

## Nutrientes no solo e produção de quiabo conforme doses de silicato de cálcio e magnésio

Emmerson Rodrigues de Moraes<sup>1</sup>, Aysha Cristinne dos Reis<sup>1</sup>, Nikson Elias Pinto da Silva<sup>1</sup>, Mateus Ferreira<sup>1</sup>, Felipe Garcia de Menezes<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano, Campus Morrinhos, Morrinhos, Minas Gerais, Brasil. E-mail: emmerson.moraes@ifgoiano.edu.br, ayshacristinne@gmail.com, nikson-silva@hotmail.com

Recebido:12/09/2017; Aceito: 29/01/2018

### RESUMO

A acidez do solo é fator limitante na agricultura, pelo fato da mesma indisponibilizar o fósforo na solução do solo e influenciar na dinâmica dos demais nutrientes no solo. A utilização de silicato de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) fornece silício (Si) e corrige a acidez do solo aumentando a produtividade. O objetivo do estudo foi observar a produção do quiabeiro e as características químicas do solo em função da aplicação de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio. Utilizou-se o delineamento em blocos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições cultivado em 2014 e 2016. O silicato de cálcio e magnésio foi aplicado ao solo nas seguintes doses: 0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 t ha<sup>-1</sup>. Foram avaliados o peso de fruto por planta, peso médio de frutos, número de frutos por planta, produtividade, e os teores de Si, Ca, Mg e pH do solo. Não há acréscimos nos componentes do rendimento e produtividade do quiabeiro com o fornecimento de silicato de cálcio e magnésio em solo com boa fertilidade. O silicato de cálcio e magnésio reduz a acidez do solo e aumenta os teores de Ca, Mg e Si disponíveis no solo.

**Palavras-chave:** *Abelmoschus esculentus*, adubação silicatada, produtividade.

### Nutrients in the soil and okra production conforming application of calcium and magnesium silicate

#### ABSTRACT

Soil acidity is a limiting factor in agriculture, because it immobilizes phosphorus in the soil and influences the dynamics of other nutrients in the soil. The use of calcium and magnesium silicate as a corrective and supplier of Si, Ca and Mg can improve the performance of the crop. The objective of the study was to observe the performance of the okra crop [*Abelmoschus esculentus* (L.) Moench] and soil properties as a function of the application of calcium and magnesium silicate. A randomized block design with five treatments and five replications was used. The calcium and magnesium silicate was applied to the soil in the following doses: 0; 0.5; 1.0; 2.0 and 4.0 t ha<sup>-1</sup>. The fruit weight per plant, average fruit weight, number of fruits per plant, productivity, Si, Ca, Mg and soil pH were evaluated. There was no increase in the yield and productivity components of the okra with increasing doses of calcium and magnesium silicate. Calcium and magnesium silicate promotes a reduction of soil acidity and increases Ca, Mg and Si levels of the soil.

**Key words:** *Abelmoschus esculentus*, silicate fertilization, productivity

## 1. Introdução

O quiabeiro *Abelmoschus esculentus* (L.) Moench, pertencente à família Malvaceae é uma hortaliça originária da África, muito adaptada às condições tropicais. O quiabeiro encontrou no Brasil as melhores condições para o seu crescimento e desenvolvimento. O clima quente e úmido é muito favorável sendo mais cultivado nas regiões Nordeste e Sudeste (BACHEGA et al, 2013), ao contrário do clima frio com dias curtos e noites longas onde não possui desenvolvimento favorável. O fruto do quiabeiro é rico em vitaminas A, B1 e C, além de fornecer cálcio (EMBRAPA, 2011a).

Para o cultivo do quiabo o solo deve estar livre de acidez do solo. O solo deve ser bem manejado, contendo os nutrientes ideais para a cultura, tais como NPK, Ca, Mg, e além destes, a adubação orgânica também pode trazer inúmeros benefícios.

Um dos minerais primários mais abundantes nos solos é o óxido de silício ( $\text{SiO}_2$ ), constituindo a base da estrutura da maioria dos argilominerais. O Si é encontrado em solos tropicais basicamente na forma de quartzo, opala ( $\text{SiO}_2 \cdot n\text{H}_2\text{O}$ ) e outras formas não-disponíveis às plantas. Em solos oxidicos a disponibilidade de silício é menor em função do estado avançado de intemperização. (CAMARGO et al., 2007). O processo de intemperização dos solos pode apresentar sérias limitações químicas para o desenvolvimento das plantas. Como consequência, a intemperização promove a elevada acidez dos solos, redução da capacidade de troca catiônica (CTC), diminuição da saturação por bases e grande capacidade para fixar fósforo (BARBOSA FILHO et al., 2001).

O Si auxilia na resistência das plantas a doenças e pragas, diminui a taxa de transpiração e participa do ciclo das plantas. Rodrigues et al. (2011) comentam que em plantas de arroz, a adubação com Si pode reduzir ou eliminar o número de aplicações com agrotóxicos durante o ciclo da cultura. Diante disso, uma barreira física é formada após a deposição do Si abaixo da cutícula, formando assim uma camada de sílica em maior proporção conferindo maior resistência à planta, dificultando a penetração e desenvolvimento de hifas de fungos (KORNDÖRFER et al., 2002). Para Korndörfer e Datnoff (1995) em algumas culturas o silício pode aparecer nas folhas de forma natural e a quantidade do mesmo irá depender da idade da folha, em folhas velhas aparecendo em maior quantidade do que em novas.

A deposição de Si nas plantas depende do solo, da espécie e variedade da mesma. O Si pode resultar também em uma rápida ativação dos mecanismos de defesa da planta, além dele pode atuar também como uma barreira química. A forma que o Si protege a planta é estimulando a produção de quitinases, peroxidases e

através do acúmulo de lignina, todos na parede celular exercendo maior resistência e/ou tolerância (CAMARGO, 2016).

O Si é um elemento benéfico para Gramíneas e em hortaliças para algumas Fabaceas, Asteraceas e Brassicaceas (LANA et al., 2002). Revisando o efeito do Si na tolerância das plantas aos estresses abióticos e bióticos, Camargo (2016) observou, em hortaliças, redução de doenças fúngicas nas culturas da abobrinha, batata, melão, pepino, pimentão e tomate. São raros os estudos científicos envolvendo o uso de corretivos na cultura do quiabeiro, principalmente corretivos contendo fonte silicatada.

O objetivo foi avaliar a produção do quiabeiro e as características químicas do solo em função da aplicação de diferentes doses de silicato de cálcio e magnésio.

## 2. Material e Métodos

Os experimentos foram realizados no ano de 2014 e 2016 no Instituto Federal Goiano (IF Goiano), campus Morrinhos-GO, com uma altitude aproximada de 850 metros. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distrófico (EMBRAPA, 2013).

O clima da região, segundo Koppen, é tropical úmido, caracterizado por verão chuvoso e inverno seco. As temperaturas médias mensais de julho a novembro nos anos de 2014 e 2016 variaram de 18 a 24 ° C. A precipitação média de julho a novembro de 2014 foi de 440 mm e no ano de 2016 nos mesmos meses foi de 400 mm.

Amostras de solo foram coletadas nas profundidades de 0 a 20 cm e 20 a 40 cm e posteriormente encaminhadas ao laboratório para a análise química (Tabela 1) e física (Tabela 2).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 2 x 5, sendo dois anos de cultivo e cinco doses com cinco repetições. O cultivo ocorreu nos anos de 2014 e 2016 e as doses de silicato de cálcio e magnésio foram: 0; 0,5; 1,0; 2,0 e 4,0 t ha<sup>-1</sup>. Em julho de 2014 após a aplicação do silicato sobre a superfície do solo foi utilizada enxada rotativa com encanteirador para homogeneização. O Agrosilício Plus® foi a fonte do silicato de cálcio e magnésio tratando-se de um corretivo de solo e fertilizante mineral simples que possui 25% de cálcio, 6% de magnésio e 10,5% de silício.

As adubações de plantio e cobertura foram realizadas de acordo com a análise química do solo e as recomendações de Correia et al. (1999). Utilizou-se no plantio 400 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 08-28-18 (20 g planta<sup>-1</sup>) e em cobertura 200 kg ha<sup>-1</sup> da formulação 20-00-20 (10 g planta<sup>-1</sup>), aos 20, 50 e 80 dias após o transplante.

**Tabela 1.** Caracterização química do solo da área experimental na profundidade de 0 a 20 e 20 a 40 cm, em julho de 2014, Morrinhos - GO.

pH (H <sub>2</sub> O)	Ca	Mg	Al	P	K	H+Al	T	V	m	M.O.
--:2,5--	-----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> -----			--mg dm <sup>-3</sup> --	--cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		-----%-----			-g kg <sup>-1</sup> -
-----0 a 20 cm-----										
5,8	2,7	0,9	0,0	42,3	212	4,2	8,34	50	0	4,9
-----20 a 40 cm-----										
5,9	1,9	0,5	0,0	16,5	76	3,2	5,79	45	0	3,3

pH em H<sub>2</sub>O; Ca, Mg, Al, (KCl 1 mol L<sup>-1</sup>); P, K = (Mehlich<sup>-1</sup>); H + Al = (Solução Tampão – SMP a pH 7,5); CTC a pH 7,0; V = Saturação por bases; m = Saturação por alumínio, M.O. = Método Colorimétrico (EMBRAPA, 2011b).

**Tabela 2.** Caracterização física do solo da área experimental na profundidade de 0 a 20 e 20 a 40 cm, Morrinhos - GO.

Profundidade cm	AG	AF	Silte	Argila	Textura <sup>1</sup>
	-----g kg <sup>-1</sup> -----				
0 a 20	196	217	278	309	Franco Argiloso
20 a 40	205	206	210	379	Franco Argiloso

AG = Areia grossa; AF = Areia fina. <sup>1</sup> Método da pipeta (EMBRAPA, 2011b).

Foi utilizada a cultivar Santa Cruz 47 e aos 30 dias após a aplicação dos tratamentos no início do mês de agosto de 2014 realizou-se o transplante das mudas de quiabo. Os canteiros formados obtiveram dimensões de 25 cm de profundidade, 1,30 cm de largura da base e 1,10 cm de largura de topo com espaçamento duplo de 0,8 m entre fileiras x 0,6 m entre as plantas. Foram utilizadas 14 plantas por parcelas de 5, 0 m, sendo que somente 10 plantas constituíram a parcela útil.

No ano de 2015 foi realizado o cultivo de abobrinha italiana e após seu cultivo a área permaneceu em pousio até o início de cultivo do quiabeiro em 2016. No ano de 2016, no início do mês de agosto, iniciou-se o transplante das mudas transcorrendo e finalizando o ciclo como ocorreu no ano de 2014. Não houve preparo do solo e reforma dos canteiros em 2016. A adubação e tratos culturais foram os mesmos realizados na primeira safra. A irrigação foi realizada diariamente com lâmina de 3 mm via gotejamento. As mangueiras auto-compensantes com emissor espaçados de 0,6 m e vazão de 1,5 l h<sup>-1</sup> foram colocadas nas fileiras.

O manejo de plantas daninhas ocorreu por meio de capina manual. Não foram registrados insetos e patógenos que ocasionassem danos econômicos a cultura do quiabeiro, com exceção de formigas - *Atta sexdens rubropilosa*. O controle de formigas foi realizado com fipronil aplicados em solução sobre os insetos e na abertura do formigueiro na dosagem de 1,5 g i.a. L<sup>-1</sup> de calda de fipronil.

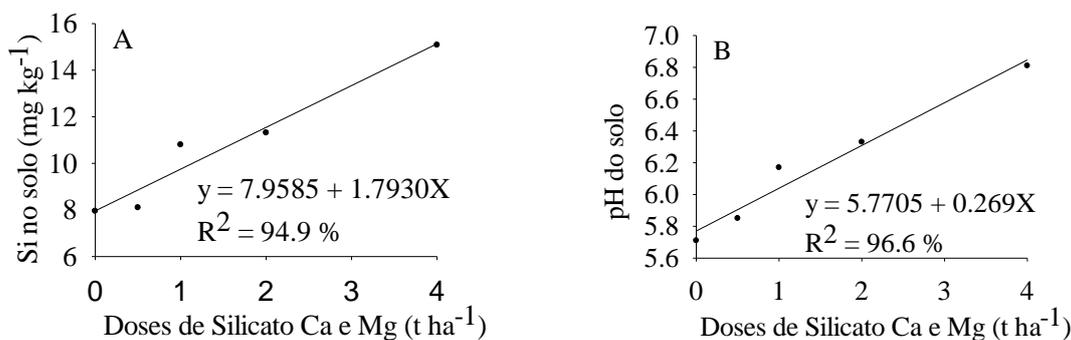
A colheita foi realizada a partir dos 60 dias após o transplante observando frutos com comprimento mínimo de 7,0 cm até que a extremidade final do fruto esteja quebradiça. A colheita foi realizada com frequência de duas vezes semanais durante 75 dias tendo início no mês de outubro e término em dezembro.

As características avaliadas foram: peso de fruto por planta, peso médio de frutos, número de frutos por planta, produtividade, teor de silício, cálcio, magnésio e pH do solo. Os frutos foram colhidos, contabilizados e pesados em balança de capacidade mínima de 10 g e máxima de 10 kg. A produtividade foi determinada após o fim da safra somando-se a pesagem de todas as colheitas. O silício no solo foi determinado com extrator cloreto de cálcio 0,01 mol dm<sup>-3</sup> conforme Pereira et al (2007). Os teores de Ca, Mg e o pH do solo foram determinados de acordo com Embrapa (2011b).

Os dados foram submetidos a análise de variância, e as médias comparadas pelo teste Tukey, a 5% de probabilidade. Quanto ao efeito das doses de silicato foi realizado a análise de regressão a nível de 5%. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa SISVAR (FERREIRA, 2011).

### 3. Resultados e Discussão

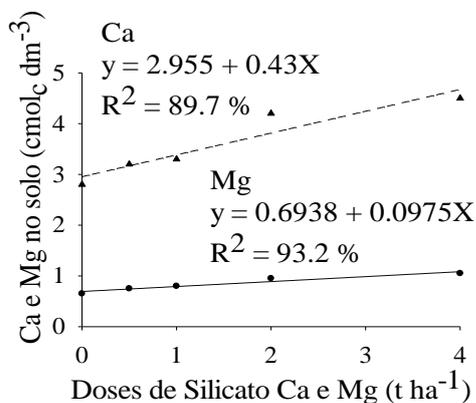
As doses do silicato de cálcio e magnésio sobre o teor de Si e pH do solo foram significativas (P<0,05) ajustando a modelo linear (Figuras 1A e 1B). O fornecimento de 4,0 t ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio e magnésio incorporado ao solo possibilitou o aumento do teor de silício em 92% alcançando 15 mg dm<sup>-3</sup>. A partir da mesma dose de silicato o pH foi de 6,8 representando um aumento de 19% comparado ao pH de 5,7 em que não foi aplicado o silicato. Isso mostra o aumento da disponibilidade de Si no solo e a neutralização da acidez trocável (Al<sup>+3</sup>) e parte da acidez ativa (H<sup>+</sup>). Silva et al. (2014) trabalhando com *Brachiaria ruziziensis* L. observaram o aumento do pH do solo utilizando doses de 0 a 3,2 t ha<sup>-1</sup> de silicato de cálcio e magnésio, o mesmo saindo de 6,08 para 6,73.



**Figura 1.** Quantidade de Si no solo (A) e valores do pH (B) e em função de doses de silicato de cálcio e magnésio.

Korndörfer et al. (1999) concluíram que a aplicação de silicato de cálcio e magnésio garante aumentos significativos lineares na redução da acidez do solo, nos teores de Ca e Mg trocáveis e nos teores de Si no solo.

A quantidade de cálcio e magnésio no solo, após o cultivo do quiabeiro aumentou gradativamente de acordo com o crescente fornecimento das doses aplicadas de silicato (Figura 2). O uso de fontes corretivas de acidez do solo fornecem nutrientes como Ca e Mg, aumentando assim os níveis destes nutrientes e a saturação de bases do solo, além disso o silicato de cálcio e magnésio também promovem a neutralização do Al trocável e podem causar toxidez às plantas (CAIRES; JORIS, 2016). A redução da acidez do solo acarreta maior disponibilização do P lábil na solução do solo (NOVAIS et al., 2007) e redução do poder tampão da matéria orgânica do solo (EBELING et al., 2008).



**Figura 2.** Efeito das doses de silicato de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos teores de Ca e Mg no solo.

O efeito de doses do silicato de cálcio e magnésio sobre o quiabeiro não foi significativo ( $P > 0,05$ ) para nenhuma das características agrônômicas do rendimento, exceto o peso médio dos frutos (Tabela 3). O menor peso médio dos frutos colhidos no ano de 2016 é atribuído à menor taxa de crescimento dos frutos em função da temperatura. A colheita no ano de 2016 teve seu início em meados do mês de agosto; a colheita da safra de 2014 no mês de setembro. A média de temperatura para o mês de setembro de 2014 foi de 24 °C,

maior que a média para o mês de agosto de 2016 de 19 °C. O quiabeiro, cultura exigente em calor, possui melhor desenvolvimento em temperaturas entre 21 a 25°C, com médias máximas de 35°C e mínimo 18 25°C. (SONNENBERG; SILVA, 2002).

O quiabeiro não apresentou aumento de produtividade em função do aumento de doses de silicato de cálcio e magnésio. A ausência de resposta do quiabeiro à adição do silicato pode estar relacionada à boa condição inicial do solo. A acidez do solo com pH em 5,8, bons teores de Ca e Mg (tabela 1) é um indicativo de boa fertilidade do solo.

Rodrigues et al. (2011), apresentam aumento de rendimento de grãos de arroz e teores de silício na planta. Tais benefícios são consequências de melhoria dos atributos químicos do solo como o pH, Ca, Mg e Si. Souza et al. (2015) verificaram melhor velocidade de emergência e crescimento das plântulas de milho com a aplicação de silicato de cálcio e magnésio. Santana et al. (2015) não observaram efeitos significativos na produtividade de massa verde e massa seca do capim andropogon com a utilização do silicato de cálcio e magnésio, contendo 38% de CaO; 11% de MgO; 23% de SiO<sub>2</sub> e 86% de poder relativo de neutralização total. Oliveira et al. (2015) observaram boa resposta nas características agrônômicas e aumento da massa e vigor das sementes das cultivares de soja BMX turbo RR, tudo isso com a aplicação de silício via solo através da cinza da casca de arroz carbonizada como fonte de silício.

O bom manejo do solo visa garantir condições ideais de cultivo, porém para se obter esse resultado é necessário a adoção de boas práticas de uso do solo e cultivo. Desta forma, deve-se atentar ao uso indiscriminado de corretivos no solo na hora do cultivo tais como o calcário, silicatos e escórias; o uso em excesso de corretivo da acidez do solo poderá provocar dispersão de argilas e desagregação do solo deteriorando sua estrutura física (CASTRO et al., 2011). Pode-se adotar o uso rotacionado dos corretivos contendo silicatos visando manter níveis desejáveis de matéria orgânica e cobertura do solo.

**Tabela 3.** Peso de frutos por planta, peso médio de frutos, número de frutos por planta e produtividade de quiabeiro sob doses de silicato de cálcio e magnésio em 2014 e 2016

Ano	Doses de silicato de Cálcio e Magnésio (t ha <sup>-1</sup> )					Média
	0,0	0,5	1,0	2,0	4,0	
	Peso de frutos por planta (g)					
2014	750	773	698	838	884	788 A
2016	697	643	665	707	734	689 A
	DMS= 199; CV <sub>Ano</sub> (%) = 34.43					
	Peso médio de frutos (g)					
2014	22.2	23.0	22.7	21.4	22.8	22.4 B
2016	18.4	17.6	17.5	17.7	18.1	17.9 A
	DMS= 3.55; CV <sub>Ano</sub> (%) = 22.41					
	Número de frutos por planta (unidades)					
2014	33.5	34.9	31.3	38.1	39.1	35.4 A
2016	37.8	37.5	38.4	40.0	40.5	38.9 A
	DMS= 4.98; CV <sub>Ano</sub> (%) = 17.09					
	Produtividade (t ha <sup>-1</sup> )					
2014	11.2	11.6	10.4	12.5	13.2	11.8 A
2016	9.9	10.2	9.9	10.1	10.0	10.0 A
	DMS= 2.66; CV <sub>Ano</sub> (%) = 31.05					

<sup>1</sup>Médias seguidas por letras distintas na coluna, diferem entre si pelo Teste de Tukey a 0,05 de significância.

A produtividade de 13,26 t ha<sup>-1</sup> alcançada com a maior dose de silicato de Ca e Mg está abaixo da citada por Filgueira (2008) que destaca uma boa produtividade de 15 a 20 t ha<sup>-1</sup> cultivado nas regiões Sudeste e Sul. Na região da Paraíba, um estudo realizado por Oliveira et al. (2014) verificaram baixa produtividade de 4,0 t ha<sup>-1</sup> do quiabeiro, respondendo a adubação orgânica e sem a presença de NPK. Constatou-se que a cultura do quiabo reagiria melhor com uma adição de NPK juntamente com matéria orgânica. Para a cultura do quiabeiro a interação clima, planta e solo e uso adequado de fertilizantes pode influenciar positivamente. A cultura do quiabeiro tem uma boa produção com o plantio a partir do mês de agosto (SONNENBERG; SILVA, 2002) visto que possui um ciclo de aproximadamente 400 dias (FILGUEIRA, 2008).

#### 4. Conclusões

Não há acréscimos nos componentes do rendimento e produtividade do quiabeiro com o fornecimento de silicato de cálcio e magnésio em solo de alta fertilidade.

O silicato de cálcio e magnésio reduz a acidez do solo e aumenta a disponibilidade de Ca, Mg e Si no solo.

#### Agradecimentos

À Agronelli pelo fornecimento do produto Agrosilício Plus<sup>®</sup> ao IFGoiano - Campus Morrinhos.

#### Referências Bibliográficas

BACHEGA, L. P. S.; CARVALHO, L. B.; BIANCO, S.; CECÍLIO FILHO, A. B. **Período de interferência de plantas daninhas na cultura do quiabo**. Planta Daninha, Viçosa,

MG, v. 31, n. 1, p. 63, 2013. Disponível em: <<https://repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/978/S0100-83582013000100007.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 dez 2017

BARBOSA FILHO, M. P.; SNYDER, G. H.; FAGERIA N. K.; DATNOFF L. E.; SILVA, O. F. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, MG, v. 25, n. 2, p. 325-330, 2001. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v25n2/09.pdf>>. Acesso em: 19 de abr. 2017.

BARBOSA, N. C.; VENÂNCIO RICARDO.; ASSIS, M. H. S.; PAIVA, J. B.; CARNEIRO, M. A. C.; PEREIRA, H. S. **Formas de aplicação de silicato de cálcio e magnésio na cultura do sorgo neossolo quartzarênico de cerrado**. Goiânia, GO, v. 38, n. 4, p. 290-291, 2008. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/viewFile/3861/4294>>. Acesso em: 17 dez 2017.

CAIRES, E. F.; JORIS, H. A. W. Uso de corretivos granulados na agricultura. **IPNI - International Plant Nutrition Institute**, Piracicaba-SP, n 154, p.17 - 21, 2016. Disponível em: <<http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2016-156?OpenDocument&toc=0>>. Acesso 19 jan. 2017.

CAMARGO, M. S. Efeito do silício na tolerância das plantas aos estresses bióticos e abióticos, **Informações Agronômicas**, Piracicaba-SP, n. 155, p. 1-8, 2016. Disponível em: <<http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/issue/IA-BRASIL-2016-156?OpenDocument&toc=0>>. Acesso em: 19 jan. 2017.

CAMARGO, M. S.; KORNDÖRFER, G. P.; PEREIRA, H. S. **Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido silícico aplicados**. Campinas-SP, v. 66, n. 4, p. 637-647, 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/brag/v66n4/14.pdf>>. Acesso em: 17 abr. 2017

CASTRO, G. S. A.; CALONEGO, J. C.; CRUSCIOL, C. A. C. Propriedades físicas do solo em sistemas de rotação de culturas conforme o uso de corretivos da acidez. **Pesquisa**

- Agropecuária Brasileira**. Brasília-DF, v. 46, n. 12, p. 1690-1698, 2011. Disponível em: <<https://seer.sct.embrapa.br/index.php/pab/article/view/10362>>. Acesso em: 12 dez. 2016.
- CORREIA, L. G.; AVELAR FILHO, J. A.; NAGAI, H. Quiabo. In: RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V., V. H. (Ed.). **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação**. Viçosa, MG: Comissão de fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999. p. 25-32.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Catálogo Brasileiro de Hortaliças**. Saiba como plantar e aproveitar 50 das espécies mais comercializadas no País. Brasília-DF: Embrapa Hortaliças, 2011a, 60 p.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de métodos de análises de solo**. 2 ed. Rio de Janeiro-RJ: Embrapa Solos, 2011b, 230 p.
- EMBRAPA. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Rio de Janeiro-RJ: Embrapa Solos, 2013. 350 p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e na comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, 2008. 421 p.
- 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-SP, sem volume, n. 70, p. 1-3, 1995. Disponível em: <[http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/C681F3735F93590C83257B8E00702AA9/\\$FILE/Page1-3-70.pdf](http://www.ipni.net/PUBLICATION/IA-BRASIL.NSF/0/C681F3735F93590C83257B8E00702AA9/$FILE/Page1-3-70.pdf)>. Acesso em 10 abr. 2017.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S. e CAMARGO, M. S. **Silicatos de Cálcio e Magnésio na Agricultura**. 2.ed. Uberlândia-MG: MG-GPS/ICIAG/UFU, 2002. 24 p. (Boletim Técnico, 1).
- KORNDÖRFER, G. H.; ARANTES, V. A.; CORRÊA, G. F.; SNYDER, G. H. **Efeito do silicato de cálcio no teor de silício no solo e na produção de grãos de arroz de sequeiro**. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa-MG, v. 23, n. 3, p. 635-641, 1999. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbcs/v23n3/17.pdf>>. Acesso em 20 abr. 2017.
- EBELING, A. G.; DOS ANJOS, L. E. C.; PEREZ, D. V.; PEREIRA, M. G.; VALLADAREZ, G. S. Relação entre acidez e outros atributos químicos em solos com teores elevados de matéria orgânica. **Bragantia**, Campinas-SP, v. 67, n. 2, p. 429-439, 2008. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=90867219>>. Acesso em 28 dez. 2017.
- LANA, R. M. Q.; KORNDÖRFER, G. H.; ZANÃO JÚNIOR, L. A.; SILVA, A. F.; LANA, A. M. Q. Efeito do silicato de cálcio sobre a produtividade e acumulação de silício no tomateiro. **Bioscience Journal**, Uberlândia-MG, v. 19, n. 2, p.15-20, 2003.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ V., V. H.; BARROS, N. F.; FONTES, R. L.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do Solo**. Viçosa-MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. 1017 p.
- OLIVEIRA, A. P.; SILVA, O. P. R.; SILVA, J. A.; SILVA, D. F.; FERREIRA, D. T. A.; PINHEIRO, S. M. G. Produtividade do quiabeiro adubado com estercor bovino e NPK. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande-PB, v. 18, n. 10, p. 989-993, 2014.
- OLIVEIRA, S.; LEMES, E. S.; MENEGHELLO, G. E.; TAVARES, L. C.; BARROS, A. C. S. A. Aplicação de silício via solo no rendimento e na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina-PR, v. 36, n. 5, p. 3029-3042, 2015. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=445744151009>>. Acesso em 20 mai. 2017.
- PEREIRA, H. S.; BARBOSA, N. C.; CARNEIRO, M. A. C.; KORNDÖRFER, G. H. Avaliação de fontes e de extratores de silício no solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** Brasília-DF, v. 42, n. 2, p.239-247, 2007.
- RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L. A.; KORNDÖRFER, A. P.; KORNDÖRFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações Agronômicas**, Piracicaba-SP, n. 134, p. 14-20, 2011. Disponível em: <[http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/\\$FILE/Page14-20-134.pdf](http://www.ipni.net/publication/ia-brasil.nsf/0/66D3EE234A3DA5CD83257A8F005E858A/$FILE/Page14-20-134.pdf)>. Acesso em: 19 jan. 2017.
- SANTANA, C. S.; SANTOS, L. S.; MORAIS, G.; FERNANDES, L. A.; GERASEEV, L. C. Produtividade e valor nutritivo do capim-andropogon adubado com silicato de cálcio e magnésio. **Boletim de Indústria Animal**, Nova Odessa-SP, v. 72, n. 4, p. 290-297, 2015. Disponível em: <<http://www.iz.sp.gov.br/pdfsbia/1450723891.pdf>>. Acesso em 26 abr. 2017.
- SILVA, W. B.; BARCELOS, F. P.; SICHOCKI, D.; SILVA, G. M. C. Uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo no desenvolvimento da *Brachiaria ruziziensis* L. Perspectiva online. **Ciências Exatas e Engenharia**, Campos dos Goytacazes-RJ, v. 10, n. 4, p. 1-11, 2014.
- SONNENBERG, P. E.; SILVA, N. F. Desenvolvimento e produção do quiabeiro em função das datas de plantio. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia-GO, v. 32, n. 1, p. 33-37, 2002. Disponível em: <<https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/2438>>.
- SOUZA, J. P. F.; MARTINS, G. L. M.; PEREIRA, A. C.; BINOTTI, F. F. S.; MARUYAMA, W. I. Efeito de silicato de cálcio e magnésio no crescimento de milho transgênico. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v. 2, n. 3, p. 13-17, 2015. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agroneo/article/view/280/397>>. Acesso em: 16 jun. 2017.