CALAGEM SUPERFICIAL E ADUBAÇÃO PARA A SUCESSÃO TRIGO-SOJA EM SISTEMA PLANTIO DIRETO

Grazielle Schornobai (PIBIC/CNPq/FA/UEPG), Vanderson Modolon Duart, Bernardo O. Moers Morais, Kaynnã da Silva Ricardo, Leonardo F. Camargo Barão, Angelo Rafael Bini, Eduardo Fávero Caires (Orientador), e-mail: efcaires@uepg.br.

Universidade Estadual de Ponta Grossa/Departamento de Ciência do Solo e Engenharia Agrícola/Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia

Agronomia/Ciência do Solo/Fertilidade do Solo e Adubação

Palavras-chave: Acidez do solo, MAP, enxofre elementar.

Resumo

Com objetivo de avaliar os efeitos da calagem superficial associada com a aplicação de fertilizante fosfatado amoniacal (MAP), enxofre (S) elementar e gesso nos atributos químicos do solo e na produtividade de grãos da sucessão trigo-soja em sistema plantio direto, foi realizado um experimento na Fazenda Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na região Centro-Sul do Paraná. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: sem calcário (Controle), calcário na superfície (CS), CS + MAP, CS + MAP + S elementar (bentonita) e CS + MAP + gesso. A calagem superficial proporcionou melhoria nas condições de acidez do solo, bem como ocasionou incrementos nas produtividades de trigo e soja. O tratamento com S elementar aumentou a produtividade de trigo e não alterou a produtividade de soja.

Introdução

Os principais problemas em solos de regiões tropicais e subtropicais são a acidez excessiva e a deficiência de fósforo (P). No sistema de plantio direto, a correção da acidez do solo é feita por meio da aplicação de calcário em superfície, sem incorporação. A calagem superficial não tem grande eficiência na redução da acidez em subsuperfície, um curto período de tempo, particularmente em solos com carga variável (ERNANI et al., 2004).

A penetração das raízes e a nutrição das plantas podem ser prejudicadas pela acidez das camadas subsuperficiais quando ocorrem níveis tóxicos de alumínio (Al) e/ou deficiência de cálcio (Ca), reduzindo a produtividade das culturas. Devido à ocorrência generalizada de Al trocável nos solos brasileiros, esse assunto adquire importância ainda maior. A solução é difícil, principalmente em áreas de plantio direto, onde o calcário não é incorporado no solo.

O uso de gesso é uma alternativa para a melhoria do ambiente radicular no sistema de plantio direto. Porém, pouco se conhece a respeito da influência de fertilizantes nitrogenados amoniacais e, principalmente, da adição de enxofre (S) elementar na amenização da acidez do perfil do solo, quando o calcário é aplicado sobre a superfície do solo em plantio direto. É possível que o emprego de baixas doses de nitrogênio amoniacal via adubação fosfatada com Mono-Amônio-Fosfato (MAP), ao longo do tempo, junto com a calagem superficial, diminua a acidez no sobsolo. Além disso, como a oxidação do S elementar acidifica as camadas superficiais do solo e gera sulfato no solo, é possível que seu uso continuado, junto com a calagem superficial, movimente o par iônico $CaSO_4^0$ e melhore as condições de acidez químicas no subsolo.

ISSN 1676-0093

Material e Métodos

O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho sob plantio direto, na Fazenda Capão da Onça da Universidade Estadual de Ponta Grossa, na região Centro-Sul do Paraná. Análises químicas do solo realizadas na camada de 0–20 cm, antes da instalação do experimento, revelaram os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) 4,3; acidez potencial (H + Al) de 7,98 $cmol_c\ dm^{-3}$; teores de Al, Ca, Mg e K trocáveis de 0,9, 1,0, 0,5 e 0,12 $cmol_c\ dm^{-3}$, respectivamente; teor de P (Mehlich-1) de 26,1 mg dm^{-3}; teor de C-orgânico de 15 g dm^{-3}; capacidade de troca de cátions (CTC) a pH 7,0 de 9,6 $cmol_c\ dm^{-3}$; saturação por bases de 17%; e teores de areia, silte e argila de 686, 54 e 260 g kg^{-1}, respectivamente. O solo também tinha 0,9 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Al trocável, 0,6 $cmol_c\ dm^{-3}$ de Ca trocável e 280 g kg^{-1} de argila na camada de 20–40 cm.

O delineamento experimental empregado foi o de blocos completos ao acaso, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: sem calcário (Controle), calcário na superfície (CS), CS + MAP, CS + MAP + S elementar (bentonita) e CS + MAP + gesso. O tamanho das parcelas foi de 15 m × 6 m (90 m^2). Os fertilizantes usados no estudo tinham as seguintes composições: MAP com 11% de N e 52% de P_2O_5, S elementar com 90% de S e gesso com 19% de Ca e 14% de S. Nos tratamentos com calagem superficial, calculou-se a dose de calcário visando elevar a saturação por bases do solo, na camada de 0–20 cm, a 70%. Nos tratamentos com CS + MAP, o MAP foi aplicado no sulco de semeadura do trigo na dose de 100 kg ha^{-1} de P_2O_5. Nos tratamentos com CS + MAP + S elementar, o S elementar (bentonita) foi aplicado a lanço sobre a superfície antes da semeadura do trigo, na dose de 72 kg S ha^{-1}. O gesso, no tratamento CS + MAP + gesso, foi distribuído a lanço sobre a superfície do solo em uma única aplicação no início do experimento, antes da semeadura do trigo. A dose de gesso (DG, em kg ha^{-1}) foi calculada com base no teor de argila (%) da camada de 20–40 cm, com base na seguinte equação: DG = 50 × teor de argila.

O experimento foi conduzido com a sucessão trigo–soja. A semeadura do trigo, cultivar Quartzo, foi realizada no dia 04/07/2018, na densidade de 150 kg ha^{-1} de sementes e espaçamento de 0,17 m entre as linhas. A adubação nitrogenada na cultura do trigo foi realizada por meio da aplicação de 100 kg ha^{-1} de N em cobertura, na forma de ureia, por ocasião do perfilhamento da cultura. A adubação com potássio foi realizada a lanço sobre a superfície, por meio da aplicação de 84 kg ha^{-1} de K_2O, na forma de cloreto de potássio, no mesmo dia da semeadura. A semeadura da cultura da soja, cultivar LG 60158 IPRO, ocorreu no dia 04/12/2018, na densidade de 14 sementes por metro e em linhas espaçadas de 0,45 m. Após a emergência das plantas foi realizada a adubação a lanço de 84 kg ha^{-1} de K_2O em cobertura, na forma de cloreto de potássio. A produtividade de grãos de trigo e soja foram avaliadas após a maturidade fisiológica, por meio de colheita realizada nos dias 22/11/2018 e 12/04/2019, respectivamente, com o auxílio de máquina colhedora de parcelas, corrigindo-se a umidade dos grãos para 130 g kg^{-1} de água.

Amostras de solo foram coletadas após a colheita da soja em 2018, nas entrelinhas da cultura, cerca de 5 cm da linha de semeadura. A coleta de solo foi estratificada nas camadas de 0–10, 10–20 cm. Foram coletadas 10 subamostras simples por parcela para constituir uma amostra composta. As amostras foram secas em estufa com circulação forçada de ar a 40 °C. Nessas amostras, foram determinados a acidez ativa (pH em $CaCl_2$), a acidez potencial (H + Al) e os teores de Ca, Mg, K e P (Mehlich-1), de acordo com os métodos descritos em Pavan et al. (1992). Também foram analisados os teores de S-SO_4^{2-} no solo por meio de extração com solução de

ISSN 1676-0093

fosfato de cálcio 0,01 mol L^{-1} e determinação pelo método turbidimétrico (FOX et al., 1987).
Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância, de acordo com o modelo de blocos completos ao acaso. Para comparar as médias dos tratamentos empregou-se o teste Tukey a 5% de probabilidade.

Resultados e Discussão

Houve influência significativa dos tratamentos nos atributos químicos do solo, sendo que a calagem proporcionou aumento significativo nos valores de pH, nos teores de Ca e Mg trocáveis e redução significativa na acidez potencial (H + Al) do solo, na camada de 0-10 cm de profundidade (Tabela 1). Esses resultados já eram esperados, visto que a calagem neutraliza prótons (H^+) e Al^{3+} na solução do solo e, com a sua solubilização, disponibiliza Ca^{2+} e Mg^{2+}, como também observado por Caires (2013). Os teores de K, P e S-SO_4^{2-} na camada de 0-10 cm não foram influenciados significativamente pelos tratamentos. Na camada de 10-20 cm, houve aumento no teor de Mg trocável com a aplicação de calcário. O pH do solo, a acidez potencial (H+Al) e os teores de Ca, K, P e S-SO_4^{2-} não foram alterados significativamente pelos tratamentos nessa camada de solo.

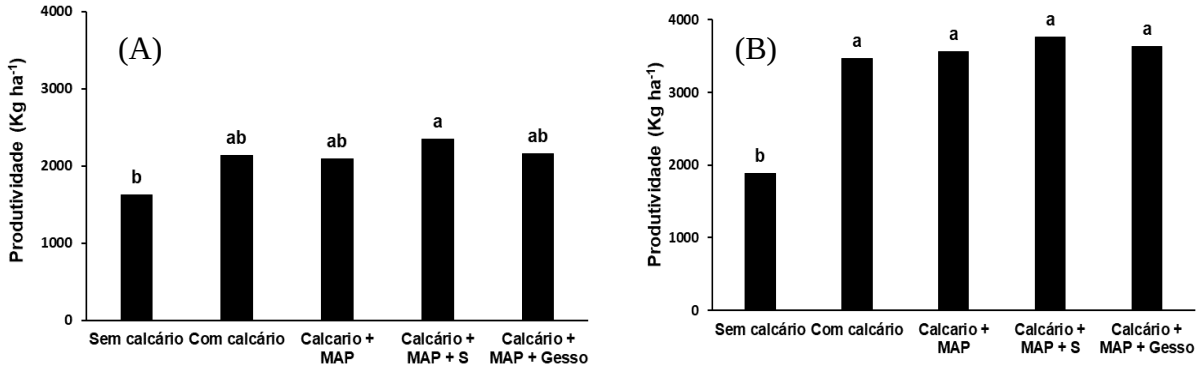
Tabela 1: Atributos químicos do solo nas camadas de 0-10 e 10-20 cm de profundidade em função dos tratamentos com calcário na superfície, adubação fosfatada, enxofre elementar e gesso. Letras iguais nas colunas não diferem significativamente pelo teste de Tukey (*P*<0,05). Ponta Grossa – PR.

Tratamento	pH	H + Al	Ca	Mg	K	P	S-SO_4^{2-}
		---------- $mmol_c$ dm^{-3} ----------				---- mg dm^{-3} -----	
		---------- 0 – 10 cm ----------					
Sem calcário	4,2 b	77,8 a	9,7 b	2,7 b	2,8	44,1	3,1
Com calcário	5,2 a	42,1 b	22,5 a	15,0 a	2,4	27,9	3,5
Calcário + MAP	5,1 a	44,0 b	21,5 a	15,0 a	2,5	38,2	6,4
Calcário + MAP + S	5,1 a	41,1 b	22,4 a	15,7 a	2,5	41,6	8,0
Calcário + MAP + Gesso	5,2 a	40,7 b	21,7 a	15,4 a	2,4	36,6	5,8
Valor F	41,8**	28,7**	11,9**	35,3**	$0,8^{ns}$	$2,3^{ns}$	$2,5^{ns}$
CV (%)	2,8	12,2	16,4	14,9	15,5	21,6	48,4
		---------- 10 – 20 cm ----------					
Sem calcário	4,0	89,2	3,8	0,7 b	1,4	7,0	9,3
Com calcário	4,1	78,1	5,1	3,0 a	1,2	5,6	8,6
Calcário + MAP	4,1	81,0	5,8	3,3 a	1,3	6,5	10,0
Calcário + MAP + S	4,1	76,5	6,0	3,4 a	1,4	6,1	13,1
Calcário + MAP + Gesso	4,2	81,5	4,5	2,8 a	1,1	6,4	13,7
Valor F	$1,2^{ns}$	$0,6^{ns}$	$1,3^{ns}$	22,1**	$0,6^{ns}$	$0,3^{ns}$	$1,4^{ns}$
CV (%)	2,4	15,2	23,3	17,8	21,2	27,9	35,4

A maior produtividade de trigo foi alcançada com o tratamento CS + MAP + S (2343 kg ha^{-1}), tendo-se observado incremento de 43,8% (714 kg ha^{-1}) comparado com o tratamento controle sem calcário (Figura 1A). Tanto a calagem superficial como a aplicação S elementar foram importantes para aumentar o rendimento de grãos de trigo.
A produtividade de soja foi aumentada somente com os tratamentos de calagem (Figura 1B). O aumento nos teores de Ca e Mg, e a diminuição na acidez do solo,

observados nesse estudo, certamente proporcionaram adequado desenvolvimento radicular da soja e aumentaram a eficiência do uso dos nutrientes do solo, visto que a deficiência de Ca e Mg, juntamente com altos teores de Al, são fatores limitantes para o desenvolvimento radicular da soja. A adubação com MAP, S elementar e o uso de gesso não ocasionaram alterações significativas na produtividade de soja quando comparados com o tratamento de calcário. A ausência de resposta da soja à adubação com MAP certamente está ligada ao fato de o solo apresentar alto teor de P na camada superficial do solo. É importante destacar que a cultura do trigo foi mais responsiva à aplicação de S elementar do que a cultura da soja.

Figura 1: Produtividade de grãos de trigo (A) e soja (B) em função dos tratamentos com calcário na superfície, adubação fosfatada, enxofre elementar e gesso. Letras iguais não diferem significativamente pelo teste de Tukey (*P*<0,05). Safra 2018, Ponta Grossa - PR.



Conclusões

A calagem superficial em plantio direto aumentou o pH e os teores de Ca e Mg, bem como reduziu a acidez potencial do solo, na camada de 0-10 cm. Houve aumento no teor de Mg no solo até 20 cm e aumento na produtividade de trigo e soja com a calagem na superfície. A aplicação de S elementar somente aumentou o rendimento de grãos de trigo e o uso de gesso não alterou as produtividades de trigo e soja.

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Ponta Grossa pelo apoio ao projeto e incentivo à pesquisa, à Fundação Araucária pela bolsa de estudo durante o estágio no Laboratório de Fertilidade do Solo. Ao orientador do projeto, Professor Eduardo Fávero Caires, pelo auxílio prestado. Um agradecimento especial a toda equipe do Laboratório de Fertilidade do Solo.

Referências

CAIRES, E. F. Correção da acidez do solo em sistema de plantio direto. **Informações agronômicas**. Piracicaba, n. 141, 2013.

ERNANI, P.R.; RIBEIRO, M.F.S.; BAYER, C. Chemical modifications caused by liming below the limed layer in a predominantly variable charge acid soil. **Comm. Soil Sci**. Plant Anal., v. 35, p. 889–901, 2004.

FOX, R.L.; HUE, N.V.; PARRA, A.J. A turbidimetric method for determining phosphate-extractable sulfates in tropical soils. Comm. **Soil Sci.** Plant Anal., v.18, p.343–357, 1987.

PAVAN, M.A.; BLOCH, M.F.; ZEMPULSKI, H.C.; MIYAZAWA, M.; ZOCOLER, D.C**. Manual de análise química do solo e controle de qualidade.** Londrina, Instituto Agronômico do Paraná, 1992. 38p.