PRODUÇÃO DE SOJA APÓS LONGO PERÍODO DA CALAGEM SUPERFICIAL E DA ADUBAÇÃO NITROGENADA NAS CULTURAS DE OUTONO-INVERNO EM PLANTIO DIRETO

Joyce Martins Kufta (Fundação Araucária/UEPG), Adriano Haliski, Ana Claudia Lubczyk, Daniel Bueno Moreira, Leonardo Felipe Camargo Barão, Vanderson Modolon Duart, 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, nitrogênio, *Glycine max* L.

Resumo

Com o objetivo de avaliar os efeitos da calagem superficial e da adubação nitrogenada nas culturas de outono-inverno na nutrição e na produtividade da soja, foi realizado um experimento em um Latossolo Vermelho distrófico de textura média, manejado há 40 anos sob plantio direto, no município de Ponta Grossa–PR. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em parcelas subdivididas, com três repetições. Em 2004, nas parcelas (208 m^2) foram aplicadas quatro doses de calcário dolomítico com 85% de PRNT: 0, 4, 8, 12 t ha^{-1}. Nas subparcelas (41,6 m^2), foram empregadas quatro doses de nitrogênio: 0, 60, 120, 180 kg N ha^{-1}, na forma de nitrato de amônio, nas culturas de outono-inverno (aveia preta ou trigo). A calagem superficial reduziu o teor de K e aumentou o teor de Mg nas folhas de soja. A adubação nitrogenada também aumentou os teores de Ca e Mg no tecido foliar da soja. A aplicação de calcário na superfície em plantio direto aumentou a produtividade de grãos de soja quando altas doses de N foram utilizadas, e a adubação nitrogenada limitou severamente a produtividade da soja na ausência da calagem.

Introdução

A acidez do solo é uma das principais causas de limitação da produtividade das culturas. No plantio direto, a correção da acidez é efetuada por meio da aplicação de calcário na superfície, sem incorporação. O calcário aplicado na superfície do solo apresenta mobilidade limitada diminuindo a sua eficiência na redução da acidez subsuperficial. Porém, Caires *et al.* (2015) demonstraram efeitos da calagem superficial em camadas abaixo de 20 cm.

Fertilizantes amoniacais são usados como fonte de nitrogênio (N). Quando tais fertilizantes são aplicados em solos com calcário na superfície, grande parte do NH_4^+ adicionado é convertido em NO_3^-. A acidez gerada pelo processo de nitrificação pode auxiliar a dissolução do calcário, resultando na lixiviação de $Ca(NO_3)_2$ e outros sais formados para o subsolo. Como a absorção de NO_3^- pelas raízes normalmente é maior do que a de Ca^{2+}, pode ocorrer aumento do pH na rizosfera do subsolo.

O objetivo desse trabalho foi avaliar a nutrição e a produtividade de soja após longo período de calagem superficial e de sucessivas adubações nitrogenadas nas culturas de outono-inverno em sistema plantio direto.

Material e Métodos

O experimento foi realizado em um Latossolo Vermelho distrófico manejado há 40 anos sob plantio direto. Análises químicas e granulométricas do solo, da camada de 0-20 cm, realizadas antes da instalação, revelaram os seguintes resultados: pH ($CaCl_2$) 4,1; 110 $mmol_c\ dm^{-3}$ de H + Al; 12 $mmol_c\ dm^{-3}$ de Al^{3+}; 5 $mmol_c\ dm^{-3}$ de Ca^{2+}; 5 $mmol_c\ dm^{-3}$ de Mg^{2+}; 1,7 $mmol_c\ dm^{-3}$ de K^+; 6 mg dm^{-3} de P (Mehlich 1); 18 g dm^{-3} de C-orgânico e 10% de saturação por bases (V%) e teores de argila, silte e areia, respectivamente, de 295, 240 e 465 g kg^{-1}. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso em parcelas subdivididas, com três repetições. Nas parcelas, foram aplicadas quatro doses de calcário dolomítico, com 85% de PRNT: 0, 4, 8 e 12 t ha^{-1}, calculadas visando elevar a saturação por bases (V), na camada de 0-20 cm, a aproximadamente 40, 65 e 90%. Nas subparcelas, foram aplicadas quatro doses de N: 0, 60, 120 e 180 kg ha^{-1}, na forma de nitrato de amônio, nas culturas de outono-inverno (aveia preta ou trigo). O calcário foi aplicado em maio de 2004, a lanço na superfície do solo. As doses de N foram aplicadas em cobertura, anualmente, na época do perfilhamento, em todos os cultivos realizados na estação de outono-inverno. Em 2017, a área foi cultivada com aveia preta antes da soja.

A soja, cv. P. 95R51, foi semeada em 31/09/2017. A adubação de base foi realizada com 12, 90 e 30 kg ha^{-1} de N, P_2O_5 e K_2O, respectivamente. No florescimento da cultura da soja, coletou-se o terceiro trifólio a partir do ápice das plantas, em 30 plantas de cada subparcela, para análise química dos teores de nutrientes (MALAVOLTA et al., 1997). A produtividade de grãos foi avaliada por meio de colheita de 6 m^2 de cada subparcela. A umidade dos grãos foi corrigida para 130 g kg^{-1}.

Os resultados foram submetidos às análises de variância e de regressão. Os efeitos das doses de calcário e de N foram analisados por regressão polinomial ao nível de 5%. Quando houve interação significativa entre calagem x N, as análises de regressão foram realizadas considerando os devidos desdobramentos.

Resultados e Discussão

As análises dos teores foliares de nutrientes revelaram efeitos significativos das doses de calcário para o teor de K, sendo observada redução linear desse nutriente com o aumento das doses de calcário dolomítico (Tabela 1). Para o Mg, houve aumento linear no teor foliar desse nutriente em função da calagem. Caires *et al.* (2002) constataram redução na concentração de K nas folhas de milho em função da aplicação de calcário dolomítico. Os autores atribuíram tal efeito à substituição de K por Ca e Mg no tecido foliar. As doses de N aplicadas em superfície no perfilhamento da cultura de outono-inverno proporcionaram aumentos quadráticos nos teores de Ca e Mg. Entretanto, para esses nutrientes, foi observada interação significativa entre as doses de calcário e as de N (Tabelas 2 e 3). A calagem proporcionou alteração no teor foliar de Ca apenas na presença da maior dose de N e adubação nitrogenada aumentou o teor de Ca apenas na ausência de calagem e na dose de 4 t ha^{-1} de calcário, tendo-se observado aumento quadrático e linear, respectivamente (Tabela 2). O aumento do Ca com aplicação de calcário pode ser atribuído ao incremento no teor de Ca no solo promovido pela calagem. As respostas positivas com aplicação de N podem ser atribuídas ao efeito sinérgico entre N e Ca.

O desdobramento da interação entre calcário × N para o Mg revelou que a calagem aumentou teor foliar de Mg, independentemente da dose de N utilizada

(Tabela 3). A aplicação de N também aumentou o teor de Mg em todas as doses de calcário. Esse efeito somente não ocorreu no tratamento sem calcário.

Tabela 1 - Concentrações de nutrientes nas folhas de soja, considerando as doses de calcário na superfície e as doses de nitrogênio em cobertura em sistema plantio direto.

Tratamento	N	P	K	Ca	Mg	S
	---------- g kg^{-1} ----------					
Calcário, t ha^{-1}						
0	43,2	5,3	17,5	16,9	2,0	2,1
4	42,6	5,1	15,1	18,3	3,5	2,2
8	42,2	5,4	14,6	17,7	4,0	2,3
12	41,8	5,3	13,3	18,5	4,3	2,4
Efeito	ns	ns	L**	ns	L**	ns
C.V. (%)	4,1	3,3	11,3	12,5	20,6	15,4
Nitrogênio, kg ha^{-1}						
0	43,8	5,2	15,6	16,9	2,7	2,3
60	41,0	5,2	14,3	18,7	3,8	2,2
120	42,8	5,3	15,5	18,1	3,6	2,3
180	42,3	5,3	15,1	17,8	3,7	2,3
Efeito	ns	ns	ns	Q*	Q*	ns
C.V. (%)	4,9	6,3	10,3	8,0	17,1	11,3

ns: não significativo; L: efeito linear por análise de regressão; Q: efeito quadrático por análise de regressão; *: $P < 0,05$ e **: $P < 0,01$.

Tabela 2 – Desdobramento da interação entre as doses de calcário e de nitrogênio para a concentração de Ca nas folhas de soja em sistema plantio direto.

Tratamento	Nitrogênio, kg ha^{-1}				
	0	60	120	180	Efeito
Calcário, t ha^{-1}	---------- mg kg^{-1} ----------				
0	16,8	19,1	17,1	14,7	Q**
4	16,9	17,5	18,7	20,3	L**
8	17,0	17,7	18,4	17,6	ns
12	17,1	20,3	18,0	18,5	ns
Efeito	ns	ns	ns	Q**	

ns: não significativo; L: efeito linear por análise de regressão; Q: efeito quadrático por análise de regressão; *: $P < 0,05$ e **: $P < 0,01$.

Tabela 3 – Desdobramento da interação entre as doses de calcário e de nitrogênio para a concentração de Mg nas folhas de soja em sistema plantio direto.

Tratamento	Nitrogênio, kg ha^{-1}				
	0	60	120	180	Efeito
Calcário, t ha^{-1}	---------- mg kg^{-1} ----------				
0	2,0	2,5	2,0	1,4	Ns
4	2,7	3,9	3,7	3,5	Q*
8	2,9	3,8	4,1	5,2	L**
12	3,4	5,1	4,4	4,7	Q*
Efeito	L**	L**	L**	Q**	

ns: não significativo; L: efeito linear por análise de regressão; Q: efeito quadrático por análise de regressão; *: $P < 0,05$ e **: $P < 0,01$.

Os aumentos nos teores foliares de Mg com a calagem e a adubação nitrogenada também podem ser atribuídos aos mesmos fatores que ocasionaram as respostas ao Ca, tendo em vista que na área experimental utilizou-se calcário dolomítico com elevados teores de Mg em sua composição, e ao sinergismo entre N e Mg, conforme relatado por Malavolta e Moraes (2007).

A produtividade de grãos de soja foi influenciada significativamente pela interação entre as doses de calcário e de N (Figura 1). As doses de calcário aumentaram a produtividade de soja linearmente quando se empregou 120 kg N ha^{-1} e de forma quadrática quando se empregou a dose de 180 kg N ha^{-1}. Maiores respostas das culturas de primavera-verão à calagem superficial foram observadas por Caires *et al.* (2015) na presença de doses elevadas de N.

As doses de N promoveram alteração na produtividade de soja apenas na ausência de calagem. Houve drástica redução na produtividade de soja quando as doses de N, nas culturas de outono-inverno, foram aplicadas no tratamento sem calcário. Reduções significativas da produtividade das culturas em sistema plantio direto com a aplicação de altas doses de N na ausência de calagem também foram observadas por Caires *et al.* (2015).

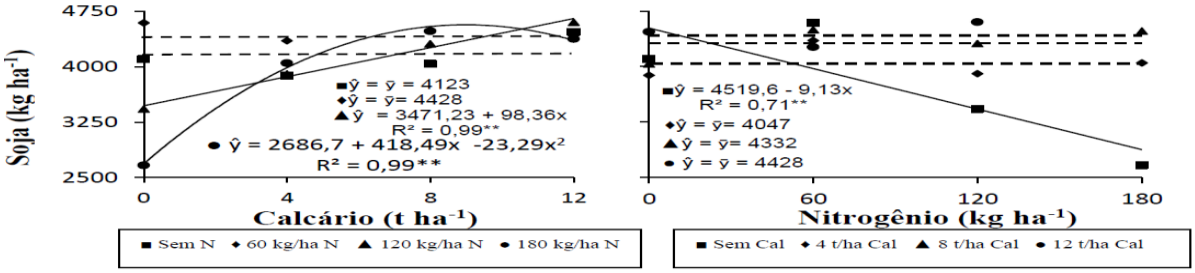


Figura 1. Produtividade de soja considerando as doses de calcário na superfície e de nitrogênio em cobertura em sistema plantio direto. *: $P < 0,05$ e **: $P < 0,01$.

Conclusões

A aplicação superficial de calcário dolomítico reduziu o teor de K e aumentou o teor de Mg nas folhas de soja. As doses de N aumentaram os teores de Ca na ausência de calagem e com a aplicação da menor dose de calcário (4 t ha^{-1}) e aumentaram o teor de Mg na presença da calagem.

A calagem superficial aumentou a produtividade de grãos de soja quando altas doses de N foram utilizadas, e a adubação nitrogenada nas culturas de outono-inverno reduziu a produtividade da soja na ausência da calagem.

Agradecimentos

À UEPG e à Fundação Araucária pela concessão da bolsa de iniciação científica. Ao meu orientador, Professor Eduardo Fávero Caires, aos colegas do Laboratório de Fertilidade do Solo e a equipe do Laboratório Multiusuário.

Referências

CAIRES, E.F.; BARTH, G; GARBUIO, F.J; KUSMAN, M.T. Correção da acidez do solo, crescimento radicular e nutrição do milho de acordo com a calagem em superfície em sistema plantio direto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.26, p.1011-1022, 2002.

CAIRES, E.F.; HALISKI, A.; BINI, A.R.; SCHARR, D.A. Surface liming and nitrogen fertilization for crop grain production under no-till management in Brazil. **European Journal of Agronomy**, v.66, p.41-53, 2015.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. Piracicaba, POTAFOS, 1997.

MALAVOLTA, E.; MORAES, M. F. Fundamentos do Nitrogênio e do Enxofre Nutrição Mineral de Plantas Cultivadas. In: YAMADA, T.; ABDALLA, S. R. S.;VITTI, G. C. (Eds.). **Nitrogênio e Enxofre na Agricultura Brasileira**. Piracicaba:IPNI, 2007. p. 189-24.