

# FORMAS DE APLICAÇÃO DE SILICATO DE CÁLCIO E MAGNÉSIO NA CULTURA DO SORGO EM NEOSSOLO QUARTZARÊNICO DE CERRADO<sup>1</sup>

Newton Cabral Barbosa<sup>2</sup>, Ricardo Venâncio<sup>2</sup>, Marcos Humberto Silva Assis<sup>2</sup>,  
Janaína de Brito Paiva<sup>2</sup>, Marco Aurélio Carbone Carneiro<sup>2</sup>, Hamilton Seron Pereira<sup>2</sup>

## ABSTRACT

FORMS OF APPLICATION OF CALCIUM AND  
MAGNESIUM SILICATE IN SORGHUM CROP IN A  
SAVANNAH QUARTZIPSAMMENT SOIL

Most of savannah soils are highly weathered and poor in nutrients, demanding chemical correction to become productive. For this purpose, limestone is usually applied, but silicate sources are also used because, besides correcting soil reaction, it supplies silicon to plants. This research had as objective to evaluate the effect of silicon levels and forms in soil and sorghum plants. Two forms of silicate application were evaluated: in the planting furrow and in the whole area. For the applications in the planting furrow, the levels of 100 kg ha<sup>-1</sup>, 200 kg ha<sup>-1</sup>, and 300 kg ha<sup>-1</sup> of silicate were used, while for the applications in the whole area 1000 kg ha<sup>-1</sup>, 2000 kg ha<sup>-1</sup>, and 3000 kg ha<sup>-1</sup> were used. Both application forms increased sorghum grain yield and Si concentration in soil and plants, differing, statistically, from control, but with no differences among them. The Si levels also promoted yield and Si concentration in soil and plants. The silicate addition promoted pH increase in the soil, confirming its acidity neutralization effect.

KEY-WORDS: Silicon; silicate; sorghum.

## RESUMO

Os solos de Cerrado, em sua maioria, apresentam avançado intemperismo e são pobres em nutrientes, exigindo constante correção para que se mantenham produtivos. Para essa correção, geralmente usa-se o calcário, mas pode-se, também, utilizar fontes silicatadas, que, além de corrigirem a acidez do solo, fornecem silício às plantas. Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito de diferentes doses e formas de aplicação de silicato nas características químicas do solo e em plantas de sorgo. Avaliaram-se duas formas de aplicação do silicato: no sulco de plantio e em área total. Nas aplicações no sulco de plantio, empregaram-se as dosagens de 100 kg ha<sup>-1</sup>, 200 kg ha<sup>-1</sup> e 300 kg ha<sup>-1</sup> de silicato, enquanto nas aplicações em área total, utilizaram-se 1000 kg ha<sup>-1</sup>, 2000 kg ha<sup>-1</sup> e 3000 kg ha<sup>-1</sup>. Ambas as formas de aplicação promoveram aumento na produção do sorgo e no teor de silício no solo e nas plantas, não diferindo, estatisticamente, entre si. Porém, ambas as formas diferiram da testemunha. As doses aplicadas também promoveram aumento de produção e nos teores de silício no solo e nas plantas. A adição de silicato proporcionou aumento de pH no solo, confirmando o seu efeito de neutralização da acidez do solo.

PALAVRAS-CHAVE: Silício; silicato; sorgo.

## INTRODUÇÃO

Um dos grandes desafios da agricultura moderna baseia-se no aumento de produtividade das áreas agrícolas existentes, evitando-se que novas áreas ou ecossistemas venham a sofrer ações antrópicas, visando à produção de grãos. O Cerrado é considerado o principal ecossistema de fronteira agrícola e está sendo utilizado para o aumento da produção de grãos e carnes (Sousa & Lobato 2004).

Os solos do Bioma Cerrado apresentam características peculiares, como pH em H<sub>2</sub>O baixo (< 5,5), alta saturação de Al<sup>3+</sup> e baixos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>, abrangendo as camadas superficial (0-20 cm)

e sub-superficial (> 20 cm) (Sousa & Lobato 2004), além de baixos teores de silício (Si) trocável, em virtude do alto intemperismo, o que limita sua capacidade de fornecimento de Si solúvel às plantas (Brady 2007). Plantas bem nutridas com Si, em geral, são mais resistentes a estresses ambientais bióticos (pragas e doenças) e abióticos (excesso de alumínio e deficiências hídricas) (Datnoff et al. 2001).

Segundo Korndörfer et al. (2004), a aplicação de silicatos de cálcio e magnésio (CaSiO<sub>3</sub> e MgSiO<sub>3</sub>) promove benefícios ao solo. Esses silicatos estão associados ao aumento na disponibilidade de Si, elevação do pH e aumento do Ca e Mg trocável do solo, indiretamente propiciando incremento na

1. Trabalho recebido em maio/2008 e aceito para publicação em dez./2008 (nº registro: PAT 3861).

2. Universidade Federal de Goiás, Campus Jataí, BR 364, km 192, CEP 75.800-000, Jataí, GO. E-mails: [cabralagro@gmail.com](mailto:cabralagro@gmail.com), [ricvenancio@yahoo.com.br](mailto:ricvenancio@yahoo.com.br), [assis.bio@hotmail.com](mailto:assis.bio@hotmail.com), [janab\\_paiva@hotmail.com](mailto:janab_paiva@hotmail.com), [carbonecarneiro@yahoo.com.br](mailto:carbonecarneiro@yahoo.com.br), [hseron@uol.com.br](mailto:hseron@uol.com.br).

disponibilidade de fósforo e podendo, ainda, atuar na redução da toxicidade de Fe, Mn e Al para as plantas (Prado et al. 2002).

As principais fontes de silicatos são as escórias da siderurgia de ferro e aço, cuja origem ocorre através da reação do calcário com a sílica ( $\text{SiO}_2$ ), presente no minério de ferro ou no ferro gusa, em altas temperaturas, geralmente acima de  $1.400^\circ\text{C}$ .

Algumas espécies de plantas cultivadas respondem à adubação com Si, dependendo da disponibilidade deste elemento no solo. Em plantas de sorgo, Carvalho et al. (1999) verificaram que a aplicação de Si, via solo, causou redução na preferência e na reprodução do pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rondani), revelando efeito favorável do Si nas plantas. Deren et al. (1994) observaram que o uso do Si tem promovido melhora na arquitetura da planta, promovendo aumento na fotossíntese. Considerando-se a fotossíntese como um dos principais eventos fisiológicos que ocorrem nas plantas e levando-se em conta sua relação com a produtividade das plantas, pode-se dizer que a nutrição vegetal com Si proporciona benefícios à produtividade.

Este estudo se propôs a avaliar o efeito de diferentes doses e formas de aplicação de silício nas características químicas do solo, do tecido vegetal e na produtividade de grãos de sorgo, em um Neossolo Quartzarênico de Cerrado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi realizado no município de Jataí, Estado de Goiás, na Fazenda Paraíso ( $17^\circ53'4,1''\text{S}$ ,  $51^\circ30'19,1''\text{W}$  e altitude de 840 m), no período de fevereiro a junho de 2004. O solo foi classificado como Neossolo Quartzarênico, cujas características químicas e físicas são apresentadas na Tabela 1. Utilizou-se o sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) BRS 701 da Embrapa como planta-teste.

Empregou-se o delineamento de blocos casualizados, com sete tratamentos, sendo um

testemunha (sem silicato) e quatro repetições. Os tratamentos consistiram na aplicação do silicato de cálcio e magnésio no sulco de plantio e área total. As doses empregadas no sulco de plantio foram  $100 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $300 \text{ kg ha}^{-1}$ , enquanto as doses empregadas em área total foram  $1000 \text{ kg ha}^{-1}$ ,  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$  e  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$ . Os tratamentos foram aplicados manualmente, no dia do plantio, e o silicato utilizado foi originado da produção de aço inoxidável, com 36% de CaO e 11% de MgO. No plantio do sorgo, também foram aplicados, no sulco, em todas as parcelas,  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  da formulação 08-28-16 de  $\text{N-P}_2\text{O}_5\text{-K}_2\text{O}$ . Aos vinte dias após a germinação das plantas, foi realizada uma cobertura nitrogenada com  $150 \text{ kg ha}^{-1}$  de sulfato de amônio.

As parcelas foram constituídas por dez linhas de plantas de sorgo, com 10 m de comprimento e espaçadas 0,5 m entre si, com 7 plantas por metro linear, correspondendo a uma população de 140.000 plantas por hectare. Para a avaliação dos resultados, buscando-se evitar efeitos adversos ocasionados pelas bordas das parcelas, colheu-se os 6 m centrais de quatro linhas centrais, perfazendo uma área útil de  $12 \text{ m}^2$ . As plantas foram colhidas manualmente, após atingirem a maturação fisiológica (camada preta no ponto de inserção do grão na gluma).

As variáveis avaliadas neste estudo foram: pH do solo, concentração de Si no solo, produção de massa seca (colmos e folhas), produção de grãos e concentração de Si no colmo, nas folhas e nos grãos. As amostras de solo foram coletadas após a colheita, nas profundidades de 0-10 cm e 10-20 cm, na linha de plantio.

O pH do solo foi determinado em água (1:2,5) e o teor de Si no solo pela extração por  $\text{CaCl}_2$   $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ , mediante agitação de 8,0 g de solo, em  $80 \text{ cm}^3$  de solução, por uma hora. Após a agitação, a solução ficou em repouso por uma noite, para a decantação de argilas suspensas e posterior filtragem com papel filtro tipo faixa-azul. A quantificação do Si foi realizada através da formação do complexo BETA-molibdosilicato amarelo, reduzido pelo ácido ascórbico ao azul-de-molibdênio, e leitura em espectrofotômetro, a 660 nm (Kilmer 1965).

Plantas inteiras foram amostradas de cada parcela, para a determinação de massa seca. O tecido vegetal do sorgo foi separado em colmos, folhas e grãos, pesados e, posteriormente, colocados para secar em estufa, a  $65^\circ\text{C}$ , até peso constante. Depois

Tabela 1. Características químicas e físicas do solo usado no estudo.

pH	H+Al	Ca	Mg	K	Si <sup>1</sup>	P <sup>2</sup>	Textura ( $\text{g dm}^{-3}$ )		
H <sub>2</sub> O	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>			—	mg dm <sup>-3</sup>	1	areia	silte	argila
5,02	6,02	1,21	0,64	0,09	3,78	1	798,3	74,1	127,6

<sup>1</sup>- Extraído com cloreto de cálcio  $0,01 \text{ mol dm}^{-3}$ ; <sup>2</sup>- Extraído com Mehlich-1.

de seco, procedeu-se à pesagem dos materiais, seguindo-se a moagem e peneiragem, a 20 mesh. Para determinação da produção de grãos, foi medida a umidade dos grãos e feita a correção para 12% de umidade. A quantificação dos teores de Si na planta seguiu a metodologia descrita por Elliott & Snyder (1991).

Os resultados foram submetidos a análise de variância e teste F e as médias dos tratamentos foram comparadas, também pelo teste F, para os contrastes entre as formas de aplicação de silicato e entre as formas de aplicação com a testemunha, ambos a 5% de probabilidade. Para as doses de silicatos, dentro de cada forma de aplicação, foi aplicada a análise de regressão polinomial.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ao se observar os resultados de produção de grãos (Tabela 2), percebe-se que a aplicação no sulco e em área total de silicato proporcionaram aumentos de 36% e 29%, respectivamente, na produtividade de grãos, em relação à testemunha. Resultados semelhantes foram obtidos por Korndörfer et al. (1999) e Carvalho-Pupatto et al. (2004), para a cultura do arroz. No segundo destes trabalhos, além de incrementos na produtividade, o fornecimento de Si proporcionou maior crescimento radicular em profundidade e melhor distribuição de raízes no perfil do solo, motivo pelo qual colabora na justificativa do aumento de produção.

Pela Figura 1, observa-se que houve resposta linear no aumento da produção de grãos, em função das doses aplicadas, tanto para o silicato aplicado no sulco, como para o aplicado em área total. Este

Tabela 2. Produção média de grãos, colmos e folhas secas de sorgo e contraste pelo teste F, entre os diferentes tratamentos.

Tratamentos	kg ha <sup>-1</sup>		
	grãos	colmos	folhas
Testemunha	3007	806	408
Silicato no sulco	4093	1050	502
Silicato em área total	3884	1094	484
	Valor F		
Testemunha x silicato no sulco	15,98 **	3,39 ns	2,90 ns
Testemunha x silicato área total	10,40 **	4,73 *	1,93 ns
Silicato no sulco x silicato área total	1,19 ns	0,22 ns	0,20 ns
CV (%)	12,2	22,2	19,0

\* significativo a 5 %; \*\* significativo a 1 e 5 %; ns = não significativo.

resultado era esperado, por se tratar de um solo arenoso, com baixos teores de bases, considerado um dos fatores mais expressivos na limitação de produção nestes solos. Por isso, observa-se que, mesmo com doses menores, no sulco de plantio houve aumento de produtividade similar à aplicação em área total, pois, apesar de representar uma quantidade menor de corretivo, este foi colocado mais próximo das raízes. Tissi et al (2004) e Caires et al. (2001) observaram que a correção do solo aumentou a absorção de N, P, K, Ca, Mg e S pelas plantas, propiciando melhor produtividade.

Com base na produção de colmos e folhas (Tabela 2), percebe-se que as diferentes formas de aplicação não influenciaram, significativamente, estas variáveis, com exceção do silicato aplicado em área total, em relação à testemunha, na produção de colmos, mostrando que o Si, em plantas de sorgo, tem efeito mais acentuado na produção de grãos, se comparado com a produção de massa seca (colmo e

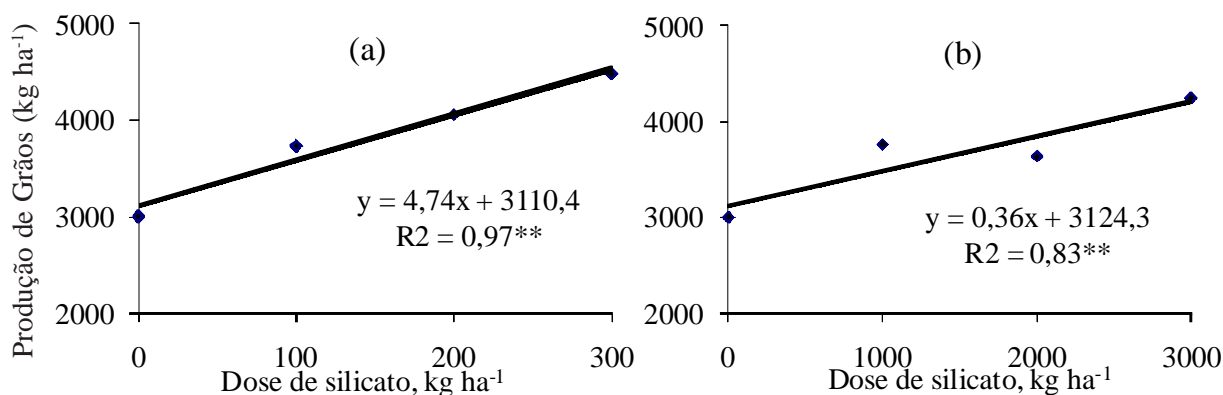


Figura 1. Produção de grãos de sorgo, em função das doses de silicatos aplicadas no sulco de plantio (a) e em área total (b).

folhas). Trabalhando com a cultura do arroz, Carvalho (2000) verificou que a aplicação de Si não interferiu na produção de massa seca. Resultado semelhante foi obtido por Luz (2006), que constatou, em alfaces cultivadas em solução nutritiva com Si, menor diâmetro da parte aérea e menor massa fresca e seca da parte aérea. Esses resultados corroboram os encontrados neste estudo.

A aplicação de Si, tanto no sulco como em área total, proporcionou aumentos significativos no teor de Si nos grãos, colmos e folhas, em relação à área sem aplicação de Si (Tabela 3), mas não houve diferença significativa ( $p > 0,05$ ) entre as formas de aplicação do silicato. A maior concentração de Si foi observada nas folhas, em torno de  $7,0 \text{ mg kg}^{-1}$ , se comparado com os teores de Si no colmo e nos grãos.

Pode-se observar, através da Figura 2, que houve aumentos significativos nos teores de Si, com as doses crescentes de silicato aplicado, tanto no sulco

Tabela 3. Teores médios de Si nos grãos, colmos e folhas de sorgo e contraste pelo teste F, entre os diferentes tratamentos.

Tratamentos	grãos	colmos		folhas
		$\text{mg kg}^{-1}$		
Testemunha	3,8	4,1		6,0
Silicato no sulco	5,3	5,5		6,8
Silicato em área total	5,0	5,2		7,0
	Valor F			
Testemunha x silicato no sulco	8,03 **	7,98 **		4,19 *
Testemunha x silicato área total	6,37 *	9,35 **		6,90 **
Silicato no sulco x silicato área total	0,19 ns	0,11 ns		0,67 ns
CV (%)	16,7	13,8		10,4

\* significativo a 5 %; \*\* significativo a 1 e 5 %; ns = não significativo.

como em área total. Este aumento foi linear, em todas as partes da planta, com exceção do Si na folha, no tratamento com aplicação de silicato no sulco de plantio (Figura 2a). Segundo Korndörfer et al. (2004), as gramíneas são grandes acumuladoras de Si e esta resposta crescente na absorção de Si demonstra a deficiência do Neossolo neste elemento.

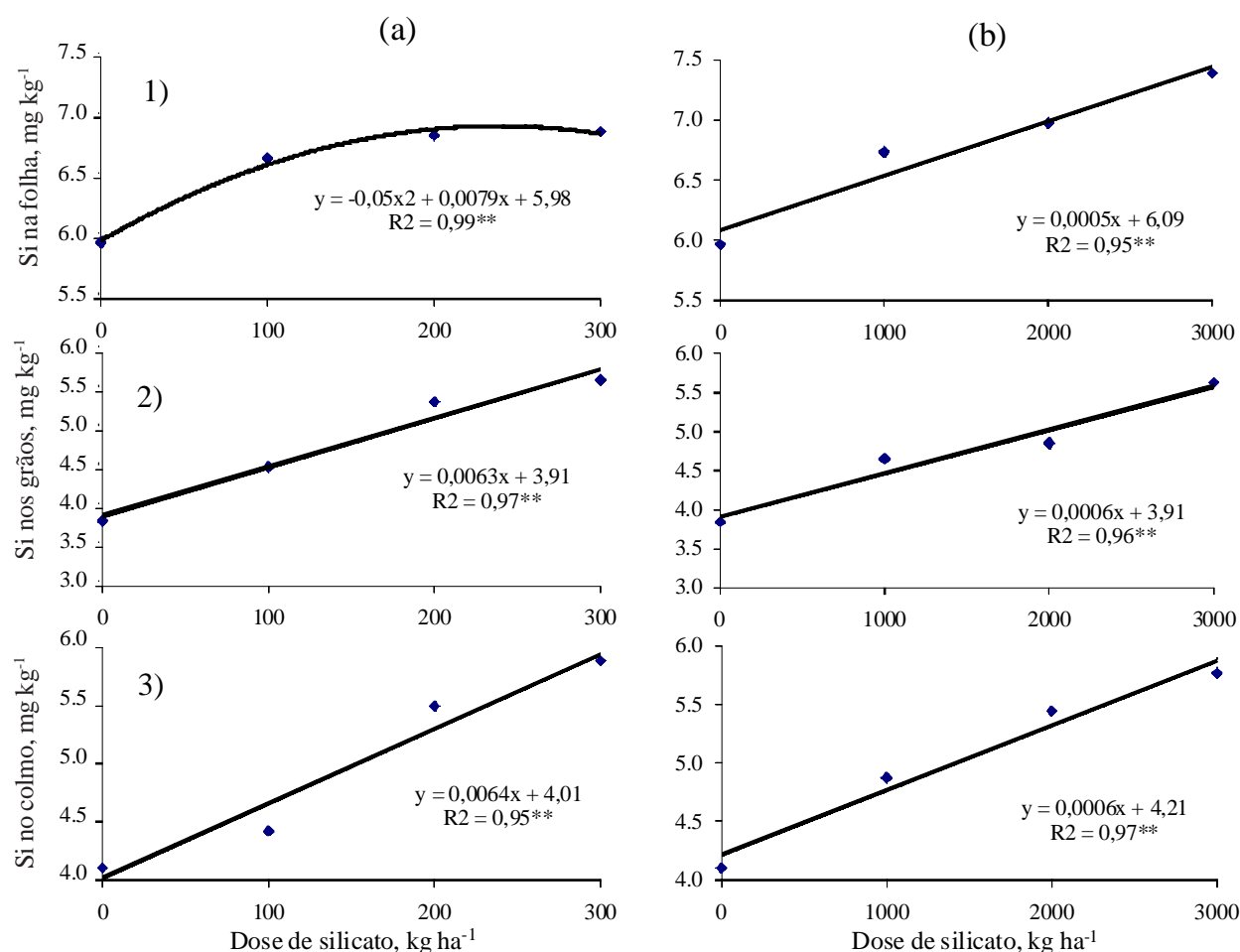


Figura 2. Teores de silício na folha (1), nos grãos (2) e no colmo (3), em função das doses de silicato aplicadas no sulco de plantio (a) e em área total (b).

A aplicação de silicato em área total e no sulco (Tabela 4) proporcionou aumento significativo na concentração de Si solúvel no solo, em relação à testemunha, tanto na camada superficial, como na profundidade de 10-20 cm. Resultados referentes ao aprofundamento do Si no solo também foram constatados por Ramos et al. (2006), que observaram o carreamento do Si para camadas mais profundas, independentemente da fonte silicatada utilizada.

De forma geral, percebeu-se aumento no teor de silício no solo, em função das doses crescentes de silicato, nas duas formas de aplicação (Figura 3). Isso corrobora o resultado obtido por Mauad et al. (2003). O aumento observado foi quadrático entre os tratamentos, exceto na profundidade de 10-20 cm, nos tratamentos com aplicação de silicato no sulco, que apresentou aumento linear. Este comportamento pode ser explicado pelo baixo tamponamento do solo arenoso, em que o efeito do corretivo diminui quando o pH atinge valores elevados.

Analisando os valores de pH, em ambas as profundidades (Tabela 4), percebe-se, em todos os tratamentos, aumento significativo nos valores de pH, quando comparados à testemunha. Porém, não foram observadas diferenças entre as formas de aplicação do silicato. O aumento do pH, em função das doses, também foi significativo (Figura 4), com regressões quadráticas para o silicato aplicado em área total e regressão linear para o silicato aplicado no sulco. Isso demonstra, novamente, o baixo tamponamento deste solo, no qual as doses mais elevadas em área total promoveram a inclinação da curva de correção do solo. Já no caso do sulco de plantio, como as doses

Tabela 4. Teor médio de Si e pH no solo e contraste pelo teste F, entre os diferentes tratamentos.

Tratamentos	Silício no solo		pH do solo	
	0 - 10 cm	10 - 20 cm	0 - 10 cm	10 - 20 cm
	mg kg <sup>-1</sup>			
Testemunha	4,04	3,52	5,91	5,38
Silicato no sulco	7,16	7,67	6,81	6,55
Silicato em área total	8,07	8,48	6,86	6,69
	Valor F			
Testemunha x silicato no sulco	22,23	** 27,80	** 8,63	** 12,62
Testemunha x silicato área total	36,95	** 39,69	** 9,58	** 15,70
Silicato no sulco x silicato área total	3,71	ns 2,11	ns 0,05	ns 0,34
CV (%)	16,1	18,7	7,9	8,9

\* significativo a 5 %; \*\* significativo a 1 e 5 %; ns = não significativo.

foram menores, a resposta foi linear. Resultados semelhantes foram obtidos por Camargo et al. (2007) e Prado & Fernandes (2000). Carvalho-Pupatto et al. (2004) afirmam que, além de elevar, de forma significativa, os valores de pH, a adubação silicatada reduziu a acidez potencial (H+Al) do solo. Segundo Alcarde (1992), esta elevação no pH do solo deve-se ao efeito de neutralização ou alcalinidade exercido pela fonte silicatada, que promove a reação de ânions SiO<sub>3</sub><sup>-2</sup> com prótons de hidrogênio.

Em síntese, a aplicação de silicato apresentou-se como alternativa promissora para o aumento de produtividade na cultura do sorgo, sendo importante salientar que o efeito corretivo do silicato foi um dos principais fatores que influenciaram neste aumento. Embora tenha sido verificado aumento nos teores de Si, tanto no solo quanto nos tecidos vegetais, não foi possível avaliar o efeito isolado do Si. Logo, não se pode afirmar que este foi o responsável pelo aumento da produtividade. Na literatura, vários efeitos positivos para as plantas são atribuídos ao uso de

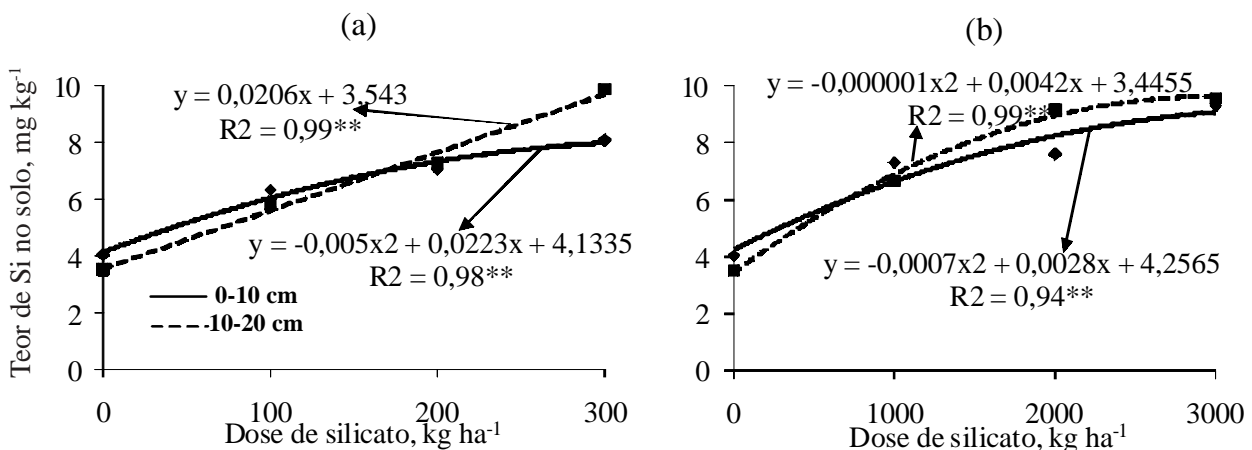


Figura 3. Teor de Silício no solo (extração com CaCl<sub>2</sub>), em função das doses de silicato aplicadas no sulco de plantio (a) e em área total (b).

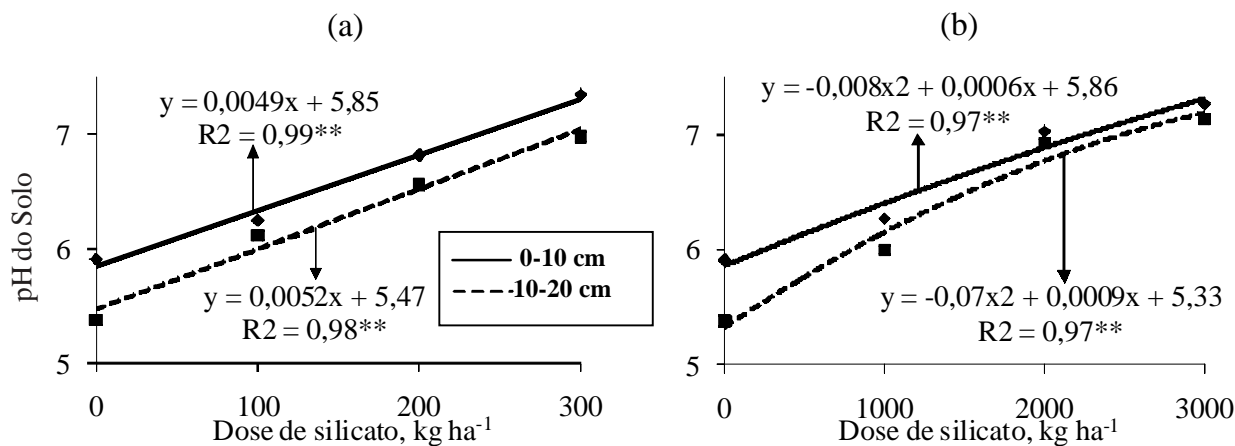


Figura 4. Valor do pH no solo, em função das doses de silicato aplicadas no sulco de plantio (a) e em área total (b).

silicatos. Korndörfer et al. (1995, 2004) observaram que, além do aumento na disponibilidade do Si-solúvel, outros efeitos estão associados, como a redução de Fe e Mn tóxicos para as plantas; aumento na disponibilidade de fósforo, cálcio e magnésio no solo; fornecimento dos micronutrientes que estão presentes nestes produtos; e ação corretiva dos silicatos sobre a acidez dos solos.

### CONCLUSÕES

1. A aplicação do silicato no sulco de plantio e em área total foram eficientes para o aumento da produtividade de grãos de sorgo.
2. A aplicação de silicato no solo, tanto no sulco como em área total, aumentou o teor de Si nos grãos, colmos e folhas.
3. A aplicação de silicato aumentou o pH e o teor de Si do solo.

### REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. *Corretivo de acidez do solo: características e interpretações*. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. (Boletim técnico, 6).
- BRADY, N. C. *The nature and properties of soils*. 14. ed. New Jersey: Prentice Hall, 2007.
- CAIRES, E. F.; FELDHAUS, I. C.; BLUM, J. Crescimento radicular e nutrição da cevada em função da calagem e aplicação de gesso. *Bragantia*, Campinas, v. 60, n. 3, p. 213-223, 2001.
- CAMARGO, M. S. et al. Reação do solo e absorção de silício pelo arroz. *Scientia agricola*, Piracicaba, v. 64, n. 2, p. 176-180, 2007.
- CARVALHO, J. C. *Análise de crescimento e produção de grãos da cultura do arroz irrigado por aspersão em função da aplicação de escórias de siderurgia como fonte de silício*. 2000. 119 f. Dissertação (Mestrado em Ciência do Solo). Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.
- CARVALHO, S. P.; MORAES, J. C.; CARVALHO, J. G. Efeito do silício na resistência do sorgo (*Sorghum bicolor*) ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Homoptera: Aphididae). *Anais da Sociedade Entomológica Brasileira*, v. 28, n. 3, p. 505-510, 1999.
- CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BULL, L. T.; CRUSCIOL, C. A. C. Atributos químicos do solo, crescimento radicular e produtividade do arroz de acordo com a aplicação de escórias. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 39, n. 12, p. 1213-1218, 2004.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, F. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Eds.). *Silicon in Agriculture*. Amsterdam: Elsevier Science B.V., 2001.
- DEREN, C. W. et al. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. *Crop Science*, Madison, v. 34, n. 3, p. 733-737, 1994.
- ELLIOTT, C. L.; SNYDER, G. H. Autoclave-induced digestion for the colorimetric determination of silicon in rice straw. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Washington, v. 39, n. 6, p. 1118-1119, 1991.
- KILMER, V. J. Methods of soil analysis: part 2. In: \_\_\_\_\_. *Chemical and microbiological properties*. Madison: American Society Agronomic, 1965. p. 959-962.

- KORNDÖRFER, G. H. et al. Efeito do silicato de cálcio no teor de silício e na produção de grãos de arroz de sequeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 635-641, 1999.
- KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, v. 70, n. 1, p. 1-5, 1995.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. *Silicato de cálcio e magnésio na agricultura*. Uberlândia: UFU/ICIAG, 2004. (Boletim técnico, 1).
- LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, S. T. M. R.; KORNDÖRFER, G. H. Produção hidropônica de alface em solução nutritiva com e sem silício. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v. 24, n. 3, p. 295-300, 2006.
- MAUAD, M. et al. Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 867-873, 2003.
- PRADO, R. M. et al. Avaliação da escória de siderurgia e de calcários como corretivos da acidez do solo no cultivo da alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 37, n. 4, p. 539-546, 2002.
- PRADO, R. M.; FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 739-744, 2000.
- RAMOS, L. A. et al. Reatividade de corretivos da acidez e condicionadores de solo em colunas de lixiviação. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v. 30, n. 5, p. 849-857, 2006.
- SOUSA, D. M.; LOBATO, E. *Cerrado: correção do solo e adubação*. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004.
- TISSI, J. A.; CAIRES, E. F.; PAULETTI, V. Efeito da calagem em semeadura direta de milho. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 3, p. 405-413, 2004.