comparação as duas doses estudas.

PALAVRAS-CHAVE: gessagem, calagem, *Zea mays.*

INTRODUÇÃO

A acidez do solo é um dos principais responsáveis pela supressão do potencial produtivo das culturas (QUAGGIO et al., 1993). Em solos ácidos, a toxidez por alumínio (Al^{3+}) e/ou manganês (Mn^{2+}) e a deficiência de cálcio (Ca^{2+}) e/ou magnésio (Mg^{2+}) se acentuam da camada superficial para as camadas abaixo no perfil, diminuindo o crescimento das raízes em profundidade e, com isso, afetando a absorção de água e nutrientes pela planta, com efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas cultivadas (PAIVA et al., 1996;

[1]Graduando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, emersonsprotte@gmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, vic.koszalka@gmail.com.
[3]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, ana.carol.ricardi@gmail.com.
[4]Graduando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, diegogroff@hotmail.com.
[5]Orientador, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, mmuller@unicentro.br.

ERNANI et al., 2000; CAMPANHARO et al., 2007).

Diversos trabalhos realizados no Brasil sobre a aplicação de calcário em PD sintetizam que, em diversos tratamentos envolvendo a aplicação superficial de calcário, há aumento de pH e Ca+Mg e diminuição do teor de Al^{3+} trocável nos primeiros 10 cm, três a quatro anos após, mas os efeitos na camada de 10–20 cm são diminuídos, com exceção para uso de doses elevadas de corretivos (LOPES et al., 2004).

O carbonado de cálcio do gesso agrícola ($CaSO_4.2H_2O$) é muitas vezes mais solúvel que o carbonato de magnésio e que o carbonato de cálcio dos calcários (BORKERT et al., 1987), conseguindo alcançar as camadas subsuperficiais do solo.

O gesso proporciona um acréscimo dos níveis de Ca^{2+} em todas as camadas, redução de Mg^{2+} nas camadas superficiais e um aumento dos níveis de enxofre em todas as camadas, lixiviando cátions como K^+, Mg^{2+} e Ca^{2+}e melhorando as condições subsuperficiais (RAMPIN et al., 2011).

O objetivo foi avaliar o efeito das doses de 0, 3, 6, 9 12 t ha^{-1} de gesso sobre a produtividade do milho a médio prazo, o efeito das doses de 0, 5,67 e 10,21 t ha^{-1} de calcário sobre a produtividade do milho, e se há interação destas com as doses de gesso.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado na área experimental do Campus CEDETEG da Universidade Estadual do Centro-Oeste, em Guarapuava-PR. Essa área tem sido manejada sob sistema de plantio direto (SPD) desde o ano de 2005, o solo da área é classificado como Latossolo Bruno. Em 2009, foram aplicadas cinco doses de gesso agrícola (0, 3, 6, 9 e 12 t ha^{-1}), com delineamento de blocos ao acaso.

Em 2014, as parcelas foram subdivididas e, utilizando calcário dolomítico, foram aplicados três níveis de calagem: 0 Mg ha^{-1} de calcário; 5,67 Mg ha^{-1} de calcário PRNT 95%, equivalendo à necessidade de calagem (NC) para atingir saturação por bases (V) de 70% na camada de 0,0-0,2 m de profundidade; 10,21 Mg ha^{-1} de calcário PRNT 95%, equivalendo à NC para atingir V de 100% na camada de 0,0-0,2 m.

O milho (híbrido DKB 290 RR PRO3) foi semeado em 02/11/2017, utilizando espaçamento entre linhas de 0,8 m e 06 sementes por metro linear. Para a avaliação da produtividade foram coletadas as espigas de dois metros lineares em três pontos (subamostras) por subparcela totalizando seis metros lineares por subparcela na maturação fisiológica da cultura. O material colhido foi debulhado e pesado e corrigida a umidade para 13%.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, em DBC com arranjo fatorial 5 x 3, ao nível de 5% de probabilidade de erro. As médias em função das doses de calcário foram comparadas pelo teste de Tukey (α = 0,05), procedendo-se com análise de regressão para as médias em função das doses de gesso.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A produtividade da cultura (Figura 1) respondeu de forma quadrática a doses de gesso aplicada, sendo a dose de máxima eficiência agronômica foi de 7,21 Mg ha^{-1}, obtendo uma produtividade estimada em 13.535,15 kg ha^{-1}. Quando comparada a testemunha com as doses de calagem, houve incremento na produtividade. Não houve diferença estatística entre as doses de calcário para V=70% e V=100%. ZANDONÁ et al., 2015, comprovou que houve aumento nos teores de cálcio nas camadas superficiais e consequente aumento de 48% da produtividade de milho.

Não houve interação entre as doses de gesso e os níveis de calagem com relação à produtividade. Segundo CAIRES, 2003, não há interação entre doses de gesso e calcário no quesito produtividade. A cultura do milho se mostrou responsiva às doses de gessagem e calagem, tendo aumento na produtividade. Segundo a EMBRAPA, 2012, houve incremento na produtividade de milho com a aplicação de doses de gesso e calcário.

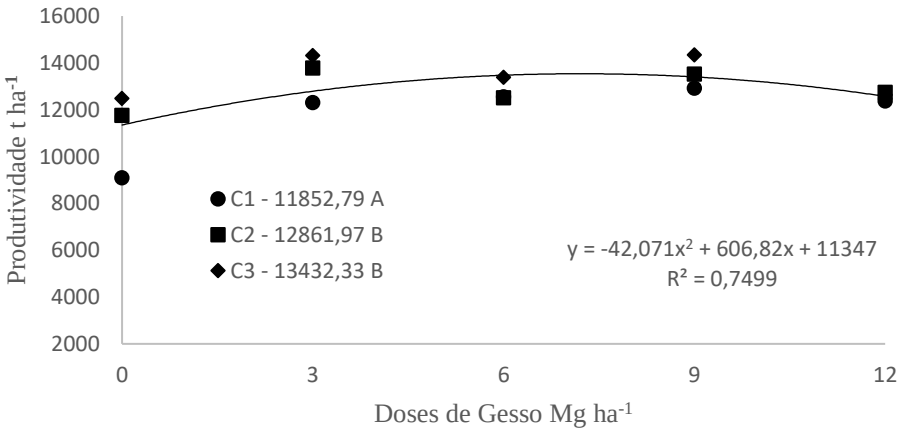


Figura 1: Produtividade de milho em função das doses de gesso e calagem.

CONCLUSÕES

[1]Graduando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, emersonsprotte@gmail.com.
[2]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, vic.koszalka@gmail.com.
[3]Mestranda, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, ana.carol.ricardi@gmail.com.
[4]Graduando, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, diegogroff@hotmail.com.
[5]Orientador, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, mmuller@unicentro.br.

As doses de calcário elevam os teores de cálcio, corrigem a acidez do solo e aumentam a produtividade de milho em relação à não aplicação de calcário.

As doses de gesso condicionam as camadas subsuperficiais do solo, favorecem o melhor desenvolvimento de raízes e elevam a produtividade de milho, sendo que a dose com melhor resultado é de 7,21 Mg ha^{-1}.

REFERÊNCIAS

Borkert CM, Pavan MA, Lantmann ÁF. Considerações sobre o uso do gesso na agricultura. Londrina: Embrapa Soja-Comunicado Técnico. 1987. [Acesso em 31 de março de 2019]. Disponivel: http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/445226.

Caires EF, Kusman MT, Barth G, Garbuio FJ, Padilha JM. Alterações químicas do solo e resposta do milho à calagem e aplicação de gesso. Rev Bras Cienc Solo. 2004; 28:125-136. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832003000200008.

Campanharo M, Lira Júnior MA, Nascimento CWA, Freire FJ, Costa JVT. Avaliação de métodos de necessidade de calagem no Brasil. Caatinga. 2007; 20, 97-105.

Embrapa. Sistemas de produção: Cultivo do milho. Brasília. [Aceso em 03 de março de 2019]. Disponível em: http://www.cnpms. embrapa.br/publicacoes/milho_6_ed/index.htm.

Faria CMB, Costa DN, Faria AF. Ação de calcário e gesso sobre características químicas do solo e na produtividade e qualidade do tomate e melão. Hortic. Bras. 2003; 21, 615-619.

Lopes AS, Wirthölter S, Guilherme LRG, Silva CA. Sistema Plantio Direto: bases para o manejo da fertilidade do solo. São Paulo: ANDA - Associação Nacional para Difusão de Adubos. 2004.

Pöttker D, BEM JR. Calagem para uma rotação de culturas no sistema plantio direto. Rev Bras Cienc Solo. 1998; 22: 675-684. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06831998000400013.

Paiva PJ, Vale FR, Furtini Neto AE, Faquin V. Acidificação de um latossolo roxo do estado do Paraná sob diferentes sistemas de manejo Rev Bras Cienc Solo. 1996; 20:71-75.

Quaggio JÁ, van Raij B, Gallo PB, Mascarenhas HAA. Respostas da soja à aplicação de calcário e gesso e lixiviação de íons no perfil do solo. Pesq. Agropec. Bras. 1993; 28: 375-383.

Rampim L, Lana MC, Frandoloso JF, Fontaniva S. Atributos químicos de solo e resposta do trigo e da soja ao gesso em sistema semeadura direta. Rev Bras Cienc Solo. 2011; 35:1687-1698.

Ritchie S, Hanway JJ. How a Corn Plant Develops. Special Report Nº 48. Iowa State University of Science and Technology. Cooperative Extension Service. Ames, Iowa. 1989.

Zandoná RR, Beutler AN, Burg GM, Farias Barreto, C, Schmidt MR.. Gesso e calcário aumentam a produtividade e amenizam o efeito do déficit hídrico em milho e soja1. Pesq. Agropec. Trop. 2015. 45:128-137.

CAMA DE AVIÁRIO ALTERNATIVA À ADUBAÇÃO MINERAL DA SOJA EM ARGISSOLO DO NOROESTE DO PARANÁ

Antonio Costa[1], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[2], Marco Aurélio Teixeira Costa[3].

RESUMO: A criação de animais em confinamento gera um passivo ambiental representado pela produção de dejetos que ao serem descartados em solos agrícolas podem ser aproveitados como adubo orgânico. Assim, objetivou-se avaliar a produção de grãos de soja e o valor fertilizante da cama de aviário comparado ao uso de adubo mineral. Os efeitos da aplicação de cama de aviário, nas doses de 0, 2, 4 e 8 t ha^{-1} ano^{-1}, mais um tratamento com adubo mineral e outro com cama de aviário, 2 t ha^{-1} ano^{-1} e metade da dose de mineral, foram avaliados na produção de grãos de soja em colheitas realizadas em 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015. Da análise conjunta dos resultados conclui-se que o uso de adubação orgânica, em doses acima de 4 t ha^{-1} ano^{-1}, proporcionou rendimento de grãos de soja superior ao obtido com uso de adubação química exclusiva. Não se observou efeitos tóxicos à planta de soja, que afetasse sua produtividade, com o uso de cama de aviário por um período de nove anos, em quantidades acumuladas de esterco no solo de até 68 t ha^{-1}.

PALAVRAS-CHAVE: solos arenosos, matéria orgânica, produção de grãos.

INTRODUÇÃO

Há disponibilidade de cama de aviário no Noroeste do Paraná. Os solos da região são de baixa fertilidade e precisam da incorporação de carbono para elevar sua produtividade. Assim, é adequado o uso agrícola da cama como fertilizante orgânico nesses solos.

O uso dos fertilizantes orgânicos nos sistemas de produção deve considerar a análise química do solo, a composição do fertilizante orgânico, a necessidade nutricional da cultura, o conhecimento do tipo de solo e o histórico das adubações nas áreas de cultivo (Corrêa e Miele, 2011). De outro lado, o uso da cama de frango é viável agronômica e economicamente na cultura da soja. Sua aplicação, em quantidades adequadas, aumenta a altura de planta, a inserção do primeiro legume, a massa de 100 grãos, o número de legumes por planta e o rendimento de grãos de soja (Carvalho et al., 2011).

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produção de grãos de soja em função da aplicação de cama de aviário, comparando seu uso ao do fertilizante mineral.

[1]Pesquisador voluntário do Instituto Agronômico do Paraná (IAPAR), Rodovia Celso Garcia Cid, km 375, Londrina, PR. Bolsista Senior da Fundação Araucária.
[2]Pesquisadora da Área de Solos do IAPAR, Londrina, PR.
[3]Pós doutorando. Programa de Pós-graduação em Ciência Animal Tropical, Universidade Federal do Tocantis, Campus de Araguaína, TO.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em sistema de plantio direto, em 2006, no município de Umuarama, PR, em solo classificado como Argissolo Vermelho distrófico. Os resultados da análise de solo, obtidos conforme procedimentos descritos por Pavan et al. (1992), no início do trabalho e na camada 0-10 cm, indicaram: pH =4,4; C=15,76 g dm^{-3}; P=13,3 mg dm^{-3}; 0,33; 4,88; 1,44; 0,82; 0,27; 2,53; 7,41 $cmol_c$ dm^{-3} de Al^{3+}, H+Al, Ca^{2+}, Mg^{2+}, K+, soma de bases e CTC do solo, respectivamente. A soja cultivada em sistema plantio direto, em rotação com milho, no verão, e plantas de cobertura, no inverno, foi colhida em 2007, 2009, 2011, 2013 e 2015. A cama de aviário foi aplicada semestralmente, na superfície do solo, no cultivo de verão e de inverno, em doses correspondentes a: 0(CA0), 2(CA2), 4(CA4) e 8 (CA8) t ha^{-1} ano^{-1}, totalizando 17, 34 e 68 t ha^{-1}, ao final de nove anos, respectivamente. Avaliou-se ainda um tratamento com adubo mineral (FM) e outro combinando cama de aviário (CA2) e metade da dose de FM (CA2FM1/2). O uso de nitrogênio (N) variou com o cultivo praticado, quando do uso de (FM). Não foi aplicado na soja. A aplicação de fósforo e potássio, comum aos cultivos que receberam (FM), correspondeu a 80 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 60 kg ha^{-1} de K_2O, totalizando 1520 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 1140 kg ha^{-1} de K_2O, durante o período de cultivo. No tratamento CA2FM1/2 aplicou-se metade dessa quantidade. Procedeu-se a análise de variância e de regressão dos dados; comparou-se as médias pelo teste de Scott Knott.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados de produção de grãos de soja são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Rendimento de grãos de soja, em kg ha^{-1}, em cinco cultivos, em função da aplicação de doses de cama de aviário (CA) e do uso fertilização química (FM).

[1]Tratamentos	2007	2009	2011	2013	2015	[2]Média
	[2]kg de grãos de soja ha^{-1}					
0	3494 a	2342 b	2950 d	2693 c	2030 c	2702 d
CA2	3006 a	2787 b	3964 c	3913 b	3008 a	3336 c
CA4	4000 a	2566 b	4242 b	4204 a	3314 a	3665 b
CA8	3825 a	3549 a	4533 a	4263 a	3456 a	3925 a
FM	3131 a	2853 b	3955 c	3541 b	2606 b	3217 c
CA2FM1/2	3892 a	3081 a	3933 c	3853 b	3242 a	3601 b
[2]Média	3558 B	2863 C	3924 A	3745 A	2943 C	3408
CV (%)	15,32	13,17	4,81	7,73	9,75	10,91
[3]Valor de F	2,34	4,97**	31,81**	15,92**	14,00**	26,37**

[1]0 = sem aplicação de cama de aviário e fertilizante mineral; CA2, CA4, CA8 = aplicação de 2, 4 e 8 t ha^{-1} ano^{-1} de cama de aviário, respectivamente; FM = aplicação de 160 kg de P_2O_5 e 120 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1}; CA2FM1/2 = aplicação de 2 t de cama de aviário, 80 kg de P_2O_5 e 60 kg de K_2O ha^{-1} ano^{-1}.
[2]Médias com letras distintas, minúsculas nas colunas e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Scott Knott a 5% .
[3]O símbolo ** indica diferença significativa a 1% de probabilidade.

As menores produtividades ocorreram nas colheitas de 2009 e 2015. As maiores produtividades aconteceram nos anos de 2011 e 2013. Comportamento de produção semelhante foi observado quando se compara, no mesmo período, a produtividade média de grãos de soja no estado do Paraná, sugerindo que uma das variáveis responsáveis por essas alterações está relacionada com as condições climáticas predominantes em cada ano, favorecendo ou não o maior rendimento de grãos.

O uso de cama de aviário, na dose mais elevada, promoveu as maiores produtividades de grãos de soja durante todo o período de avaliação, seguido da aplicação de 4 t ha^{-1} ano^{-1}. Portanto, o uso de adubo orgânico se mostrou alternativa ao uso do fertilizante químico e comprova seu valor fertilizante. A produção média de grãos, com uso de fertilizante mineral, foi 19% superior à testemunha (CA); com uso de cama de aviário foi até 45% mais elevada que (CA), o tratamento não adubado (Tabela 1). Portanto, o aumento do potencial produtivo do Argissolo cultivado depende está condicionado ao uso de fertilizantes orgânico e/ou mineral.

O rendimento de grãos de soja (RG), média de cinco colheitas, aumentou com o uso de doses crescentes e acumuladas de cama de aviário, durante nove anos (Figura 1).

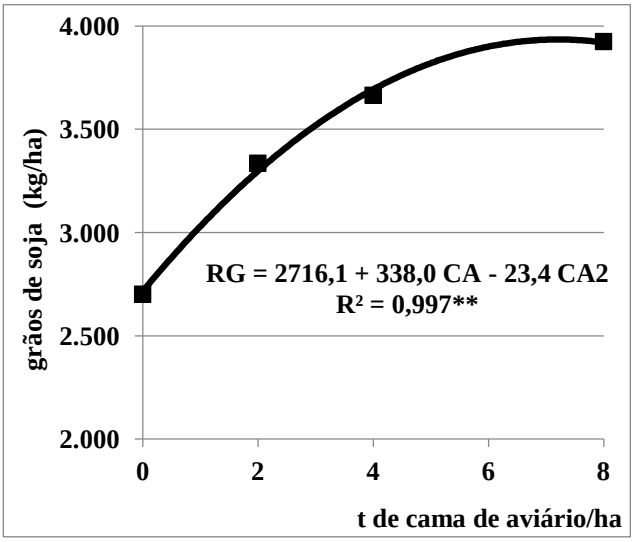


Figura 1. Rendimento de grãos de soja (RG), em kg ha^{-1}, média de cinco de cultivos, em função da aplicação de doses crescentes de cama de aviário (CA). O símbolo **, na representação da equação ajustada, indica significância a 1% de probabilidade.

A quantidade estimada de cama, a ser aplicada anualmente, para se alcançar o rendimento máximo de grãos é de 7,2 t ha^{-1} ano^{-1}. A produção máxima estimada para essa dose foi de 3936 kg ha^{-1} de grãos de soja. Esse rendimento representa aumento de 45% em relação à média estimada do tratamento que não recebeu adubação que foi de 2716 kg ha^{-1}.

O acúmulo de nitrogênio, fósforo, potássio, cobre e zinco nos grãos de soja foi inferior, na testemunha, em relação aos valores observados nos tratamentos adubados (dados não apresentados). Certamente esse acumulo foi uma das razões para o aumento da produtividade proporcionada pela adubação, orgânica ou mineral. O uso da cama de aviário, na maior dose aplicada (CA8), foi o tratamento que proporcionou o maior acumulo de nutrientes nos grãos. A limitação por fósforo parece ter sido o fator que mais contribuiu para a redução da produtividade da soja no tratamento não adubado (CA0).

Por fim, deve ser ressaltado que não se observou efeitos tóxicos à planta de soja, que afetasse sua produtividade e sua composição nutricional, com o uso de cama de aviário por um período nove anos, em quantidades acumuladas de esterco no solo de até 68 t ha^{-1}.

CONCLUSÕES

A expressão do potencial produtivo do Argissolo cultivado depende do uso de fertilizantes orgânico e/ou mineral.

O uso de cama de aviário, na dose mais elevada, 8 t ha^{-1} ano^{-1}, foi o tratamento que proporcionou a maior produtividade de grãos de soja na média de todo o período de avaliação, seguido da aplicação de 4 t ha^{-1} ano^{-1}. Portanto, o uso de adubo exclusivamente orgânico se mostrou alternativa ao uso de fertilizante químico.

Não se observou efeitos tóxicos à planta de soja, que afetasse sua produtividade e sua composição nutricional, com o uso de cama de aviário por um período nove anos, em quantidades acumuladas de esterco no solo de até 68 t ha^{-1}.

AGRADECIMENTOS

À Fundação Araucária pela Bolsa Senior concedida ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

Carvalho ER, Resende PM, Andrade MJB, Martins A, Passos A, Oliveira JA. Fertilizante mineral e resíduo orgânico sobre características agronômicas da soja e nutrientes do solo. Revista Ciência Agronômica. 2011; 42:930-939.

Corrêa JC, Miele, MA. A cama de aves e os aspectos agronômicos, ambientais e econômicos. In: Manejo ambiental na avicultura. In: Palhares JCP, Kunz, A, editores. Manejo ambiental na avicultura. Concórdia: Embrapa Suínos e Aves, 2011. p. 125-152. (Documentos/Embrapa Suínos e Aves, 149).

Pavan MA, Bloch MF, Zempulski HC, Miyasawa M, Zocoller DC. Manual de análise química do solo e controle de qualidade. Londrina, IAPAR, 1992. 48p. (IAPAR, Circular 92).

INOCULAÇÃO DE *Azospirillum brasilense* EM MANDIOCA (*Manihot esculenta crantz)* CULTIVADA EM MARIA HELENA, PARANÁ

Felipe Trentini[1], Glaciela Kaschuk[2], Camila Crestani[3], Caio Cesar Levorato,

RESUMO

A inoculação de bactérias promotoras de crescimento de plantas na cultura da mandioca é uma tecnologia recente e inovadora. Bactérias do gênero *Azospirillum* vivem na rizosfera, podem ser fixadores de nitrogênio e promotores de crescimento vegetal. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação de *Azospirillum brasilense* Abv5 e Abv6 em inoculante líquido na altura de planta, massa total e massa de raiz da mandioca. O experimento foi conduzido a campo no município de Maria Helena, região Noroeste do Paraná, em um solo de Arenito Caiuá. Os tratamentos com e sem inoculação foram distribuídos em blocos ao acaso, com sete repetições. A inoculação foi feita por imersão rápida das ramas da cultivar IPR (192) UNIÃO em inoculante comercial AzoTotal diluído (16 mL inoculante L^{-1} água de poço). Após seis meses do plantio, as avaliações de altura e massa foram realizadas em cinco plantas por parcela. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias. A inoculação não provocou efeitos na altura das plantas. Entretanto, promoveu um aumento de 31,91% na massa de raiz e 23,26% na massa total (matéria seca) em relação as plantas não inoculadas. O experimento evidenciou que a cultura mandioca pode ser beneficiada com a inoculação com *Azospirillum brasilense*.

PALAVRAS-CHAVE: bactérias promotoras de crescimento vegetal, solos do Arenito Caiuá; ramas de mandioca

INTRODUÇÃO

Com uma área plantada de aproximadamente 18,6 milhões de hectares e ocupando a quarta colocação no ranking das mais importantes culturas de produção de alimentos do mundo, a mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) está em ascensão no mercado agrícola como uma das principais fontes de alimento em diversos países, desempenhando um papel de elevada importância em áreas de menor condição financeira, como na região Nordeste do Brasil e

[1]Acadêmico, UFPR, Curitiba, felipe10trentini@gmail.com.
[2]Professora Dra, UFPR, Curitiba.
[3]Academica, UFPR, Curitiba.
[4]Academico, UNIPAR, Umuarama.

regiões da África, grandes consumidoras da cultura, devido ao seu fácil plantio e ao baixo custo de implantação (FIDALSKI, 1999; CARDOSO, 2003; MATTOS & BEZERRA, 2003; FIALHO & VIEIRA, 2011).

Segundo a Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 2009) as raízes, assim como outras partes da planta, são consumidas por mais de 800 milhões de pessoas ao redor do mundo. A mesma é considerada ainda uma cultura geradora de empregos, devido à baixa tecnologia de produção necessária para sua implementação, fazendo-se necessário o uso de mão de obra humana, principalmente na colheita. A cultura possui ainda, uma excelente adaptação a solos deficientes em nutrientes.

Considerando esse déficit existente nas tecnologias utilizadas para a produção da raiz da mandioca, constatou-se a necessidade de investimentos em novos estudos que elevassem a produtividade da mesma. Foi proposto assim, a utilização de bactérias promotoras de crescimento radicular como o *Azospirillum brasilense,* no plantio. O *Azospirillum brasilense* é um gênero de bactéria promotora de crescimento de plantas (BPCP) de vida livre benéficas para as plantas. Ela possui a capacidade de colonizar a rizosfera do solo e os tecidos de plantas, podendo estimular o crescimento vegetal por meio da fixação de nitrogênio, e o crescimento das raízes através da síntese de fitohormônios, liberando o ácido indol-acético (AIA), giberelinas e citocininas (BASHAN & BASHAN, 2010; CASSÁN et al. 2009).

Dessa forma esse estudo levanta a hipótese de que a inoculação de *Azospirillum brasiliense* irá aumentar a produtividade da cultura, e seu objetivo geral é analisar o ganho percentual de massa nas raízes e o crescimento de parte aérea da mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no município de Maria Helena, Paraná na região do Arenito Caiuá. O clima da região segundo Koppen é denominado Cfa, com pluviosidade bem distribuída ao longo do ano e temperaturas médias de 21,2˚C.

A instalação do experimento teve início a partir da aplicação de dessecante sobre a pastagem perene que havia na área, na primeira quinzena do mês de julho de 2018. Na segunda quinzena de agosto os trabalhos de preparação de solo foram realizados com utilização de grade pesada, grade niveladora, arado de aiveca e subsolar a um metro de profundidade, respectivamente.

O plantio foi realizado numa área de 836 m², separados em sete blocos com dois tratamentos (n=14), sendo eles, com e sem inoculação de *Azospirillum brasiliense*. Cada parcela

possuía onze linhas com dez plantas, resultando em um total de 1540 plantas. A calagem foi feita para correção de cálcio e magnésio do solo, aplicando na área aproximadamente 30 kg de calcário dolomítico com PRNT de 75%. O preparo das covas de plantio foi realizado com a plantadora de mandioca de 2 linhas, distribuindo o adubo mineral NPK 4-30-10 dentro da cova de plantio.

Ramas de mandioca cultivar IPR (192) UNIÃO (ABBUD, 1986) foram seccionadas em fragmentos de 12 cm e mergulhadas em uma solução feita a partir da diluição de 80 mL de *Azospirillum brasiliense* estirpe Abv5 e Abv6 com o inoculante comercial (AzoTotal) em 5 litros de água de poço. O preparo da solução foi feito com béquer, proveta e três baldes desinfestados com álcool 70%.

As ramas inoculadas e não inoculadas foram colocadas em covas de 10 cm de profundidade e cobertas com solo.

A análise da eficiência da inoculação foi realizada seis meses após o plantio. De cada parcela, foram coletadas 5 plantas aleatoriamente. A avaliação da altura foi realizada medindo a partir do colo até o último folíolo da mandioca, com a utilização de uma fita métrica, o peso total da parte aérea foi aferido por meio da união das plantas em feixes, no qual cada um foi formado por 5 plantas cada e então pesando-as com uma balança de gancho.

O peso total das raízes grossas foi feito reunindo 5 plantas de uma parcela, que em seguida foram colocadas em um saco e pesadas com o auxílio de uma balança de gancho. A determinação da umidade do material vegetal foi feita a partir de alíquotas de plantas que foram trituradas, que foram pesadas frescas no campo e, depois que foram secadas em estufa até massa constante, no laboratório.

A análise de variância e o teste de comparação de médias foram realizados utilizando-se o software estatístico SASMI-Agri, a 1% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A inoculação de *Azospirillum* não trouxe efeitos sobre a altura das plantas de mandioca, entretanto, levou a um aumento da massa total. Considerando a massa total de plantas frescas (Tabela 1), o ganho percentual de massa foi de 21,17%, quando comparada com as parcelas sem inoculação. A massa total das raízes (Tabela 1) teve um ganho percentual de 31,91% e a massa seca total das plantas mostrou um rendimento percentual de 23,26% devido à inoculação

[1]Acadêmico, UFPR, Curitiba, felipe10trentini@gmail.com.
[2]Professora Dra, UFPR, Curitiba.
[3]Academica, UFPR, Curitiba.
[4]Academico, UNIPAR, Umuarama.

com *Azospirillum*.

O experimento ainda está em andamento, mas os resultados parciais já indicam que a inoculação de *A. brasiliense* poderá ser benéfica à cultura da mandioca. Como relatado por outros autores, é possível que a inoculação de *Azospirillum* pode aumentar a diferenciação de raízes adventícias em raízes de reserva na cultura da mandioca.

Tabela 1. Altura e massa total de plantas de mandioca inoculadas ou não com *Azospirillum brasilense*, cultivadas em solo de Arenito Caiuá, no município de Maria Helena, Paraná, durante a safra 2018/2019.

Inoculação com *Azospirillum*	Altura (cm)	Massa total (kg de matéria FRESCA/ planta)*	Massa total (kg de matéria SECA/ planta)*	Massa de raízes grossas (kg de matéria FRESCA/ planta)*
Com	271	20,35	4,75	8,03
Sem	240	16,79	3,82	6,09
C.V. (%)	32,1%	8,28%	10,16%	10,14%

Variáveis seguidas de asterisco (*) indicam que a inoculação teve efeitos significativos sobre as plantas.

CONCLUSÃO

Os resultados parciais mostram que o *Azospirillum* pode ter potencial para promoção de crescimento na cultura da mandioca perante as variáveis massa total de planta úmida, massa total das raízes e massa total de planta seca, no entanto não foram encontradas diferenças significativas em relação à altura de planta nos dois tratamentos.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Total biotecnologia pelo fornecimento do inoculante utilizado e as demais pessoas que, direta ou indiretamente, auxiliaram na elaboração desse estudo.

REFERÊNCIAS

ABBUD, N.S. IAPAR-19, uma nova variedade de mandioca-de-mesa, que pode-se fritar sem cozimento prévio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 4. 1986, Balneário Camboriú. Resumos... Balneário Camboriú, SBM, p.84

BASHAN Y & BASHAN LE (2010) How the plant growth-promoting bacterium *Azospirillum* promotes plant growth - a critical assessment. Advances in Agronomy, 108:77-136.

CARDOSO, C. E. L. Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil. 2003. 188 f. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CASSÁN, F.; PERRIG, D.; SGROY, V.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; LUNA, V. *Azospirillum brasilense* Az39 and *Bradyrhizobium japonicum* E109, inoculated singly or in combination, promote seed germination and early seedling growth in corn (*Zea mays* L.) and soybean (*Glycine max* L.). Europian Journal of Soil Biology, v. 45, n. 3, p. 28-35, 2009. http://dx.doi.org/10.1016/j.ejsobi.2008.08.005

FAO. FAOSTAT. 2009. Disponível em: <http://faostat.fao.org>. Acesso em: 29 mar. 2019

FIALHO, J.F.; VIEIRA, E.A. (Ed.) Mandioca no Cerrado: orientações técnicas. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2011.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação NPK e calagem em solos arenosos do Noroeste do Paraná. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.34, n.8, p.1353-1359, 1999.

MATTOS, P.L.P.; BEZERRA, V.S. Cultivo da mandioca para o Estado do Amapá. Sistemas de Produção 2, Versão eletrônica, Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003.

[1]Acadêmico, UFPR, Curitiba, felipe10trentini@gmail.com.
[2]Professora Dra, UFPR, Curitiba.
[3]Academica, UFPR, Curitiba.
[4]Academico, UNIPAR, Umuarama.

COINOCULAÇÃO DE *Bradyrhizobium japonicum* E OUTROS POTENCIAIS MICRORGANISMOS PROMOTORES DE CRESCIMENTO EM SOJA

Caroline Lima de Matos[1], Glaciela Kaschuk[2]

RESUMO:

Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com outros potenciais microrganismos promotores de crescimento vegetal sobre os componentes de desenvolvimento da soja. O experimento foi realizado em casa de vegetação na Universidade Federal do Paraná, em Curitiba, na safra 2017/18, com vasos contendo 7,5 kg de cambissolo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco repetições e os seguintes tratamentos: T1, sem inoculação; T2, inoculação com *Bradyrhizobium japonicum* (TotalNitro Full) e, demais tratamentos de coinoculação combinando T2 + um isolado de *Bacillus*. As plantas foram colhidas e avaliadas nos estádios V4, V8 e R3 nos componentes altura de planta, número de nódulos, massa seca da parte aérea, dos nódulos e da raiz. Em geral os tratamentos não afetaram a altura das plantas e o número de nódulos. A massa seca de nódulos média foi 14,8 mg em V4 e 65,7 mg em V8 e 463,84 mg em R3. A maioria das formulações de coinoculação promoveu acúmulo de massa seca da parte aérea superior em relação ao T2 (inoculação padrão). Os resultados indicam que a coinoculação em geral não é nociva para o *Bradyrhizobium* da soja.

PALAVRAS-CHAVE: *Azospirillum; Bradyrhizobium; Bacillus; Glycine max*

INTRODUÇÃO

A soja é uma das culturas mais importantes no mundo atualmente, sendo o Brasil um dos maiores produtores, a produção da safra 2017/18 está estimada em 111,5 milhões de toneladas (CONAB, 2018). Altas produtividades de soja são verificadas com a ocorrência do processo de fixação biológica de nitrogênio (N), nesse caso, a inoculação de sementes apresenta o melhor custo benefício na produtividade de grãos de soja em relação à aplicação de N em cobertura (HUNGRIA et al., 2001).

Uma alternativa promissora e recentemente explorada no Brasil é a mistura de inoculantes oficialmente recomendados para a soja com outras bactérias promotoras de

[1]Acadêmica de Agronomia, UFPR, Curitiba, carolmatos511@gmail.com.
[2] Docente, UFPR, Curitiba.

crescimento ou bactérias associativas, uma técnica definida como coinoculação. O uso de microrganismos que possam melhorar o processo de nodulação e fixação de nitrogênio é de fundamental importância, pois irá contribuir para o aumento da produtividade da cultura (Hungria et al., 2000). Este estudo teve como objetivo avaliar o efeito da coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com outros potenciais microrganismos promotores de crescimento vegetal sobre os componentes de desenvolvimento da soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Universidade Federal do Paraná, Campus do Setor de Ciências Agrárias, em Curitiba, Paraná, durante a safra 2017/2018. Com solo natural, coletado na Fazenda Canguiri na camada de 0 a 20 cm de profundidade. O clima é do tipo Cfb, temperado úmido com verão temperado, segundo classificação de Köppen. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos foram: T1) sem inoculação (sem inoc.), T2) com inoculação de *Bradyrhizobium japonicum* (Bradyr.) T3) Bradyr. + *Azospirillum brasilense* (Bradyr.+Azos), de T4 a T11) Bradyr. + isolados *Bacillus* (Bac.)1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8.

As sementes de soja foram tratadas com o inseticida e fungicida Standak® Top, na dose de 2 ml para cada quilo de semente, coinoculadas a sombra e levadas para plantio. Quatro sementes foram enterradas a 4 cm de profundidade por vaso com capacidade de 10 litros contendo 7,5 kg de solo natural com pH 6,5 e nível satisfatório de fertilidade. Após a abertura do par de folhas unifolioladas, apenas uma plântula foi deixada por vaso.

As plantas foram avaliadas nos estádios fenológicos V4, V8 e R3, nos seguintes atributos: altura de planta, número de nódulos, massa da matéria seca da parte aérea, nódulos e raiz.

Os dados foram submetidos análise de variância e teste de médias Tukey ambos ao nível de 5% de probabilidade pelo programa R Project for Statistical Computing.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O T1 foi o principal tratamento testemunha, pois não foi inoculado. O T2 e o T3 são tratamentos de referência, pois as plantas foram inoculadas com *Bradyrhizobium japonicum* e com *Azospirillum brasilense* (Tabela 1), sendo que essa prática é aplicada regularmente nas lavouras de soja no Brasil. As plantas desse experimento cresceram viçosas, e mesmo o tratamento T1 (sem inoculação) produziu nódulos provavelmente

porque o solo utilizado tinha uma densa população naturalizada de rizóbios.

O crescimento das plantas foi linear no decorrer dos diferentes estádios fenológicos. O estádio que melhor distinguiu o efeito dos tratamentos foi o V8, pois as diferenças foram imperceptíveis no V4 e posteriormente no R3. Considerando o V8 (quando os resultados foram distinguíveis), os destaques foram os tratamentos que incluíram a inoculação padrão + *Bacillus* Isolado 03, com a menor massa seca da parte aérea, da raiz e dos nódulos e o tratamento contendo o inoculação padrão + *Bacillus* Isolado 07, com a maior massa seca da parte aérea, da raiz e dos nódulos (Tabela 1). Esse é um resultado muito interessante, pois ressalta a necessidade do estudo caso a caso da inoculação de estirpes de *Bacillus* e mostra que é possível fazer generalizações sobre o uso de *Bacillus* coinoculado com as grandes culturas. É interessante notar que as plantas com menos nódulos (por exemplo, aquelas inoculadas com o isolado 03) foram também as plantas que menos acumularam N na parte aérea (dados não mostrados).

Tabela 1. Plantas de soja submetidas à coinoculação de *Bradyrhizobium japonicum* com potenciais microorganismos promotores de crescimento vegetal. Curitiba, 2018.

Tratamento	Altura parte aérea (cm)			Número nódulos (Und. pl-1)			Massa seca parte aérea (g pl-1)			Massa seca nódulos (mg pl-1)			Massa seca raiz (g pl-1)		
	Estádio fenológico			Estádio fenológico			Estádio fenológico			Estádio fenológico			Estádio fenológico		
	V4	V8	R3	V4	V8	R3	V4	V8	R3	V4	V8	R3	V4	V8	R3
Sem inoculação	11,1a	20,4a	37,8a	16a	31a	114a	0,82a	3,05ab	9,36bc	0,82a	3,05ab	9,36bc	0,38a	1,05abc	2,75a
Brady.	12,9a	23,6a	38,8a	12a	34a	112a	0,93a	2,87ab	10,22ab	0,93a	2,87ab	10,22ab	0,41a	0,95bc	3,19a
Bradyr.+Azos	12,0a	24,6a	38,7a	15a	48a	125a	1,07a	3,77ab	9,54bc	1,07a	3,77ab	9,54bc	0,46a	1,36abc	2,99a
Badyr.+Bac1	9,5a	24,9a	39,5a	11a	33a	117a	0,56a	3,90ab	9,98b	0,56a	3,90ab	9,98b	0,25a	1,32abc	2,79a
Badyr.+Bac2	11,8a	25,7a	39,8a	13a	31a	124a	0,94a	3,56ab	12,01a	0,94a	3,56ab	12,01a	0,28a	1,21abc	3,48a
Badyr.+Bac3	11,0a	21,5a	40,5a	14a	29a	143a	0,70a	2,23b	10,67ab	0,70a	2,23b	10,67ab	0,33a	0,80c	3,27a
Badyr.+Bac4	12,2a	20,4a	40,3a	9a	44a	150a	0,85a	3,56ab	9,77b	0,85a	3,56ab	9,77b	0,33a	1,26abc	3,24a
Badyr.+Bac5	12,1a	23,6a	38,2a	14a	49a	141a	0,67a	4,25a	9,60b	0,67a	4,25a	9,60b	0,33a	1,29abc	3,36a
Badyr.+Bac6	11,3a	24,6a	37,2a	12a	44a	98a	0,77a	4,37a	10,07b	0,77a	4,37a	10,07b	0,35a	1,76ab	3,33a
Badyr.+Bac7	10,6a	25,6a	38,8a	8a	54a	100a	0,73a	4,15a	7,76c	0,73a	4,15a	7,76c	0,37a	1,86a	2,89a
Badyr.+Bac8	13,1a	24,3a	39,9a	14a	38a	119a	1,05a	3,20ab	9,92b	1,05a	3,20ab	9,92b	0,45a	1,05abc	3,14a

Médias seguidas da mesma letra, dentro da mesma coluna não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

[1]Acadêmica de Agronomia, UFPR, Curitiba, carolmatos511@gmail.com.
[2] Docente, UFPR, Curitiba.

CONCLUSÕES

A coinoculação das sementes de soja com microrganismos potencialmente promotores de crescimento não altera os componentes altura e nodulação.

A coinoculação em geral não é nociva para o *Bradyrhizobium* da soja, porém, algumas estirpes de *Bacillus* podem prejudicar o acúmulo de massa seca da parte aérea, dos nódulos e das raízes enquanto outras podem incrementar.

AGRADECIMENTOS

As autoras agradecem a Universidade Federal do Paraná, a Fundação Araucária e a Total Biotecnologia pelo apoio à realização do trabalho.

REFERÊNCIAS

CONAB- Companhia Nacional da Abastecimento. Safras 2017/2018.**Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, **v. 5** – Safra 2017/18, n. 5 – Quinto Levantamento, fev. 2018.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio na cultura da soja. Londrina: Embrapa Soja, 2001. 48 p. (Circular Técnica, 35)

HUNGRIA, M.; ANDRADE, D. S.; CHUEIRE, L. M. O.; PROBANZA, A.; GUTTIERREZ-MAÑERO, F. J.; MEGÍAS, M. Isolation and characterization of new efficient and competitive bean (Phaseolus vulgaris L.) rhizobia from Brazil. ***Soil Biology and Biochemistry***, Oxford, v. 32, p. 1515-1528, 2000.

ADUBAÇÃO PARCELADA DE NITROGÊNIO NOS COMPONENTES DE RENDIMENTO E NO RENDIMENTO DE SEMENTES DE CAPIM-BRAQUIÁRIA

Marcos Weber do Canto[1], Guilherme Vinícius Seranini[2], Antonio Carlos Saraiva da Costa[3], Natalia Estevam, Ana Caroline Candia Palhano[4]

RESUMO: O nitrogênio (N) pode aumentar o rendimento de sementes (RS) e componentes de rendimento em capim-braquiária (*Urochloa decumbens*). Este estudo foi conduzido em Umuarama-PR, no ciclo de produção de sementes (CPS) do verão-2017 e no CPS do outono-2018. Os objetivos deste estudo foram avaliar o número de perfilhos vegetativos (NPV), número de perfilhos com panícula (NPP), número de perfilhos total (NPT) e o RS em capim-braquiária para produção de sementes sob efeitos de doses de N aplicadas de forma única ou parcelada. O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso, em esquema fatorial (2,0 x 5,0), com quatro repetições. Os tratamentos consistiram de formas de aplicação (dose única e dose parcelada) e de doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha-1), na qual a forma de aplicação única de N foi no rebrote inicial e a forma de aplicação parcelada foi no rebrote inicial e por volta de 3,0 semanas antes do florescimento. O N elevou o RS, NPP e o NPT.

PALAVRAS-CHAVE: componentes de rendimento, número de perfilhos com panícula, *Urochloa decumbens*.

INTRODUÇÃO

A agricultura brasileira apresenta alta demanda de sementes de braquiárias devido as reformas de pasto frequentes em curto espaço de tempo, ao uso das braquiárias para produção de fenos e silagens e em rotações de cultivos anuais para produção de grãos. Sabe-se que um dos principais fatores para maximizar a produção de sementes das gramíneas forrageiras é o manejo da adubação de N (Peres et al., 2010). O N pode influenciar componentes da produção associados com o RS, como o NPP, NPV e as sementes por inflorescência (Canto et al., 2012). Inúmeros estudos em cereais mostraram que aplicações tardias de N podem decrescer o perfilhamento inicial, que por sua vez pode prejudicar a emissão de inflorescências e o RS. No Brasil poucos estudos foram conduzidos para

[1] Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). mwcanto@uem.br
[2] Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, UEM.
[3] Professor do Departamento de Agronomia, UEM.
4 Graduandas do Curso de Medicina Veterinária, UEM.

determinar respostas ao N parcelado na produção de sementes das braquiárias. Em capim-braquiária, a adubação parcelada de N aplicada no rebrote inicial e previamente ao florescimento, comparada à adubação de N em dose única no rebrote inicial, pode manter o RS com doses menores de N. Assim, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de determinar os efeitos da forma de aplicação e de doses de N sobre o NPV, NPP, NPT e o RS em culturas de capim-braquiária.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo abrangeu o CPS do outono (fevereiro – junho de 2017) e o CPS do verão (agosto de 2017 – janeiro de 2018) do capim-braquiária. Esse estudo foi implantado no campus da Universidade Estadual de Maringá (UEM), em Umuarama, PR. O solo foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico. A textura do solo era franco-arenosa (790 g kg^{-1} de areia, 30 g kg^{-1} de silte e 180 g kg^{-1} de argila).

O delineamento experimental foi blocos completos ao acaso, em um esquema fatorial (2,0 x 5,0), com quatro repetições. Os tratamentos foram formas de aplicação (dose única e parcelada) e doses de N (0, 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}). As doses de N únicas foram aplicadas no rebrote inicial e as doses de N fracionadas igualmente foram aplicadas no rebrote inicial e por volta de 3,0 semanas antes do florescimento pleno (antese). A fonte de N foi o nitrato de amônio granular, o qual foi aplicado nas parcelas manualmente em cobertura e sem incorporação ao solo. A área continha 40 parcelas de 25 m^2.

Na colheita fez-se a contagem do NPV, NPP e do NPT com quadro metálico de 1,0 m^2 na porção central da parcela. Para o cálculo do RS multiplicou-se o NPP pelas sementes por panícula pela massa de mil sementes. Os dados foram analisados com o programa Statistica. Os efeitos significativos da forma de aplicação do N foram determinados usando-se o Teste F, em nível de 5% de probabilidade de erro. Os efeitos das doses de N, em ambas as formas de aplicação da adubação de N, foram testados usando-se equações de regressão (linear e quadrática), em nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os tratamentos afetaram significativamente todas as variáveis, com exceção do NPV no CPS do verão. No CPS do outono o NPV ($y=271,42-1,006x+0,0212x^2$, $R2=0,036$, $P<0,01$) e o NPP ($y=172,2+1,026x-0,004x2$, $R^2=0,61$, $P<0,05$) se elevaram de maneira

quadrática. Entretanto, no CPS do verão, o NPP teve a interação forma de aplicação x dose de N significativa, obtendo-se ajuste melhor dos dados com o modelo linear em ambas formas de aplicação de N (dose única - $y=142,55+1,02x$, $R^2=0,54$, $P<0,01$; dose parcelada – $y=137,47+0,67x$, $R^2=0,54$, $P<0,01$). O modelo quadrático no CPS do outono ($y=443,62+0,019x^2+0,017x^2$, $R^2=0,54$, $P<0,01$) e o modelo linear no CPS do verão ($y=325,05+0,906x$, $R^2=0,45$, $P<0,01$) se ajustaram melhor a relação entre doses de N e o NPT. Houve interação significativa entre formas de aplicação e doses de N no RS no CPS do outono (dose única – $y=67,63+0,93x$, $R^2=0,79$, $P<0,01$; dose parcelada - $y=74,27+0,597x+0,0036x^2$, $R^2=0,81$, $P<0,01$) e do verão (dose única – $y=67,10+1,44x$, $R^2=0,75$, $P<0,01$; dose parcelada - $y=118,13+0,479x$, $R2=0,51$, $P<0,01$).

Os resultados de NPV, NPP e no NPT diferem daqueles verificados por Gobius et al. (2001), que não observou diferenças nestes componentes de rendimento de sementes ao submeterem o capim-braquiária a doses de N até 200 kg ha^{-1} nas condições da Tailândia. Os mais altos resultados de NPP foram verificados com dose única e isso pode ser atribuído ao fato de que o capim-braquiária exige no rebrote inicial alta dose de N para promover o crescimento, perfilhamento e a iniciação floral, os quais podem ser importantes na determinação do número de panículas por ocasião da colheita (Catuchi et al., 2017). Esse autor, nas condições do Estado de São Paulo, avaliou a braquiária humidícola (*Urochloa humidicola*) para a produção de sementes submetida a adubação de 150 kg N ha^{-1} de maneira parcelada. De maneira geral, o N apresenta efeito positivo sobre o perfilhamento em culturas de gramíneas forrageiras. Nesse estudo, constatou-se efeito do N no NPP refletiu-se no RS. Tal fato também foi verificado em capim-braquiária cultivado para produção de sementes por Canto et al. (2019). No CPS do outono, observou-se que o RS incrementou 42, 39, 126 e 133%, respectivamente, nas doses de N 30, 60, 90 e 120 kg ha^{-1}, em relação à ausência do N.

CONCLUSÕES

A adubação de N em doses menores aplicada de forma parcelada não manteve o RS. O incremento de N aumentou o NPV, NPP, NPT e o RS. Os maiores RS foram obtidos com a dose de 120 kg N ha^{-1} aplicada de forma única logo após o corte de rebaixamento quando a cultura se encontrava no início da rebrotação.

[1] Professor do Departamento de Zootecnia, Universidade Estadual de Maringá (UEM), Av. Colombo 5790, CEP 87020-900, Maringá (PR). mwcanto@uem.br
[2] Mestrando do Curso de Pós-Graduação em Agronomia, UEM.
[3] Professor do Departamento de Agronomia, UEM.
4 Graduandas do Curso de Medicina Veterinária, UEM.

REFERÊNCIAS

CANTO, M.W.; BARTH NETO, A.; PANCERA JÚNIOR, E.; GASPARINO, E.; BOLETA, V.S. Produção e qualidade de sementes do capim-mombaça em função da adubação nitrogenada. **Bragantia**, v.71, p. 430–437, 2012.

CANTO, M.W.; PANCERA JÚNIOR, E.J.; BARTH NETO, A.; BREMM, C.; VIER, P. U.; COSTA, A.C.S. (**no prelo**). Effects of nitrogen fertilization and irrigation on the seed yield of signal grass. I. Seed yield and yield components. **Crop & Pasture Science.** 2019.

CATUCHI, TA, SORATTO, R.P.; FRANCISQUINI JÚNIOR, A., ARANDA, E.A.; GUIDORIZZI, F.V.C.; TIRITAN, C.S. Nitrogen management, nitrogen use efficiency, and seed yield and quality of creeping signalgrass. **Crop Sci.,** 2017, v.57, p.1-10, 2017. doi: 10.2135/cropsci2017.02.0096

GOBIUS, N.R.; PHAIKAEV, C.; PHOLSEN, P.; RODCHOMPOO, O.; SUSENA, W. Seed yield and its components of *Brachiaria decumbens* cv. Basilisk, *Digitaria milanjiana* cv. Jarra and *Andropogon gayanus* cv. Kent in north-east Thailand under different rates of nitrogen application. **Trop. Grasslands**, v.35, p.26-33, 2001.

PERES, R.M.; SOUZA, F.H.D.; COUTINHO FILHO, J.L.V.; JUSTO, C.L. Manejo dos campos de produção de sementes de *Brachiaria humidícola* "comum'': I – efeito de doses de nitrogênio. **Bol Indúst Anim**, v.67, p.27-34, 2010.

PRODUTIVIDADE DE TRIGO E ACIDEZ DE UM LATOSSOLO VERMELHO DISTROFÉRRICO SOB EFEITO DA CALAGEM E GESSAGEM

Jéssica Caroline Coppo[1], Carolina Fedrigo Coneglian[1], Evandro Antonio Minato[1] Antonio Feijó de Goes Neto[2], Tadeu Takeyoshi Inoue[3], Marcelo Augusto Batista[3]

RESUMO: O conhecimento do efeito da calagem e gessagem sob atributos químicos do solo é bastante amplo na literatura, porém, esses variam em função de características climáticas e tempo de aplicação. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a médio prazo o efeito da calagem e aplicação de gesso no rendimento da cultura do trigo e melhoria nos atributos químicos do solo em um Latossolo Vermelho Distroférrico . O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x4, com delineamento experimental de blocos ao acaso, em parcela subdividida, sendo quatro doses de calcário dolomítico (0, 2,6; 5,4 e 8,1 t ha^{-1}) e quatro doses de gesso agrícola 0, (4,8 e 12 t ha^{-1}) aplicado nas subparcelas. O gesso favoreceu a produtividade do trigo e a calagem elevou o pH e diminuiu a acidez potencial nas camadas de 0-5 e 5-10 cm de profundidade não influenciando na produtividade da cultura.

PALAVRAS-CHAVE: acidez potencial, pH $CaCl_2$, estresse hídrico

INTRODUÇÃO

Em áreas sob SPD, a correção da acidez do solo se dá a partir da superfície. Devido ao longo período de tempo sem revolvimento, essas áreas podem apresentar impedimentos físicos e químicos para o aprofundamento do sistema radicular das culturas. Dessa forma, o a aplicação de gesso agrícola é a principal alternativa para melhoria em profundidade do solo, e consequentemente, do ambiente para o crescimento das raízes de plantas (Soratto e Crusciol, 2008).

A calagem associada a gessagem aumenta os teores de Ca^{2+} e sulfato (SO_4^{2-}) e reduz a atividade tóxica do Al^{3+} desde a superfície até o subsolo, devido à alta solubilidade do sulfato de cálcio presente no gesso (Leite, 2005).

Nesse contexto o objetivo do trabalho foi avaliar a contribuição do efeito residual da aplicação superficial de doses crescente de calcário e gesso para a produtividade da cultura do trigo e sua influência sob o pH em $CaCl_2$ e acidez potencial (H+Al).

[1,2]Doutoranda de agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Avenida colombo, 5790 coppojessica0@gmail.com
[3,4] Mestrando de agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Avenida colombo, 5790 .
[5] Docente da Universidade Estadual de Maringá, Avenida colombo, 5790 .

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido em um Latossolo Vermelho Distroférrico, em junho de 2014 o solo foi amostrado para caracterização química e apresentava pH em $CaCl_2$ 4.9, 4,9, 5,1, 5,0 e 4,7 para a camada de 0-5; 0-10; 10-20; 20-40; e 40-60 cm e acidez potencial (H+Al) de 5,4, 5,1, 4,6, 4,6, e 5,6.

O experimento foi conduzido em esquema fatorial 4x4, com delineamento experimental de blocos ao acaso, em parcela subdividida. As parcelas principais correspondem a quatro doses de calcário dolomítico 0, (2,6, 5,4 e 8,1t ha^{-1}) aplicados na superfície do solo. Nas subparcelas foram aplicadas doses crescentes de gesso agrícola 0, (4, 8 e 12 t ha^{-1}) em parcelas de 50 m^2.

A semeadura do trigo foi realizada após 43 meses da aplicação de calcário e gesso com a cultivar TBio Sossego. Em setembro de 2018 foi realizada a colheita da cultura, e posteriormente amostragem de solo nas profundidades 0-5; 5-10; 10-20 utilizando pá de corte e 20-30; 30-40 e 40-60 cm utilizando trado holandês. As amostras foram encaminhadas para o laboratório para a determinação do pH $CaCl_2$ e determinação da acidez potencial do solo (H+Al) conforme Pavan et al. (1992).

Em seguida os dados foram analisados individualmente de acordo com cada profundidade sendo as doses de calcário e gesso agrícola submetido à análise de variância e desdobrados em regressão utilizando o software estatístico Sisvar versão 5.6.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A pós 48 meses a aplicação das diferentes doses de calcário e de gesso agrícola, não observou-se efeito significativo da interação dos fatores em nenhuma das variáveis estudadas, dessa maneira os dados são apresentados de acordo com efeito individual de cada fator.

Ao avaliar a produtividade e a massa de 1000 grãos foi observado efeito significativo para aplicação de gesso a qual apresentou incremento linear (Figura 1A). A influência positiva na produtividade devido a aplicação de gesso, pode ser explicada pela ocorrência de déficit hídrico durante o desenvolvimento da cultura. Visto que, em períodos de veranico, a aplicação de gesso pode ser uma alternativa para maior distribuição do sistema radicular no perfil do solo (Pauletti et al., 2014).

Para os componentes de rendimento, comprimento de espiga, número de espigueta por espiga e massa de 1000 grãos não se teve diferenças significativas nas doses de calcário e gesso, cujas médias observadas foram de, 11.04,17.08 e 40.08. Embora sem

diferença a 5% para a massa de 1000 grãos, foi possível observar aumento linear para as dose de gesso. A ausência de resposta das variáveis estudadas a aplicação de calcário pode ser devido ao menor efeito tóxico do Al^{3+}, que em SPD formam complexos com compostos orgânicos advindos dos restos de culturas e aos teores iniciais de Ca^{2+}, Mg^{2+} e K^{+} que se adequados no solo mantêm relação favorável com o Al^{3+} (CAIRES et al., 1998).

Observa-se que mesmo com as alterações de pH em $CaCl_2$ e acidez potencial nas camadas superficial do solo a calagem não influenciou a produtividade do trigo (Figura 1B).

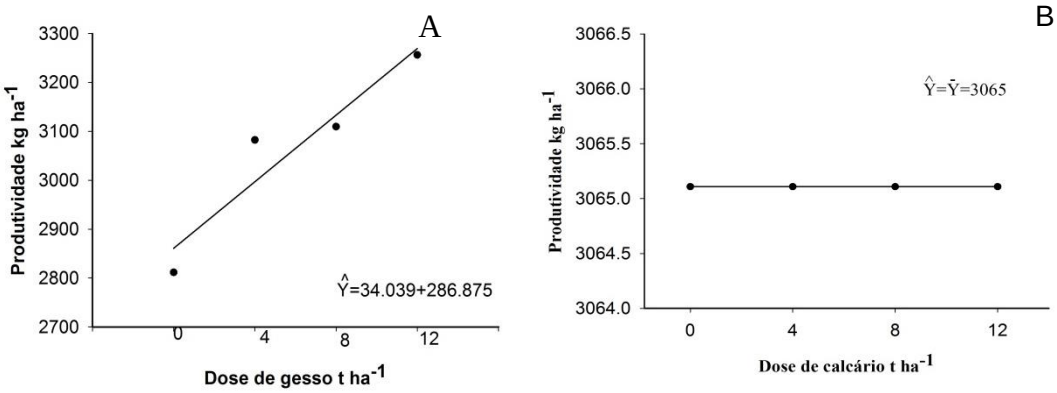
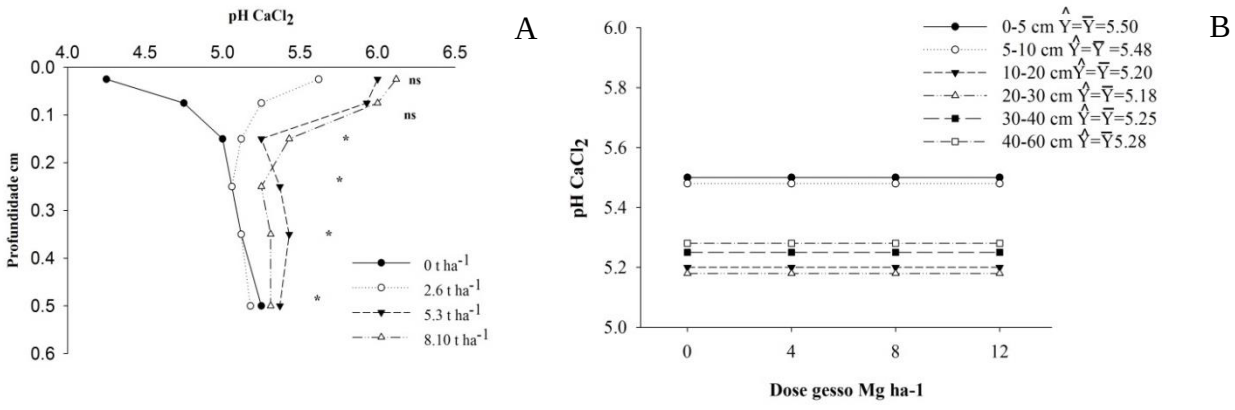


Figura 1. Produtividade do trigo em função de diferentes doses de calcário (A) e diferentes doses de gesso (B) durante a safra 2018, Floresta-PR.

A aplicação de calcário na superfície sem incorporação, proporcionou aumento do pH em $CaCl_2$ e redução na acidez potencial (H+Al) apenas nas camadas (0-5 e 5-10 cm) de profundidade.

A aplicação de gesso não influenciou o pH em $CaCl_2$ e a acidez potencial nas camadas superficiais e subsuperficiais (Figura 2A), pois o gesso não é considerado um corretivo da acidez do solo (Ramos et al., 2006).



[1,2]Doutoranda de agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Avenida colombo, 5790 coppojessica0@gmail.com
[3,4] Mestrando de agronomia da Universidade Estadual de Maringá, Avenida colombo, 5790 .
[5] Docente da Universidade Estadual de Maringá, Avenida colombo, 5790 .

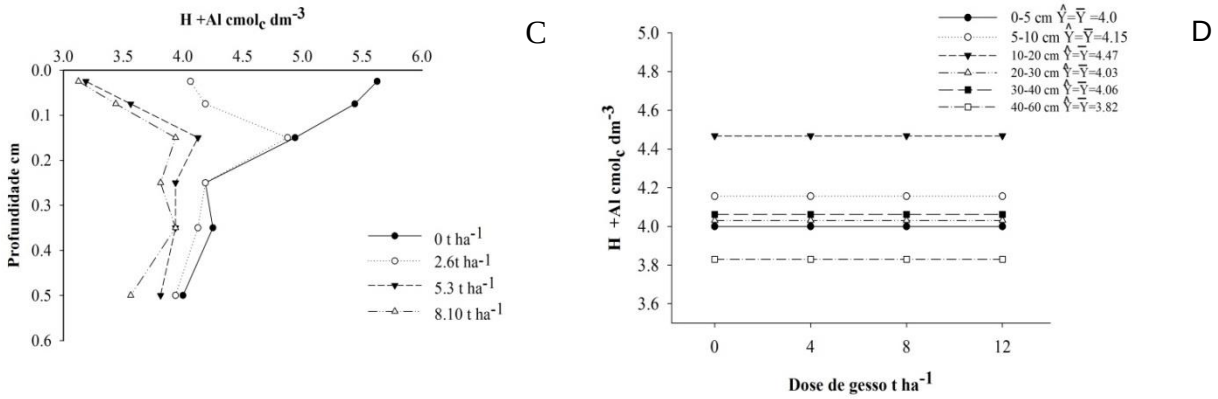


Figura 2. Valor de pH ($CaCl_2$) em diferentes doses de calcário (A), gesso agrícola (B), e acidez potencial (H+Al) em diferentes doses de calcário (C), e gesso agrícola (D) após 48 meses de aplicação em um Latossolo Vermelho distroférrico. Floresta-PR.

CONCLUSÕES

O calcário aplicado em superfície, em SPD, após 48 meses apresentou eficiência na correção da acidez apenas nas camadas superficiais (0-5 e 5-10 cm) do solo. A aplicação de gesso proporcionou aumento na produtividade da cultura do trigo em safra com baixo índice pluviométrico.

REFERÊNCIAS

Caires F.E, Chveiri A.W, Madruga E.F, Figueiredo A. Alterações de características químicas do solo e resposta da soja ao calcário e gesso aplicado na superfície em sistema de cultivo sem preparo do solo. Rev. Bras. Cien. Solo, 1998; 22:27-34. https://doi.org/10.1590/S0100-06831998000100004

Leite E M. Utilização de corretivos químicos em solos degradados por sódio usando milheto (*Pennisetum americanum* L.) como planta teste. Areia [dissertação]. UFPB, 2005.

Pauletti V, Pierri L, Ranzan T, Barth G, Motta ACV. Efeitos em longo prazo da aplicação de gesso e calcário no sistema de plantio direto. Rev. Bras. Cien. Solo, 2014; 38:495-505. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200022

Pavan MA, Bloch MF de, Zempulski H da C, Miyazawa M, Zocoler DC. Manual de análise química de solo e controle de qualidade. Londrina: IAPAR, 1992. 40 p.

Ramos A L, Nolla A, Korndörfer, GR, Pereira HS, Camargo MS. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. Rev. Bras. Cien. Solo, 2006; 30:849-857. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200022

Soratto RP, Crusciol CAC. Atributos químicos do solo decorrentes da aplicação em superfície de calcário e gesso em sistema plantio direto recém-implantado. Rev. Bras. Cien. Solo, 2008; 32:675-688. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200022

ATIVIDADE MICROBIANA DO SOLO SOB SISTEMA AGROFLORESTAL NO SUDOESTE DO PARANÁ

Isabella Araújo Peppe[1], Carlos Alberto Casali[2], Joel Donazollo[3], Graciele Ferreira da Rosa[4], Amanda Cristina Beal Acosta[5].

RESUMO: A agrofloresta é uma alternativa para reduzir os danos antrópicos no ambiente, auxiliando na conservação, rentabilidade e sustentabilidade de sistemas de produção agrícola. O objetivo do trabalho foi avaliar a respiração microbiana do solo sob sistema agroflorestal no Sudoeste do Paraná. O estudo foi conduzido na unidade didática de agrofloresta, na UTFPR-DV, a qual foi implantada no ano de 2010 e se baseia no uso de espécies exóticas frutíferas associadas a espécies nativas. Em novembro de 2018, coletaram-se amostras de solo na camada de 0-5 cm em seis pontos amostrais. Para efeitos de comparação, amostrou-se o solo em uma área com integração lavoura-pecuária e em uma floresta nativa. Conclui-se que oito anos de uso de um sistema agroflorestal ainda não foi suficiente para recuperar a atividade microbiana do solo aos patamares de uma floresta nativa. Sistema de lavoura pecuária bem manejados podem obter atividade microbiana semelhante a sistemas menos impactantes como os sistemas agroflorestais.
PALAVRAS-CHAVE: qualidades do solo, sistema de cultivo.

INTRODUÇÃO

Atualmente tem se buscado por sistemas de produção agrícola menos impactantes, economicamente viáveis e ecologicamente sustentáveis, visando diminuir o monocultivo, o uso indiscriminado de defensivos agrícolas, a compactação e os processos erosivos de solo e o aumento da sua fertilidade. Nesse contexto, surgem os sistemas agroflorestais (SAF's), que é uma alternativa de sistema de produção menos agressivo em relação à sistemas convencionais de cultivo.

Nesses sistemas são cultivados espécies anuais, semi-perenes, perenes e/ou animais e espécies madeiráveis, de maneira que o arranjo seja sequencial ou temporal, havendo interações ecológicas e econômicas entre os diferentes componentes (Moraes et al, 2011). Entre os benefícios ambientais dos SAFs, destacam-se o melhor controle de temperatura, da umidade relativa do ar e da umidade do solo, os quais se modificam bastante em

[1]IAcadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) – CEP 85660 000 – Dois Vizinhos – Paraná - E-mail: (isa_peppe@hotmail.com).
[2]Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Professor de solos da UTFPR-DV.

condições de áreas abertas e sem árvores. Nos SAFs, a presença do componente arbóreo ajuda para a regularização da temperatura do ar, reduzindo sua variação ao longo do dia, tornando o ambiente mais controlado (Ribaski, 2001).

Os SAF's aumentam a biodiversidade no sistema de produção, resultando em acréscimo na produtividade e são muito utilizados na recuperação de áreas degradadas (Foquesatto, 2017). Segundo Toma (2013), os SAF's elevam a incorporação de biomassa lenhosa através da serapilheira das árvores, melhora a qualidade do solo, decorrente do maior aporte de nutrientes, maior dinâmica do carbono orgânico, aumento da microbiota, redução da compactação e aumento da retenção de água no solo.

Nos SAF's o aumento da biomassa microbiana do solo é derivado do efeito rizosférico que atua como agente de transformação da matéria orgânica e como reservatório de nutrientes, e representa em média de 2 a 5% do carbono orgânico do solo (Foquesatto, 2017). A atividade microbiana é um importante indicador de qualidade do solo e pode ser avaliada através da sua respiração, a qual libera CO_2 que pode ser monitorado por métodos químicos. Portanto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar a respiração microbiana do solo sob sistema agroflorestais no Sudoeste do Paraná.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) (latitude 25º41'50'' S; longitude 53º05'41'' W), com altitude média de 529 m. O clima predominante da região é descrito como Cfa (subtropical úmido).

A área experimental de 1.600 m^2 era cultivada com Rami (*Boehmeria nivea*) até outubro de 2010, quando foi implantado o sistema agroflorestal composto por espécies nativas e exóticas frutíferas. O manejo na área foi com capinas e roçadas manuais nas linhas e mecânicas nas entrelinhas, três vezes por ano. Para efeitos de comparação, avaliou-se também uma área de lavoura que constui-se por pastagem a 5 anos por pasto Aruanã no verão e azevém durante o inverno. E outra área de referência, que consiste em um ecótono entre floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semi-decidual em estágio secundário de sucessão.

A coleta de solo foi realizada em novembro de 2018, com seis repetições em cada tratamento, totalizando 18 amostras. Ela foi realizada com pá-de-corte na camada de 0-5 cm. Em seguida, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos e encaminhadas para o Laboratório de solos da UTFPR-DV, onde foram moídas e peneiradas em malha 2,0 mm,

corrigida a umidade e armazenadas em geladeira.

Avaliou-se a respirometria do solo, que visou quantificar o carbono (C) emitido pela respiração dos microrganismos do solo em um período de tempo, baseado na captura do C-CO_2 liberado em uma solução de NaOH, conforme metodologia de Anderson (1982). Para tanto, as amostras foram incubadas em potes de vidro a 28°C por 16 dias, sendo tituladas a cada quatro dias. Os dados foram submetidos à análise de variância e quando significativos comparadas pelo teste de Tunkey a 5% de probabilidade, com o programa SASM-Agri,

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O solo sob floresta nativa apresentou maior respiração microbiana que o solo sob sistema agroflorestal e lavoura-pecuária, os quais não diferiram estatisticamente entre si. Isso deve ao fato de que a floresta nativa possui um ambiente mais equilibrado e como uma atividade microbiológica mais ativa (Silva et al, 2007), tendo menor perda de nutrientes no ecossistema (Melloni et al, 2001). Como a mata nativa é considerado um sistema fechado, as constantes reposições de matéria orgânica no solo, promovem alta atividade microbiológica, devido a decomposição dessa matéria, fazendo com que haja maior liberação de dióxido de carbono (Kunde et al, 2016).

Tabela 1: Atividade microbiana na camada de 0-5 cm de solos sob sistema agroflorestal, sistema de integração lavoura-pecuária e floresta nativa. Dois Vizinhos-PR, 2018.

Uso do solo	**Respiração do Solo**
	mg C-CO_2 kg^{-1}
Sistema Agroflorestal	369,05 b
Integração lavoura-pecuária	353,12 b
Floresta nativa	437,17 a

Legenda: letras minúsculas não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a nível de 5%.

A microbiota do solo é influenciada pela matéria orgânica que é incorporada pelo sistema florestal, porém há diferentes ritmos de decomposição devido as perturbações causadas pelas atividades antrópicas (Kunde et al, 2016). Assim, oito anos de sistema agroflorestal ainda não foi suficiente para diferir a atividade microbiana do solo de sistemas mais antropizados, como a lavoura-pecuária. Ademais, a lavoura-pecuária avaliada utiliza sistema plantio direto associado a pastagens com adequada produção de

[1]IAcadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV) – CEP 85660 000 – Dois Vizinhos – Paraná - E-mail: (isa_peppe@hotmail.com).
[2]Eng. Agrônomo, Dr. Ciência do Solo, Professor de solos da UTFPR-DV.

biomassa, associado a um controle no número de animais na área, o que evita prejuízos ao solo.

CONCLUSÕES

Oito anos de uso de um sistema agroflorestal ainda não foi suficiente para recuperar a atividade microbiana do solo aos patamares de uma floresta nativa.

Sistema de lavoura pecuária bem manejados podem obter atividade microbiana semelhante a sistemas menos impactantes como os sistemas agroflorestais.

REFERÊNCIAS

Foquesatto CF. Qualidade do solo de uma agrofloresta no sudoeste do estado do Paraná [dissertação]. Pato Branco: Universidade Tecnológica Federal do Paraná; 2017.

Ribaski J, Montoya JL, Rodigheri RH. Sistemas Agroflorestais: aspectos ambientais e socioeconômicos. Embrapa Florestas, v. 22, n. 212, p. 61-67, set./out. 2001.

Kunde RJ, Stöcker CM, Lima ACR, Silva JLS, Pillon CN. Carbono da biomassa microbiana e respiração basal do solo em sistemas de integração lavoura pecuária no Bioma Pampa. 13° Revista da Jornada de Pós-graduação e Pesquisa, Congrega, 2016, Unicamp.

Melloni R, Pereira E, Trannin ICBT, Santos DR, Moreira FMSM, Siqueira J. Características biológicas de solos sob mata ciliar e campo cerrado no sul de minas gerais**.** Ciênc. agrotec., 2001, 25:7-13.

Moraes LFD, Resende AS, Amancio COG. Sistemas agroflorestais para o uso sustentável do solo: considerações agroecológicas e socioeconômicas. Embrapa Agrobiologia-Documentos, 2011.

Silva MZ, Kliemann HJ, Silveira PM, Lanna AC. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. Pesq. agropec. bras., 2007, 42:1755-1761.

Toma RS, Cooper M, Tavares MF, Carvalho CCD. Teato, A.C. Evolução temporal do comportamento físico-hídrico do solo de um sistema agroflorestal no Vale do Ribeira–SP. Scientia Forestalis, v. 41, n. 98, p. 237-248, 2013.

ANÁLISE DO NÚMERO DE VAGENS DE *Glycine max* SOB DIFERENTES FONTES DE ADUBAÇÃO

Xisto Roque Pazian Netto[1], João Carlos Gonçalves[2], Alini Taichi Machado[2], Francielli Gasparotto[2]

RESUMO: O presente trabalho avaliou a influência de diferentes fontes de adubação sob o número de vagens da soja. O delineamento estatístico foi o de blocos casualizados, com 3 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos utilizados foram: testemunha (sem adubação alguma), adubação mineral e adubação com torta de filtro. As médias foram comparadas pelo teste t ao nível de 5% de significância. A adubação com o resíduo orgânico apresentou o melhor resultado quanto ao número de vagens da soja, apresentando diferença estatística significativa frente aos demais tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: torta de filtro; resíduos orgânicos; nutrição mineral.

ANALYSIS OF THE NUMBER OF *Glycine Max* PACKAGES UNDER DIFFERENT FERTILIZER SOURCES

ABSTRACT: The present work analyzes an influence of different fertilization sources under the number of soybean pods. The statistical design was of blocks of blocks, with 3 treatments and 4 repetitions. There were used: control (without fertilization), mineral fertilization and filter fertilization. The means were compared by the t test at the 5% level of significance. Fertilization with the biological focus was better for the number of occurrences of soybean, and the forward membrane was higher throughout the treatments.

KEYWORDS: mineral nutrition; organic waste; development of soyben.

INTRODUÇÃO

O Brasil é uma grande potência agrícola, sendo protagonista mundial na produção de alimentos, e se apresenta como segundo maior produtor mundial de soja, cultivando uma área de 35,1 milhões de ha^{-1}, alcançando 116,996 milhões de toneladas (Conab; USDA, 2018). A baixa fertilidade natural dos solos agrícolas e os altos custos dos fertilizantes são fatores limitantes para o alcance de maiores produtividades (Castro et al., 2009),

[1]Eng° Agrônomo, Mestrando em Tecnologias Limpas, Instrutor Senar/Pr, xistont@gmail.com.
[2]Eng° Agrônomo, Mestre em Tecnologias Limpas, Instrutor Senar/Pr, Professor na Faculdade de Tecnologia do Vale do Ivaí – FATEC Ivaiporã
[2]Eng° Agrônoma, Drª em Solos e Nutrição de Plantas, Engenheira Agrônoma Emater/PR
[2]Eng° Agrônoma, Drª. do Programa de Tecnologias Limpas e do Curso de Agronomia do Unicesumar.

pois muitas vezes os altos valores dos fertilizantes, que são em sua maioria importados, encarecem a produção, inviabilizando maiores investimentos em suprimento nutricional dessa cultura (Anda, 2010).

Desta forma, a diminuição da dependência de fontes externas para a adubação da soja apresenta-se como uma alternativa promissora para que se alcance maiores produtividades. A torta de filtro caracteriza-se como resíduo proveniente da mistura de bagaço moído e lodo da decantação e do processo de clarificação do açúcar (Fravet et al., 2010). Esse resíduo se constitui em um composto orgânico rico em cálcio, nitrogênio, potássio e fósforo (Fravet et al., 2010). O emprego da torta de filtro contribui para a melhoria da atividade biológica do solo e consequentemente acarreta na otimização das características químicas do solo, pois serve de alimento para os microrganismos, que por intermédio da mineralizaçao apresentam liberação gradativa desses nutrientes, o que culmina em alto aproveitamento pelas plantas (Nunes Junior, 2005; Santana, et al., 2012; González et al., 2014).

Além dos benefícios que a aplicação da torta de filtro gera ao solo, de acordo com Cacuro e Wadman (2015), a cana de açúcar é responsável por produzir 175 milhões de toneladas de resíduos por ano. Assim, atrelar uma destinação adequada desses resíduos com uma adubação mais sustentável, é uma opção altamente promissora para a agricultura brasileira.

O objetivo desse trabalho foi avaliar o número de vagens da soja sob duas fontes diferentes de adubação, uma orgânica e outra mineral.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido no Campo Experimental da Unicesumar localizada na Cidade de Maringá/PR, sob as seguintes coordenadas geográficas 23°20'30.86"S e 51°52'30.73"O. A análise química do solo antes da implantação do experimento, na camada 0–20 cm de profundidade, mostrou: pH em água, 5,70; teor de matéria orgânica 30,36 g kg^{-1}; teores disponíveis de P (Mehlich-1) de 11,0 mg dm^{-3} e K (Mehlich-1), de 0,90 cmolc dm^{-3}; teores trocáveis de Ca de 8,60, Mg de 1,70, Al de 0,0, H+Al de 5,76 e CTC a pH 7,0, de 17,1 cmolc dm^{-3}. A saturação por bases (V%) era de 66%. O resíduo torta de filtro foi coletado em uma Usina Sucroalcooleira, localizada no distrito de Iguatemi, Maringá-PR. A unidade experimental foi delineada em blocos casualizados e constituída por 4 repetições e três tratamentos, que serão: Tratamento 1 - Testemunha; Tratamento 2 – Adubação mineral; Tratamento 3 – Torta de filtro. A adubação mineral foi realizada em subsolo no ato da semeadura da soja, já aplicação da torta de filtro foi realizada a lanço manualmente, no

mesmo dia da semeadura da soja

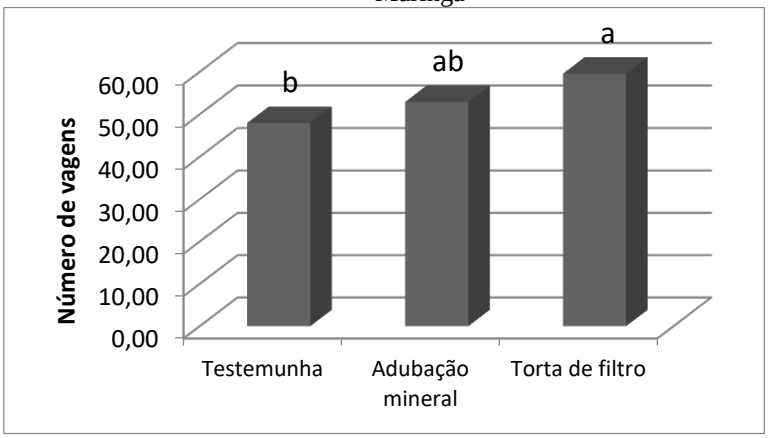
A dose aplicada de Torta de Filtro foi definida a partir de interpretação de análise de solo sendo de 34 ton.ha^{-1}, como a área das parcelas são de 16 m², foi aplicado 54,40 kg de torta de filtro para o tratamento. A dose aplicada de Fertilizante foi de 300 kg/ha, de acordo com a análise de solo. O formulado utilizado foi o 00-30-10.

A cultivar de soja utilizada foi a Baup 5400 Intacta RR, e a população de plantas alcançadas foi de 277.500 plantas/ha. Para a contagem das vagens, foram coletadas 10 plantas de cada parcela, e assim contabilizadas as vagens de cada planta. Os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) com auxílio do software SASM-Agri (Canteri et al, 2001) e a comparação das médias foi realizada pelo teste t, ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 1 ilustra os resultados obtidos de número de vagens da soja sob os diferentes tratamentos utilizados. Assim, pode-se observar que a testemunha apresentou a menor média de vagens por planta (47,94 vagens por planta), diferindo significativamente dos tratamentos adubação mineral e torta de filtro pelo teste t ao nível de 5% de significância. Isso aconteceu devido ao fato de que, neste tratamento houve uma disponibilidade menor de nutrientes para soja, acarretando numa menor quantidade de vagens por planta.

Figura 1. Média do número de vagens por planta de soja do experimento implantado no Unicesumar, em Maringá



*Médias com letras diferentes diferem entre si pelo teste ao nível de 5% de significância.

O tratamento que se destacou com a maior média de vagens por planta (59,58) foi a adubação com torta de filtro (figura 1), apresentando diferença significativa dos demais tratamentos pelo teste t ao nível de 5% de significância, sendo que o tratamento adubação mineral apresentou média de 52,92 vagens por planta. Esse fato aconteceu devido a

composição química da torta de filtro, que apresenta altos teores de potássio e fósforo (Fravet et al., 2010), onde 10 toneladas por hectare de torta de filtro fornecem pode fornecer 35 kg de P_2O_5 e 120 kg de K_2O (Fravet et al., 2010).

Outro fator de suma importância que influenciou no resultado positivo da adubação com torta de filtro, é o fato de os resíduos orgânicos apresentarem liberação gradativa de nutrientes, devido ao fato dos microrganismos se alimentarem de parte desses nutrientes e após disponibilizá-los através da mineralização (Moreira, Siqueira 2006).

Nunes Junior (2005) e Santana et al. (2012), observaram algo parecido quanto a liberação gradativa de nutrientes por resíduos orgânicos, o que corrobora com o observado neste trabalho, fato este, que propicia um melhor aproveitamento nutricional pela planta dos nutrientes disponíveis no solo. Além disso, Santana et al. (2012) observou quando estudou a aplicação da torta de filtro no solo, que além do incremento de nutrientes, acarretou em melhorias para a estrutura física e biológica do mesmo.

CONCLUSÕES

De acordo com os resultados observados, a torta de filtro influenciou de forma positiva no número de vagens da soja, o que pode influenciar positivamente na produtividade desta cultura.

REFERÊNCIAS

Associação Nacional para Difusão de Adubos, 2011. Estatística. São Paulo, Disponível em: <http://www.anda.org.br/estatisticas. aspx>. Acesso em 23 de Fevereiro de 2019.

Cacuro, T. A.; Waldman, W. R. Cinzas da Queima de Biomassa: Aplicações e Potencialidades. Revista Virtual de Química, 2015.

Canteri, M. G., Althaus, R. A., Virgens Filho, J. S., Giglioti, E. A., Godoy, C. V., 2001. SASM - Agri : Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scoft - Knott, Tukey e Duncan. Revista Brasileira de Agrocomputação, V.1, N.2, p.18-24.

Castro, S. H., Reis, R. P., Lima, A. L. R., 2006. Custos de produção da soja cultivada sob sistema de plantio direto: estudo de multicasos no oeste da Bahia. Ciência e Agrotecnologia, v. 30, n. 06, p. 1146-1153.

Conab, Companhia Nacional de Abastecimento. Levantamento de Safra, 2018. Disponível em: http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253.

Departamento de Agricultura dos Estados Unidos – USDA. Disponível em: https://www.fas.usda.gov. Acesso em 23 de Fevereiro de 2019.

Fravet, P. R. F., Soares, R. A. B., Lana, R. M. Q., Lana, A. M. Q., Korndorfer, G. H., 2010. Efeito de Doses de torta de filtro e modo de aplicação sobra a produtividade e qualidade tecnológica da soqueira de cana de açúcar. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 34, n. 3, p. 618-624.

González, L. C., De Mello Prado, R., Hernández, A. R., Caione, G., & Selva, E. P., 2014. Uso de torta de filtro enriquecida com fosfato natural e biofertilizantes em Latossolo Vermelho distrófico. Pesquisa Agropecuária Tropical (Agricultural Research in theTropics), v.44, n.2, p. 135-141.

Moreira, F.M.S., Siqueira, J.O., 2006. Microbiologia e bioquímica do solo. 2.ed. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 729p.

Nunes Júnior, D., 2005. O insumo torta de filtro. IDEA News, Ribeirão Preto.
Santana, C. T. C., Santi, A., Dallacort, R., Santos, M. L., De Menezes, C. B., 2012. Desempenho de cultivares de alface americana em resposta a diferentes doses de torta de filtro. Revista Ciência Agronômica, v.43, n.1, p. 22-29.

EXTENSÃO UNIVERSITÁRIA E O ESTÍMULO À PERCEPÇÃO SOBRE SOLOS EM ALUNOS DO ENSINO FUNDAMENTAL

Sonia Zanello[1], Larissa Kummer [2], Maurici Luzia Del Monego [3], Jana Magaly Tesserolli de Souza [4]

RESUMO: Com vistas a sensibilizar e popularizar conhecimento sobre solos por meio de um projeto de extensão universitária, alunos de três escolas municipais do ensino fundamental foram até a universidade para participar de atividades na horta e nos laboratórios de biologia e solos. Através de recursos próprios destes ambientes, foram abordados vários temas relacionados à importância e aos cuidados com o solo e o ambiente. Formação e composição dos diferentes solos e a vida no solo foram alguns destes temas. Alunos voluntários de cursos de graduação como Química (licenciatura e bacharelado), Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental e Sanitária, auxiliaram a preparar e a aplicar as atividades. Observou-se que infelizmente a universidade é uma realidade muito distante para estes alunos do ensino fundamental, porém o grande impacto de estar na universidade colaborou para o interesse e envolvimento nas atividades e para a fixação de conceitos relativos à composição e proteção dos solos e ambiente.

PALAVRAS-CHAVE: crianças na universidade, sensibilização sobre solos.

UNIVERSITY EXTENSION AND STIMULATION TO PERCEPTION ON SOILS IN ELEMENTARY SCHOOL STUDENTS

ABSTRACT: In order to popularize soil knowledge and sensitize children to his subject through a university extension project, students of elementary education from three municipal schools went to university to participate in activities in the garden and in the biology and soil laboratories. Through the resources of these environments, several themes regarding the importance and care of the soil and the environment were approached. Formation and composition of the different soils and soil life were some of these themes. Volunteer students from various undergraduate courses such as Chemistry (College and Bachelor's degree), Architecture and Urbanism and Environmental and Sanitary Engeneering monitored

[1,2,3,4]Professora Doutora, Departamento Acadêmico de Química e Biologia - DAQBI - UTFPR, R. Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 - Campo Comprido, Curitiba - PR, 81280-340, zanello@utfpr.edu.br

.

activities. Unfortunately, it was observed that the university is a very distant reality for these elementary school students. However, being at the university collaborated on the interest and involvement in the activities and understand concepts related to the composition and protection of the soil and the environment.

KEYWORDS: children at university, awareness of soils.

INTRODUÇÃO

De modo geral é comum as pessoas perceberem o solo somente a partir da altura onde nasce a planta, como suporte físico apenas, sem se preocuparem com questões como, por exemplo: Como nasce um solo e quanto tempo demora? Os solos são todos iguais? Que relações há entre o solo, a água, o ar e os organismos? No Brasil, pesquisas sobre a educação em solos na educação básica apontam para deficiências no currículo, no material didático e na preparação do corpo docente o que justifica esta estéril percepção sobre solos que resulta em danos ambientais (Muggler, 2006; Jesus et al., 2013; Falconi, 2019).

Portanto, apostando na sensibilização e popularização do conhecimento sobre solos e sua importância para a sociedade, o projeto de extensão universitária intitulado "Crianças na Universidade? Sim, É Possível!", resultante de parceria firmada entre a Secretaria Municipal de Educação de Curitiba (SME) e o Departamento Acadêmico de Química e Biologia (DAQBI) da Universidade Tecnológica Federal do Paraná (UTFPR) de Curitiba, é uma oportunidade para aguçar e gerar curiosidade frente a questões que envolvem o tema solo e para instigar o gosto pelas ciências nos alunos.

Implantado em agosto de 2018, este projeto recebe alunos do Ensino Fundamental 1 nas dependências da universidade, para a realização de atividades pertinentes ao tema solo nos seguintes locais: horta, Laboratório de Biologia e Laboratório de Solos do DAQBI, onde são abordados aspectos científicos, tecnológicos, ambientais e sociais principalmente de forma lúdica e contextualizada. Em alguns momentos, os alunos são convidados a se colocarem no papel do cientista que se depara com um problema ou situação, investiga, propõe, testa hipóteses e deduz. Estas atividades são orientadas por alunos de graduação que se voluntariam, chamados monitores, de diversos cursos como Química (licenciatura e bacharelado), Arquitetura e Urbanismo, Engenharia Ambiental e Sanitária, entre outros. Esta pluralidade de perfil acadêmico dos voluntários enriquece ainda mais o projeto e multiplica saberes dentro do ambiente universitário.

Desta forma, o objetivo deste trabalho foi observar a percepção sobre solos pelos

alunos do ensino fundamental durante a participação neste projeto.

MATERIAL E MÉTODOS

Alunos do Ensino Fundamental 1 foram recepcionados na sede Ecoville do Campus Curitiba da UTFPR, no segundo semestre de 2018, num total de três visitas, uma ao mês. Foram duas turmas de quarto ano e uma turma de quinto ano, provenientes de diferentes escolas municipais. Durante a recepção na sede, os alunos visitantes foram arguidos sobre o conceito de universidade, o papel do cientista na sociedade e o papel do cientista do solo. Após a recepção, a turma visitante foi dividida em dois outros grupos que seguiram para as atividades no Laboratório de Solos, Laboratório de Biologia e Horta (Tabelas 1 e 2), com duração de três horas no total. Estes grupos foram subdivididos em pequenos grupos, de 3 a 4 alunos, tendo um monitor como responsável. Após o lanche, em um cartão com formato de folha, os alunos visitantes responderam à seguinte pergunta: O que você aprendeu sobre solos aqui na universidade? Então, penduraram em galhos de uma "árvore seca" os seus cartões contendo a resposta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado que a universidade é uma realidade muito distante destes visitantes que são recebidos pelo projeto, não somente pela faixa etária envolvida, mas também considerando a vulnerabilidade socioambiental em que muitos vivem. Assim, o impacto ocasionado pelo contato direto com os diferentes ambientes do meio acadêmico, serviu de estímulo para a concentração nas atividades, vontade de participar e aprender, e o sonho de voltar um dia à universidade. As respostas dos alunos nos cartões em formato de folha foram em 80% dos casos diretamente relacionadas às questões de proteção dos solos e ambiente, como: tem vida no solo; a camada verde protege o solo; o solo e a esponja seguram a água, dentre outras.

CONCLUSÕES

Foi observada a assimilação de novos conceitos sobre solos pelos alunos também pelo impacto no ambiente universitário que demonstra a necessidade de iniciativas como esta.

REFERÊNCIAS

[1,2,3,4]Professora Doutora, Departamento Acadêmico de Química e Biologia - DAQBI - UTFPR, R. Dep. Heitor Alencar Furtado, 5000 - Campo Comprido, Curitiba - PR, 81280-340, zanello@utfpr.edu.br

.

Falconi S. Percursos formativos na produção de conhecimento escolar sobre solos nos primeiros anos do ensino fundamental [Tese]. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Geociências, 2011.

Jesus OSF, Mendonça T, Araújo I.C.L., Cantelli K. B., Lima M.R. O vídeo didático "Conhecendo o Solo" e a contribuição desse recurso audiovisual no processo de aprendizagem no ensino fundamental. Rev Bras Cienc Solo. 2013; 37:548-553. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832013000200025

Muggler CC, Pinto Sobrinho FA, Machado VA. Educação em solos: princípios, teoria e métodos. Rev Bras Cienc Solo. 2006; 30: 733-740. http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000400014

Tabela 1 – Atividades na Horta e no Laboratório de Biologia

Recursos utilizados	Conceitos abordados
a) Visita à horta da universidade	Diversidade de plantas comestíveis que podem ser cultivadas em uma horta, apresentando alguns exemplos de plantas tradicionalmente comercializadas e plantas alimentícias não convencionais (PANC). Importância da palhada sobre o solo.
b) Vermicomposteira	Visualização das minhocas californianas e explicação acerca de sua atuação na reciclagem de nutrientes no ambiente. Atividade lúdica para aprender e reforçar o que pode e o que não pode ser colocado na vermicomposteira. Importância da compostagem para redução dos resíduos que são destinados a aterros.
c) Amostras de invertebrados do solo	O solo apresenta vida. Visualização, em estereomicroscópio e lupa, de diferentes organismos encontrados no solo. Importância da diversidade de espécies para a conservação do solo, uma vez que cada organismo exerce uma função ecológica.

Tabela 2 – Atividades no Laboratório de Solos

Recursos utilizados	Conceitos abordados
a) Mostruário de rochas ígneas, sedimentares e metamórficas.	Materiais diferentes podem originar solos diferentes e imprimir diferentes características aos solos.
b) Maquete com erfis de solo	Fatores que influem na formação dos solos.
c) Esponja e torrão de solo	Porosidade: retenção e infiltração de água; aeração
d) Simulação de chuva em garrafas PET com três situações: solo coberto com mata; solo coberto com palhada; solo descoberto.	Como a vegetação protege os solos da erosão e protege os aquíferos do assoreamento e contaminação e também na prevenção de enchentes.
e) Fonte de corrente elétrica contínua (com eletrodos imersos em suspensão de solo) e velcro	Cargas elétricas do solo, como um "velcro" que gruda água, nutrientes e poluentes. Estrutura do solo.
f) Balões (50 mL), funis de vidro, suporte universal com argola, papel filtro, solução de corante alimentar, amostras de diferentes classes de solo.	Retenção de nutrientes, poluentes e água, e também a transformação de substâncias no solo (o solo como reator complexo). Importância da matéria orgânica.
g) Colorteca de solos	A cor do solo como expressão de sua composição.
h) Cultivo de planta em dois vasos: horizonte A e Horizonte B de um mesmo perfil de solo	Crescimento de plantas em diferentes horizontes de solo

Figura 1: Imagem das crianças nas atividades propostas.

FONTES NITROGENADAS DE EFICIÊNCIA AUMENTADA NO CRESCIMENTO E EFICIÊNCIA DE USO DO NITROGÊNIO PELO EUCALIPTO

Mariana Alves Ibarr[1], Ricardo Henrique Ribeiro[2], Josiléia Acordi Zanatta[3], Jeferson Dieckow[4], Marcos Fernando Glück Rachwal[3]

RESUMO: O objetivo do estudo foi selecionar fontes nitrogenadas que apresentem potencial em aumentar a produtividade e a eficiência de uso do nitrogênio (EUN) em *Eucalyptus urograndis*. Os tratamentos consistiram em fontes nitrogenadas com aditivos, sendo eles: controle (C), ureia (U) e sua associação com inibidor da urease (U-NBPT), nitrificação (U-DCD) e ambos (U-NBPT-DCD); U em polímeros (U-P); sulfato de amônio (SA) e sua associação com inibidor de nitrificação (SA-DCD); e SA em polímeros (SA-P). As fontes foram aplicadas aos 10 e 120 dias após o plantio das mudas, que foram cultivadas por 6 meses. Após esse período, a altura e diâmetro das plantas foram medidos e a concentração de N da parte aérea e raízes foram determinados para o cálculo da quantidade de N absorvida e EUN. Os tratamentos não apresentaram efeitos sobre os parâmetros de crescimento, apesar do SA-DCD ter promovido maior quantidade N absorvido na planta e o dobro de EUN, quando comparado à U. Assim, conclui-se que as fontes nitrogenadas não aumentaram o crescimento do eucalipto e que SA-DCD aumentou a EUN.

PALAVRAS-CHAVE: floresta plantada, absorção de nitrogênio, produtividade.

ENHANCED EFFICIENCY NITROGEN SOURCES IN GROWTH AND NITROGEN USE EFFICIENCY BY EUCALYPTUS

ABSTRACT: The objective of this study was to select nitrogen sources that have potential to increase productivity and nitrogen use efficiency (NUE) in *Eucalyptus urograndis*. Treatments were nitrogen sources with additives, being: control (C), urea (U) and its association with urease inhibitor (U-NBPT), nitrification (U-DCD) and both (U-NBPT-DCD); U in polymers (U-P); ammonium sulfate (SA) and its association with nitrification inhibitor (SA-DCD); and SA in polymers (SA-P). Sources were applied at 10 and 120 days after seedlings planting, which were cultivated for 6 months. After this period, plants height and diameter were measured and shoot and root N concentration were determined for calculation of amount of N absorbed and NUE. Treatments had no effect on growth parameters evaluated, whereas SA-DCD promoted greater amount of N absorbed in plant and twice NUE when compared to U. Thus, it is concluded nitrogen sources did not increase eucalyptus growth and SA-DCD increased EUN, being able to reach higher responses

[1]Doutoranda em Ciência do Solo, UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba - PR, marianaibarr@gmail.com.
[2]Doutorando em Ciência do Solo, UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba – PR.
[3]Pesquisador(a), Embrapa Florestas, Estrada da Ribeira, km 111, Colombo-PR.
[4]Professor adjunto, UFPR, Rua dos Funcionários, 1540, Curitiba – PR.

in soils with low N supply.

KEYWORDS: planted forest, nitrogen uptake, productivity.

INTRODUÇÃO

Os fertilizantes nitrogenados com eficiência aumentada (FNEA) constituem uma alternativa para aumentar o aproveitamento do nitrogênio (N) pelas culturas agrícolas devido a presença de inibidores químicos ou de barreiras físicas que possibilitam a lenta liberação de N no solo e/ou seu maior tempo no solo. Os FNEA podem ser estabilizados, onde a molécula N-(n-butil) tiofosfórico triamida (NBPT) e dicianodiamida (DCD) são as mais conhecidas como inibidores da uréase e do processo de nitrificação, respectivamente; e os revestidos por polímeros, que liberam lentamente o N contido em seu interior (Trenkel, 2010).

Embora a utilização de FNEA em sistemas agrícolas apresente efeitos positivos no aumento da eficiência do uso do N pelas plantas, pouco se sabe sobre o efeito destes produtos em espécies florestais brasileiras adubadas como o eucalipto. Neste sentido, com o intuito de investigar e avançar no entendimento dos aspectos relacionados ao crescimento e aproveitamento do N pelo eucalipto, conduziu-se este estudo com objetivo de a) selecionar fontes nitrogenadas que apresentem potencial de aumento do crescimento e b) da eficiência de uso do N em eucalipto.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado em casa de vegetação da Embrapa Florestas, no período de junho a dezembro de 2017. Mudas do híbrido *Eucalyptus urograndis* (I144) (E*ucalyptus grandis* Hill ex Maiden *x Eucalyptus urophylla* S.T. Blake) foram plantadas em vasos plásticos de 250 L. O solo utilizado foi coletado no município de Pinhais – PR e foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico típico textura argilosa.

O experimento seguiu delineamento em blocos ao acaso com três repetições. Os tratamentos consistiram de fontes nitrogenadas combinadas a aditivos para sua eficiência aprimorada, sendo eles: 1) Controle (C) (sem fertilização nitrogenada); 2) Ureia (U); 3) Ureia com inibidor de urease (U-NBPT, dose de 5g NBPT kg^{-1} ureia); 4) Ureia com inibidor de nitrificação (U-DCD, 10% de DCD da dose de N adicionada); 5) Ureia com inibidor de urease e nitrificação (U-NBPT-DCD, dose de 0,4 g NBPT kg^{-1} ureia e 5,5 g DCD kg^{-1} ureia); 6) Ureia em polímeros (U-P); 7) Sulfato de amônio (SA); 8) Sulfato de amônio com inibidor de nitrificação (SA-DCD, 10% de DCD da dose de N adicionada); 9) Sulfato de amônio em polímero (SA-P). Os tratamentos foram aplicados aos quinze e noventa dias após plantio das mudas, correspondendo à adubação de base (AB) e adubação de cobertura (AC), respectivamente. A AB foi realizada na dose 13,6 kg N ha^{-1}, em duas covetas laterais a 10 cm de distância da muda. A metade da dose de N foi aplicada em cada coveta, a uma

profundidade de 10 cm. A AC foi realizada em superfície, na área transversal do vaso, em uma dose equivalente a 21,6 kg N ha^{-1}.

Aos seis meses após plantio, a altura e diâmetro das mudas foram medidos. A parte aérea das mudas foi coletada e as raízes foram separadas do solo através de lavagem com jatos fracos de água. A parte aérea e raízes foram secas em estufa a 60 °C, até obtenção de massa constante. A massa seca das folhas, galhos e raízes foi determinada e as amostras passaram por processos de moagem até passagem em peneira de 250 µm. A concentração de N das folhas, galhos e raízes foi determinada por combustão seca. A quantidade de N absorvida na planta foi obtida pelo somatório das quantidades de N absorvidas nos compartimentos vegetais avaliados, determinados pela multiplicação entre massa seca e concentração de N, dos respectivos compartimentos. A EUN pela planta foi calculada segundo Li et al. (2018). Os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Wilk) seguido de análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas entre si pelo teste de Scott-Knott ($p<0,05$), quando significativo o efeito dos tratamentos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As alternativas de fertilização nitrogenada não apresentaram efeito sobre os parâmetros de crescimento das mudas de eucalipto, sendo semelhante ao tratamento controle (Tabela 1). A ausência de resposta de crescimento à adubação nitrogenada pode estar relacionada à elevada reserva de N orgânico do solo (Bassaco et al., 2018), cuja mineralização foi estimulada pela desagregação do solo, ocasionada pela coleta no campo. Assim, a demanda de N pelas plantas foi suprida pelo solo, fazendo com que altura e diâmetros das mudas fertilizadas fossem semelhantes ao tratamento não fertilizado (Tabela 1).

Tabela 1. Altura, diâmetro, quantidade total de nitrogênio absorvido e eficiência de uso do nitrogênio (EUN) de mudas de eucalipto com seis meses submetidas à aplicação de fontes nitrogenadas em ambiente controlado. Colombo – PR.

Tratamento	Altura (m)	Diâmetro (cm)	N absorvido (g $planta^{-1}$)	EUN (%)
Controle	1,97 a	1,98 a	3,66 c	-
U	1,84 a	1,82 a	3,85 c	0,91 c
U-NBPT	1,80 a	1,81 a	4,00 c	1,61 c
U-DCD	1,87 a	2,02 a	5,08 b	6,73 b
U-NBPT-DCD	2,00 a	1,97 a	3,96 c	1,46 c
U-P	1,85 a	1,93 a	3,74 c	0,38 c
SA	2,08 a	2,04 a	4,75 b	5,18 b
SA-DCD	2,01 a	2,13 a	6,10 a	11,53 a
SA-P	1,91 a	2,05 a	4,31 c	3,10 c

Médias seguidas pela mesma letra na coluna indicam ausência de diferença entre os tratamentos pelo teste de Scott-Knott ($p<0,05$).

Os tratamentos influenciaram a quantidade de N absorvida pela planta, sendo maior em SA-DCD (6,1 g N $planta^{-1}$), intermediário em U-DCD e SA (média de 4,9 g N $planta^{-1}$), e menor nos demais tratamentos (média de 3,9 g N $planta^{-1}$) (Tabela 1). Esse comportamento só foi possível pela

diferença nos teores de N nos tecidos de folhas, galhos e raízes, visto que a biomassa desses compartimentos foi semelhante entre os tratamentos (dados não apresentados). Possivelmente, a inibição do processo de nitrificação pela DCD fez com que maior concentração de amônio permanecesse no solo, estimulando a absorção de maior quantidade de N pelo eucalipto, que possui preferência de absorção de N na forma de amônio em detrimento ao nitrato (Warren e Adams, 2007).

O comportamento da quantidade de N absorvida refletiu na EUN (Tabela 1). Assim, as plantas fertilizadas com SA-DCD apresentaram valor de EUN 1,7 e 2,2 vezes maior que os tratamentos U-DCD e SA, respectivamente, e 12 vezes maior que U. No entanto, o valor de 11,5% encontrado em SA-DCD é considerado baixo quando comparado à valores de EUN de culturas agrícolas (Lassaletta et al., 2014), indicando que boa parte do N absorvido pelo eucalipto foi proveniente do solo.

Contudo, apesar da ausência de resposta de crescimento do eucalipto às fontes nitrogenadas aplicadas e do reduzido valor de EUN obtido, acredita-se que em condições com baixo suprimento de N pelo solo, as fontes SA-DCD, U-DCD e SA teriam efeito direto no crescimento, bem como no aumento da EUN, como já observado em estudos com fertilizantes convencionais como a ureia (Gonçalves et al., 2008).

CONCLUSÕES

Nas condições em que nosso estudo foi realizado conclui-se que a) as fontes nitrogenadas avaliadas não foram eficientes em aumentar o crescimento das mudas de eucalipto e b) a fonte sulfato de amônio combinado com o inibidor de nitrificação dicianodiamida aumentou a eficiência de uso do nitrogênio, podendo ter maior efeito em solos com baixo suprimento de nitrogênio.

REFERÊNCIAS

Bassaco MVM, Motta ACV, Pauletti V, Prior AS, Nisgoski S, Ferreira CF. Nitrogen, phosphorus, and potassium requirements for *Eucalyptus urograndis* plantations in southern Brazil. New Forests. 2018; 49:681-697. https://doi.org/10.1007/s11056-018-9658-0

Gonçalves JLM, Stape JL, Laclau JP, Bouillet JP, Ranger J. Assessing the effects of early silvicultural management on long-term site productivity of fast-growing eucalypt plantations: the Brazilian experience. Southern For. 2008; 70:105-118. https://doi.org/10.2989/SOUTH.FOR.2008.70.2.6.534

Lassaletta L, Billen G, Grizzetti B, Anglade J, Garnier J. 50 year trends in nitrogen use efficiency of world cropping systems: the relationship between yield and nitrogen input to cropland. Environ. Res. Lett. 2014; 9:1-9. http://dx.doi.org/10.1088/1748-9326/9/10/105011

Li P, Lu J, Wang Y, Wang S, Hussain S, Ren T, Cong R, Li X. Nitrogen losses, use efficiency, and productivity of early rice under controlled-release urea. Agric., Ecosyst. and Environ. 2018: 251:78-87. http://dx.doi3.org/10.1016/j.agee.2017.09.020

Trenkel ME. Slow- and controlled-release and stabilized fertilizers: an option for enhancing nutrient efficiency in agriculture. 2nd ed. Paris: International Fertilizer Industry Association; 2010.

Warren CR, Adams PR. Uptake of nitrate, ammonium and glycine by plants of Tasmanian wet eucalypt forests. Tree Physiology. 2007; 27:413-419. https://doi.org/10.1093/treephys/27.3.413

PRODUTIVIDADE DE MILHO E SOJA COM USO DE FONTES ORGÂNICA E MINERAL EM SISTEMA DE SEMEADURA DIRETA

Jean Carlo Santos de Oliveira[1], José Francirlei de Oliveira[2], João Tavares Filho[3], Graziela Moraes de Cesare Barbosa[4].

RESUMO: O uso dos dejetos líquido suíno (DLS) e cama de aves (CA) podem apresentar efeitos diferenciados na produtividade das culturas de milho e soja devido ao incremento de nutrientes no solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade de milho e soja em um Latossolo Vermelho com uso de fontes orgânicas (DLS e CA) e mineral em sistema de semeadura direta. O estudo foi realizado em Santa Tereza do Oeste-PR, e os tratamentos foram: controle (C) sem aplicações de fertilizante químico ou orgânico; (FM) aplicação de fertilizante mineral de formulado NPK (conforme a cultura a ser implantada); DLS100 – 100% de N ou P_2O_5; DLS200 – 200% de N ou P_2O_5; DLS300 – 300% de N ou P_2O_5, ambos em relação ao FM; CA100 – 100% de N ou P_2O_5; CA200 – 200% de N ou P_2O_5; CA300 – 300% de N ou P_2O_5, ambos em relação ao FM. A produtividade de milho e soja não foi alterada com o uso do dejeto líquido suíno em relação ao fertilizante mineral. Sugere-se que o uso desse dejeto pode ser uma alternativa de substituição ao fertilizante mineral. O uso da cama de aves foi responsivo no aumento da produtividade do milho em relação ao fertilizante mineral.

PALAVRAS-CHAVE: manejo do solo, dejetos de animais, adubação orgânica.

PRODUCTIVITY OF CORN AND SOYBEAN WITH USE OF ORGANIC AND MINERAL SOURCES IN NO-TILLAGE

ABSTRACT: The use of swine liquid wastes (SLW) and poultry manure (PM) can have different effects on yield of corn and soybean crops due to the increase of nutrients in soil. The objective of this study was to evaluate the yield of corn and soybean in a Oxisoil with use of organic sources (SLW and PM) and mineral in a no-tillage system. The study was carried out in Santa Tereza do Oeste-PR, and the treatments were: control (C), without applications of chemical or organic fertilizer; (MF) application of mineral fertilizer formulated NPK (according to the culture to be implanted); DLS100 - 100% N or P_2O_5; DLS200 - 200% N or

[1]Bolsista, Iapar, Rod. Celso Garcia Cid, km 375 Londrina-PR; jeancarlo_agro@hotmail.com
[2]Analista, Iapar, Rod. Celso Garcia Cid, km 375 Londrina-PR.
[3]Prof. Dr, UEL, Rod. Celso Garcia Cid, km 380 Londrina-PR
[4]Pesquisadora, Iapar, Rod. Celso Garcia Cid, km 375 Londrina-PR

P_2O_5; DLS300 - 300% N or P_2O_5, both in relation to FM; CA100 - 100% N or P_2O_5; CA200 - 200% N or P_2O_5; CA300 - 300% N or P_2O_5, both in relation to FM. The yield of corn and soybean was not altered with the use of swine liquid wastes in relation to the mineral fertilizer. It is suggested that the use of this waste can be an alternative substitution to mineral fertilizer. The use of poultry manure was responsive in increasing corn yield relative to mineral fertilizer.
KEYWORDS: soil management, animal waste, organic fertilization.

INTRODUÇÃO

Com o crescimento populacional e consequente aumento da demanda por alimentos, a produção de resíduos orgânicos provenientes de criação de animais, como o dejeto líquido de suíno (DLS) e cama de aviários (CA) está crescendo acentuadamente.

A utilização de resíduos na atividade agrícola pode ser interessante do ponto de vista econômico por proporcionar aumento de produtividade das plantas e reduzir o custo com fertilizantes, além da disposição apropriada destes resíduos no ambiente.

Entretanto, os efeitos dos dejetos na produtividade de grãos ainda não são conclusivos. Com isso, a hipótese do presente manuscrito é que o DLS e a CA têm efeitos diferenciados na produtividade de grãos nas culturas de milho e soja. O objetivo do trabalho foi avaliar a produtividade de milho e soja em um Latossolo Vermelho com uso de fontes orgânicas e doses (DLS e CA) e mineral em sistema de semeadura direta.

MATERIAL E MÉTODOS

A área de estudo localiza-se no município de Santa Tereza do Oeste (25º 05’ 00.29” S e 53º 35’ 05.47” W), com altitude média de 756 m e precipitação média anual de 1.800 mm. O clima é do tipo Cfa, subtropical úmido, com temperatura média anual de 22 °C (Alvarez et al., 2014). O solo é classificado com um Latossolo Vermelho distroférrico muito argiloso (600 g kg^{-1} de argila, 110 g kg^{-1} de silte e 290 g kg^{-1} de areia), originário de basalto.

A partir da safra de inverno e sob palhada de aveia (2012), o experimento foi instalado em delineamento de blocos casualizados com 8 tratamentos (doses de DLS e CA) e quatro repetições, em parcelas de 50 m^2. O DLS foi adquirido após o processamento em biodigestor e a CA oriunda de granja de frango de corte (após 7 lotes). Os tratamentos foram: controle (C), sem aplicações de fertilizantes; (FM) aplicação de fertilizante mineral de formulado NPK (conforme a cultura a ser implantada); DLS100 – 100% de N ou P_2O_5; DLS200 – 200% de N ou P_2O_5; DLS300 – 300% de N ou P_2O_5, ambos em relação ao FM; CA100 – 100% de N ou

P_2O_5; CA200 – 200% de N ou P_2O_5; CA300 – 300% de N ou P_2O_5, ambos em relação ao FM.

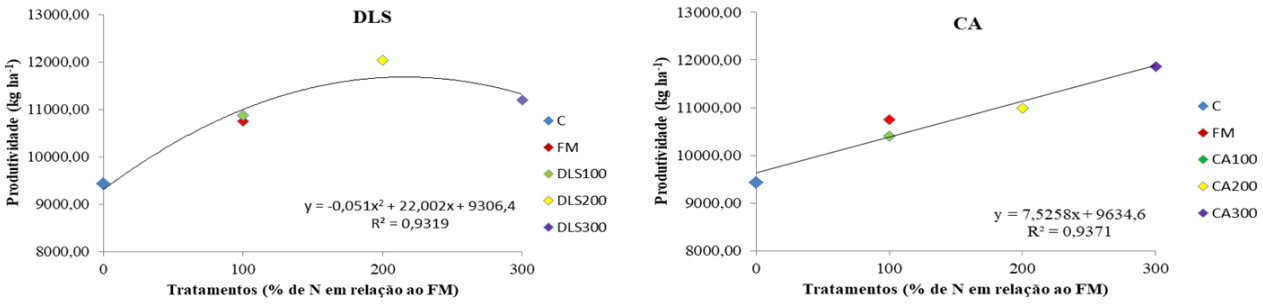
A análise de produtividade do milho (híbrido P30F53HX) foi determinada com a colheita das espigas em 3 linhas centrais de 8m lineares de cada parcela e a soja (BMX Apolo) foi colhida em 6 linhas centrais de 5m lineares de cada parcela. Os grãos foram secos a 65 °C até 13% de umidade, pesados e determinado a produtividade.

Os resultados foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk e Levene para análise da normalidade da distribuição e da homogeneidade de variâncias. As diferenças entre os tratamentos foram testados usando-se Tukey ($p<0,05$). Foram realizadas também regressões para avaliar a relação das aplicações de dejetos com a produtividade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve diferença significativa para a produtividade de milho da safra 2012/13 nas diferentes doses de DLS em relação ao C e FM, demostrando a eficiência do dejeto em disponibilizar nutrientes necessários para o desenvolvimento da cultura. Observa-se também uma tendência de aumento da produtividade com o aumento da dose de DLS, demostrado pela equação: y = -0,051x2 – 22,002x + 9306,4. A produtividade máxima foi de 11.679,38 kg ha^{-1} quando atingiu 216% do teor de nitrogênio em relação ao FM (Figura 1).

Figura 1: Produtividade de milho (2012/13) em função das aplicações de dejeto líquido suíno (DLS), cama de aves (CA) e fertilizante mineral (FM) em sistema de semeadura direta.

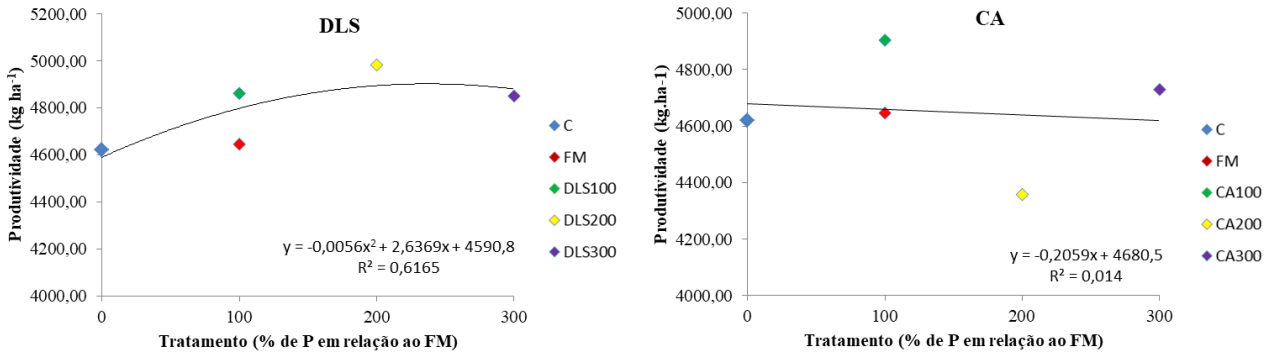


A cada 1% de fósforo proviniente da CA há acréscimo de 7 kg de milho ha^{-1}, com crescimento linear e a maior produtividade é significamente positiva com a CA300 (Figura 1). Novakowisk et. al (2013) observaram uma resposta quadrática para a produtividade de milho pelo aumento das doses de CA no verão. Esse aumento da produtividade está relacionado com a quantidade de N e P desse residuo, que estimulam o crescimento das plantas de milho, favorecendo o rendimento da cultura (Oliveira et al. 2009).

A produtividade de soja (2013/14) não foi significativa para ambos os dejetos.

Entretanto, o uso o DLS tem a tendência de elevar a produtividade até 4.901,2 kg com 235% de fósforo em relação ao FM (Figura 2). Com isso, o DLS pode ser uma alternativa de substituição do fertilizante mineral. Não foi observada relação da aplicação de CA com a produtividade da soja, sugerindo novas avaliações em anos seguintes.

Figura 2: Produtividade de soja (2013/14) em função das aplicações de dejeto líquido suíno (DLS), cama de aves (CA) e fertilizante mineral em sistema de semeadura direta.



CONCLUSÕES

A produtividade de milho e soja não foi alterada com o uso do dejeto líquido suíno em relação ao fertilizante mineral. Sugere-se que o uso desse dejeto pode ser uma alternativa de substituição ao fertilizante mineral. O uso da cama de aves foi responsivo no aumento da produtividade do milho em relação ao fertilizante mineral.

REFERÊNCIAS

ALVARES, C. L.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. Meteorologische Zeitschrift, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014. DOI: https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507

NOVAKOWISKI JH, SANDINI IE, FALBO MK, MORAES A. Fertilization with broiler litter in the production of organic corn in integrated crop-livestock. Semina: Cienc Agron. v 4, p.1663-72, 2013. DOI: http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n4p1663

OLIVEIRA, F. A. de; CAVALCANTE, L. F.; SILVA, I. de F. da; PEREIRA, W. E.; OLIVEIRA, J. C. de; FILHO, J. F. da C. Crescimento do milho adubado com nitrogênio e fósforo em um Latossolo Amarelo. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, Recife, v. 4, n. 3, p. 238-244, 2009. DOI:10.5039/agraria.v4i3a1

VI REUNIÃO PARANAENSE DE CIÊNCIA DO SOLO