

## Influência do silicato de cálcio na acidez do solo e teores de nutrientes na cultura do milho<sup>(1)</sup>.

**Marcos Vinícius Mansano Sarto<sup>(2)</sup>; Leandro Rampim<sup>(3)</sup>; Maria do Carmo Lana<sup>(4)</sup>; Jean Sérgio Rosset<sup>(3)</sup>; Adriano Mitio Inagaki<sup>(2)</sup>; Jucenei Fernando Frandoloso<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos da Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES).

<sup>(2)</sup> Mestrando em Produção Vegetal; Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Marechal Cândido Rondon-PR. E-mail: marcos\_sarto@hotmail.com; mitioinagaki@gmail.com <sup>(3)</sup> Doutorando em Produção Vegetal; UNIOESTE. Marechal Cândido Rondon-PR; E-mail: rampimleandro@yahoo.com.br; jsrosset@hotmail.com <sup>(4)</sup> Professora Associada, Centro de Ciências Agrárias – CCA/UNIOESTE, Bolsista CNPq; Marechal Cândido Rondon-PR; E-mail: maria.lana@unioeste.br <sup>(5)</sup> Doutor; Técnico de Laboratório; Universidade Estadual do Oeste do Paraná, UNIOESTE; Marechal Cândido Rondon-PR. E-mail: juceneiff@hotmail.com

**RESUMO:** O silicato de cálcio quando aplicado ao solo tem efeito sobre a nutrição das plantas, uma vez que é fonte de silício, cálcio e magnésio. Com o objetivo de avaliar o efeito de doses de silicato de cálcio sobre os atributos químicos do solo e absorção de nutrientes pela cultura do milho, realizou-se um experimento em casa de vegetação, em vasos com Latossolo Vermelho eutrófico – LVef. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco doses de silicato de cálcio (0; 1,2; 2,4; 4,8 e 9,6 t ha<sup>-1</sup>) com quatro repetições. Posteriormente, foi avaliado os valores de pH, Ca e Mg do solo, e os teores de N, P, K, Ca e Mg da parte aérea do milho. A aplicação de silicato de cálcio promove ação corretiva ao elevar o pH do solo e, aumento das concentrações de Ca e Mg. Incrementando também os teores de N, K, Ca e Mg na parte aérea da cultura do milho.

**Termos de indexação:** Corretivo de acidez, *Zea mays* L., Silício.

### INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), planta da família das Gramíneas (*Poaceae*) pertence ao grupo de plantas com metabolismo fotossintético do tipo C4, caracterizando-se pelo elevado potencial produtivo. Em território brasileiro o cultivo do milho é expressivo, sendo produzido em todo o território, atingindo no ano agrícola de 2011/2012 a produção de 68 milhões de toneladas, sendo o estado do Paraná um dos maiores produtores, com 16,7 milhões de toneladas (Conab, 2012).

Apesar de o Brasil ser um dos maiores produtores mundiais de milho, a produtividade (4.400 kg ha<sup>-1</sup>), é baixa ao comparar com outros países, como os EUA (9.240 kg ha<sup>-1</sup>) conforme Usda (2012), sendo até mesmo, superado por países considerados de nível tecnológico agrícola inferior.

Por outro lado, uma das formas de aumentar a produtividade desta cultura é, sem dúvida, a

nutrição mineral adequada das plantas (Pinazza, 1993).

No Brasil, as rochas carbonatadas moídas, denominados calcários, são os materiais predominantemente empregados na agricultura como corretivos da acidez do solo. Entretanto, existem materiais corretivos alternativos, sendo as escórias de siderurgias como um dos mais promissores (Prado & Fernandes, 2000), e apesar de estarem disponíveis no mercado brasileiro, têm sido pouco comercializadas e utilizadas na agricultura (Quaggio, 2000).

A utilização do silicato de cálcio (CaSiO<sub>3</sub>) gera reações semelhantes à do calcário, que eleva o pH do solo e, pode disponibilizar o ânion silicato (H<sub>3</sub>SiO<sub>4</sub><sup>-</sup>) (Carvalho et al., 2000). Assim como aumentar a eficiência da adubação básica de N, P e K, visto que os silicatos apresentam propriedades de adsorção e promovem menor lixiviação de K<sup>+</sup> e de outros nutrientes móveis no solo (Marafon & Endres, 2011).

No presente estudo, objetivou-se avaliar os efeitos de doses crescentes de silicato de cálcio nos atributos químicos do solo e na absorção de nutrientes pela cultura do milho cultivado em Latossolo Vermelho eutrófico.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, no Núcleo de Estações Experimentais da Universidade Estadual do Oeste do Paraná - Unioeste, *campus* de Marechal Cândido Rondon - PR, no período de abril a junho de 2012.

O experimento foi implantado e conduzido em vasos de polietileno de 8,5 dm<sup>3</sup>, contendo 8 dm<sup>3</sup> de solo peneirado em malha de 5 mm. O solo utilizado para o preenchimento dos vasos apresentava textura argilosa, o qual foi coletado na camada arável de 0-0,2 m, no município de Marechal Cândido Rondon - PR, sendo classificado com Latossolo Vermelho eutrófico - LVef (Embrapa, 2006), com os seguintes atributos químicos e granulométricos (**Tabela 1**).

### Tratamentos e amostragens

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, com cinco doses de silicato de cálcio (0, 1,2; 2,4; 4,8 e 9,6 t ha<sup>-1</sup>) e quatro repetições, totalizando 20 unidades experimentais. Como fonte de silício foi utilizado silicato de cálcio (CaSiO<sub>3</sub>), com nome comercial Agrossilício, oriundo de uma escória da produção do aço inox (Acesita), tratada pela Recmix do Brasil, de forma que na composição deste produto tem-se 25% de cálcio, 6% de magnésio e 10,5% de silício.

Antes da semeadura, os vasos permaneceram incubados por 15 dias com 60% do volume total de poros (VTP) ocupado por água (Freire et al., 1980). No momento da semeadura, foi realizada a adubação básica de acordo com Raij et al. (2001), aplicando-se 40 kg ha<sup>-1</sup> de N, 90 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Após 30 dias da semeadura, foi realizada a adubação de cobertura com 45 kg ha<sup>-1</sup> de N na forma de uréia.

Em seguida, aos 45 dias após a semeadura (DAS), foi realizado o corte da parte aérea das plantas, as quais foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar a 65°C por 72 horas. Posteriormente, foram moídas em moinho do tipo Willye, e em seguida foram realizadas as análises química da parte aérea das plantas, para determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg (Embrapa, 2009). Ao final do experimento, também foram retiradas amostras do solo na profundidade de 0-20 m, para avaliação dos valores do pH e teores Ca e Mg (Embrapa, 2009).

### Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F, e quando houve efeito significativo, seguiu-se a aplicação de estudos de regressão polinomial (Pimentel-Gomes & Garcia, 2002), com auxílio do programa estatístico Saeg 8.0 (Saeg, 1999).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises de solo foi possível observar que houve mudanças nos atributos químicos do solo. A utilização do silicato de cálcio elevou de forma linear positiva os valores de pH CaCl<sub>2</sub> com valores iniciais de 4,9 aumentando para 6,8 e o pH H<sub>2</sub>O apresentou valores iniciais de 6,04 aumentando para 7,46, em média, ambos com a aplicação de 9,6 t ha<sup>-1</sup> (**Figura 1a e 1b**). Resultados semelhantes com o uso de escórias foram relatados por Prado & Fernandes (2003), sendo atribuído à

ação do agente neutralizante SiO<sub>3</sub><sup>-2</sup>, gerado pela reação das escórias com o solo (Alcarde, 1992).

Também foi verificado aumento significativo nos valores de Ca e Mg em função das doses do silicato de cálcio aplicadas ao solo (**Figura 1c e 1d**). Prado & Fernandes (2003), também obtiveram incrementos da concentração de Ca e Mg na profundidade de 0-0,2 m, ao avaliarem o efeito residual de escória siderúrgica em solo cultivado com cana-de-açúcar. O acréscimo nos teores de Ca e Mg é resultante da composição química do material utilizado, uma vez que no processo de fundição do aço o Ca e o Mg oriundo silicato, participam das reações (Firme, 1986).

As quantidades de nutrientes acumulados nas plantas é o melhor indicador de sua disponibilidade para as mesmas (Alvarez et al., 1996). Verificou-se que não houve aumentos significativos nos teores foliares de P com a adição de silicato de cálcio, no entanto, foi observado incremento linear nos teores foliares de N, K, Ca e Mg (**Figura 2**). Entre os macronutrientes houve maior acúmulo de K e N, enquanto que o P e Mg foram os nutrientes que apresentaram menor acúmulo.

O efeito na concentração dos nutrientes N, K, Ca e Mg pode ter ocorrido devido ao aumento do pH do solo (**Figura 1a e 1b**), proporcionando incremento da disponibilidade desses nutrientes no solo sendo adsorvido pela cultura do milho.

Desta forma, o uso de fertilizantes silicatados pode aumentar a eficiência da adubação N e K, pois normalmente apresentam propriedades de adsorção. Isso faz com que ocorra menor lixiviação de potássio e outros nutrientes móveis no horizonte superficial. Além disso, plantas com níveis mais elevados de silício tendem a apresentar nível superior de nitrogênio em seus tecidos (Korndörfer et al., 2002).

Contraopondo os resultados obtidos no presente trabalho, Brecht et al. (2004) observaram que plantas de feijão tratadas com 1,0 t de silicato de cálcio por hectare (0,5 g kg<sup>-1</sup>) não apresentaram efeito significativo na concentração de N, na parte aérea, entretanto observaram redução dos teores de P e cobre.

## CONCLUSÕES

A adubação com silicato de cálcio em Latossolo Vermelho eutroférico de textura argilosa promove ação corretiva no solo, com consequente aumento da disponibilidade de cálcio e magnésio.

O silicato de cálcio incrementa os teores de N, K, Ca e Mg na parte aérea de plantas de milho.



## AGRADECIMENTOS

À Coordenadoria de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior (CAPES) e Fundação Araucária de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico do Paraná (FUNDAÇÃO ARAUCÁRIA), pela concessão de bolsas de estudo.

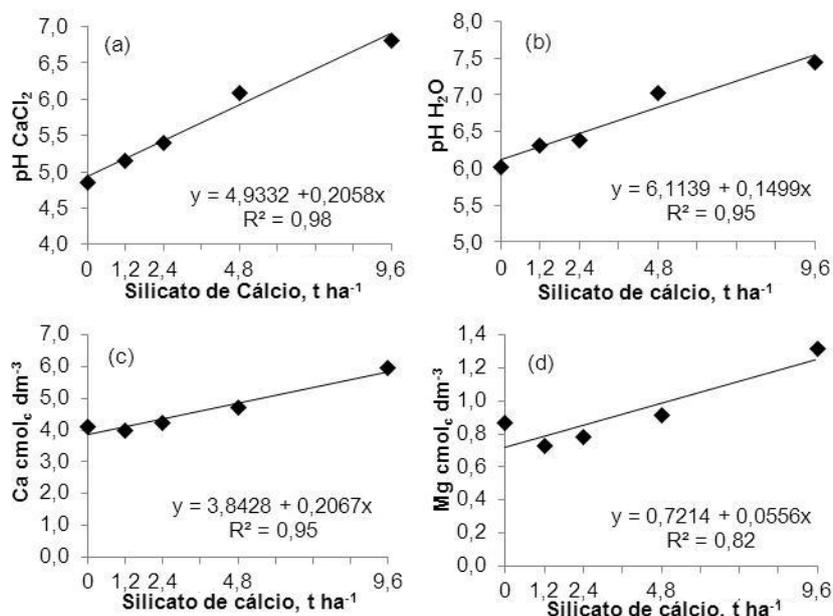
## REFERÊNCIAS

- ALCARDE, J. C. Corretivo de acidez do solo: características e interpretações. São Paulo: Associação Nacional para Difusão de Adubos e Corretivos Agrícolas, 1992. 26 p. (Boletim Técnico, 6).
- ALVAREZ, V. H.; FONTES, L. E. F.; FONTES, M. P. F. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG: SBCS; UFV, p.615-646, 1996.
- BRECHT, M. O.; DATNOFF, L. E.; KUCHARREK, T. A. & NAGATA, R. T. Influence of silicon and chlorothalonil on the suppression of gray leaf spot and increase plant growth in St. Augustinegrass. *Plant Disease*, 88:338-344, 2004.
- CARVALHO, R.; FURTINE NETO, A. E.; NILTON, C. & FERNANDES, L. A. Dessorção de fósforo por sílcio em solos ácidos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 24:69-74, 2000.
- CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12\\_0\\_05\\_09\\_50\\_17\\_boletim\\_safra\\_-\\_junho-2012.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_0_05_09_50_17_boletim_safra_-_junho-2012.pdf)>. Acesso em: 05 mar. 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2.ed. Brasília, 2009. 628p.
- FIRME, D.J. Enriquecimento e fusão de escória de siderurgia como fosfato natural. Dissertação Mestrado Viçosa: UFV, 1986. 55p.
- FREIRE, J. C.; RIBEIRO, M. A. V.; BAHIA, V. G.; LOPES, A. S. & AQUINO, L. H. Resposta do milho cultivado em casa de vegetação a níveis de água em solos da região de Lavras (MG). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 4:5-8, 1980.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. & CAMARGO, M. S. Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura. 2.ed. Uberlândia: GPSi-ICIAG-UFU, 2002. 24p.
- MARAFON, A. C. & ENDRES, L. Adubação silicatada em cana-de-açúcar. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2011. 48 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 165).
- PIMENTEL-GOMES, F. & GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002, 309p.
- PINAZZA, L. A. Perspectivas da cultura do milho e do sorgo no Brasil. In: BULL, L.T. & CANTARELLA, H. Cultura do milho: Fatores que afetam a produtividade. Piracicaba. Potafós. 1993. p.1-10
- PRADO, R. de M. & FERNANDES, F. M. Escória de siderurgia e calcário na correção da acidez do solo cultivado com cana-de-açúcar em vaso. *Scientia Agrícola*, 57:739-744, 2000.
- PRADO, R. de M. & FERNANDES, F. M. Efeito residual da escória de siderurgia como corretivo da acidez do solo na soqueira da cana-de-açúcar. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 27:287- 296, 2003.
- QUAGGIO, J. A. A acidez e calagem em solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2000. 111p.
- RAIJ, B. van; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H. & QUAGGIO, J. A. Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais. Campinas: Instituto Agrônomo, 2001. 285p.
- USDA-Agricultural Statistics Board, Crop production, Disponível em: <<http://usda01.library.cornell.edu/usda/current/CropProd/CropProd-05-10-2012.pdf>>. Acesso em: 05 jun. 2012.

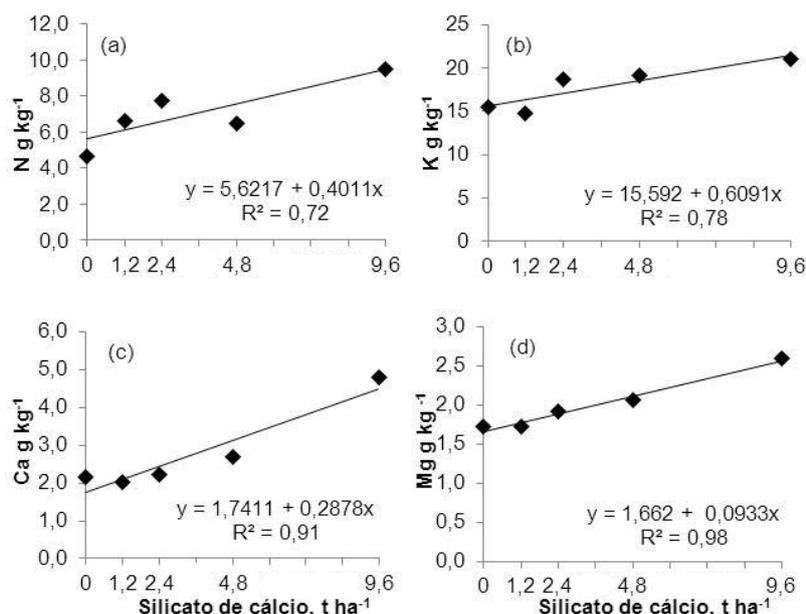
**Tabela 1.** Atributos químicos e granulométricos do Latossolo Vermelho eutrófico coletado na camada de 0-0,2 m de profundidade. Marechal Cândido Rondon – PR, 2012

pH	V	P	MO	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	K <sup>+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC
CaCl <sub>2</sub>	- % -	mg dm <sup>-3</sup>	g dm <sup>-3</sup>	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----						
4,55	50,11	16,91	20,51	3,74	0,62	0,06	0,2	4,4	4,42	8,82
Micronutrientes										
Cu	Zn	Fe	Mn	Si	Argila	Silte	Areia			
-----mg dm <sup>-3</sup> -----								-----g kg <sup>-1</sup> -----		
9,9	15,1	5,9	3,5	18,9	377	499,3	123,7			

(P,K, Micronutrientes) Extrator Mehlich-1; (Si) Extrator ácido acético; (Al, Ca, Mg) Extrator KCl 1 mol L<sup>-1</sup>; (H+Al) pH SMP (7,5); (pH) Extrator CaCl<sub>2</sub> (EMBRAPA, 2009).



**Figura 1.** Valores médios de pH CaCl<sub>2</sub> (a), pH H<sub>2</sub>O (b), Ca (c) e Mg (d) no solo, após o cultivo com milho, em função das doses de silicato de cálcio. Marechal Cândido Rondon – PR, 2012



**Figura 2.** Efeito das doses de silicato de cálcio sobre os teores foliares de N (a), K (b), Ca (c) e Mg (d) após o cultivo com milho. Marechal Cândido Rondon – PR, 2012