



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

Marcelo Marques Lopes Müller¹, Beatriz da Silva Vanolli², Christian Lopes³, Carlos Zuanazzi³, Michel Pereira de Souza³.

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).

¹Docente, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, Guarapuava – Paraná, mmuller@unicentro.br.

²Discente, 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 atribuídos 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 P₂O₅ e de K₂O. 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 ($\bar{m} = 123,11 \text{ cm}^2$), volume ($\bar{m} = 3,17 \text{ cm}^3$) ou diâmetro ($\bar{m} = 0,80 \text{ mm}$) 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.

¹Docente, Universidade Estadual do Centro-Oeste, Departamento de Agronomia, Campus Cedeteg, Alameda Élio Antônio Dalla Vecchia, 838, Vila Carli, Guarapuava – Paraná, mmuller@unicentro.br.

²Discente, 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.