

# AVALIAÇÃO DE FONTES DE SILÍCIO EM PLANTAS DE ARROZ DO ECOSISTEMA DE VÁRZEA

## EVALUATION OF SILICON SOURCES IN PLANTS OF RICE OF THE ECOSYSTEM OF MEADOW

Lucélia Alves RAMOS<sup>1</sup>; Gaspar Henrique KORNDORFER<sup>2</sup>; Angélica Araújo QUEIROZ<sup>3</sup>

1. Mestre em solos pelo Instituto de Ciências Agrárias – ICIAG, Universidade Federal de Uberlândia – UFU.

[luceliar@hotmail.com](mailto:luceliar@hotmail.com); 2. Professor, Doutor, ICIAG – UFU, Bolsista CNPq. [ghk53@terra.com.br](mailto:ghk53@terra.com.br); 3. Mestre em solos e doutoranda em Fitotecnia pelo ICIAG – UFU. [angelaraujobr@yahoo.com.br](mailto:angelaraujobr@yahoo.com.br)

**RESUMO:** O arroz é uma das culturas mais responsivas à aplicação de Silício e em alguns países, a adubação com esse elemento já é utilizada em larga escala. Vários estudos em campo e em casa-de-vegetação têm sido conduzidos para verificar a eficácia dos produtos utilizados como fontes de silício. Com objetivo de identificar fontes que melhor disponibilizam o silício para o solo e proporcionam melhor crescimento e desenvolvimento da cultura do arroz, foi instalado um experimento em vasos, utilizando-se um Latossolo Vermelho distrófico típico, em um delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As fontes de Si utilizadas foram: Wollastonita, siligran e silicon, na dose de 200 mg kg<sup>-1</sup> de Si. Foi realizada ainda, a aplicação da fonte padrão (Wollastonita) nas doses de 0, 50, 100, 200, 400 mg kg<sup>-1</sup> de Si, visando a obtenção de uma curva de resposta. Após a semeadura da cultivar de arroz Rio Formoso, avaliou-se a produção de massa seca da parte aérea, produção de grãos, Si acumulado na planta e teores de Si no solo. O aumento das doses de Si fornecidas pela fonte padrão (Wollastonita) proporcionou incrementos lineares no teor de Si disponível no solo e no acúmulo de Si pelo arroz. Os maiores valores para teor de Si no solo e Si acumulado foram proporcionados pela fonte padrão Wollastonita e silicon. Dentre as fontes testadas silicon foi a mais promissora, mostrando melhores resultados para Si no solo e Si acumulado na parte aérea do arroz.

**PALAVRAS-CHAVE:** Adubação. Silicato. *Oriza sativa*.

### INTRODUÇÃO

Vários estudos em campo e em casa-de-vegetação têm sido conduzidos para verificar a eficácia dos produtos utilizados como fontes de Si. De modo geral, o que se observa é que produtos como Wollastonita, escórias de alto forno (CARVALHO-PUPATTO et al., 2003), agregados siderúrgicos, xisto e termofosfato (PEREIRA et al., 2003), proporcionam incrementos nos teores de Ca e Mg trocáveis e uma elevação do pH do solo, reduzindo a concentração de Al<sup>3+</sup> fitotóxico. Contudo, além do fornecimento de Ca e Mg, é importante mencionar que o uso de silicatos aumenta os teores de Si no solo, variando conforme fonte utilizada.

A escolha de fontes de Si, potencialmente aproveitáveis para a agricultura, deve obedecer a critérios como, altos teores de Si solúvel, alta reatividade, baixo custo, altos teores de óxido de cálcio (CaO) e óxido de magnésio (MgO), além de baixos teores de metais pesados, em especial para os agregados siderúrgicos (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2002).

A importância do silício para a cultura do arroz já foi demonstrada por vários estudos (PEREIRA et al., 2004; CARVALHO-PUPATTO et

al., 2003; SANTOS et al., 2003; BERNI; PRABHU, 2003). Os benefícios para a cultura estão relacionados com o aumento no crescimento e na produção, interações positivas com fertilizantes nitrogenados, fosfatados e potássicos, aumento na resistência e estresses bióticos (doenças e pragas) e abióticos (seca, salinidade, acamamento) e aumento na produtividade em solos com altos níveis de Al, Fe e Mn (SAVANT et al., 1997).

O Japão foi um dos países pioneiros no uso de silício para o arroz, proporcionando altas produtividades para a cultura. No Brasil, Santos et al. (2003) trabalhando com doses crescentes de metassilicato observou aumentos significativos na produtividade da cultura do arroz com a maior dose aplicada (6000 kg ha<sup>-1</sup>). Pereira et al. (2004) trabalhando com doses crescentes de Wollastonita na cultura do arroz, em um Neossolo Quartzarênico, obteve aumentos da produtividade de grãos, de 24,0 g vaso<sup>-1</sup>, na testemunha, para 33,0 g vaso<sup>-1</sup>, na dose de 500 kg ha<sup>-1</sup> de Si.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de identificar fontes que melhor disponibilizam silício para o solo e proporcionem melhor crescimento e desenvolvimento da cultura do arroz.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foi instalado um experimento em vasos em casa-de-vegetação do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia, utilizando amostras de um Latossolo Vermelho distrófico típico (LVdt), coletado em Uberlândia-MG que apresentou os seguintes resultados: P = 0,9 mg dm<sup>-3</sup>; Si = 4,5 mg dm<sup>-3</sup>, pH = 4,8; Ca<sup>2+</sup> = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg<sup>2+</sup> = 0,1 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Al<sup>3+</sup> = 0,7 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; V = 2,0 % e V = 76 %; areia grossa = 90 g kg<sup>-1</sup>; areia fina = 43 g kg<sup>-1</sup>; silte = 33 g kg<sup>-1</sup> e argila = 834 g kg<sup>-1</sup>.

O solo foi seco e peneirado para a incorporação dos tratamentos. As fontes foram pesadas e misturadas ao solo através de betoneira, juntamente com o CaCO<sub>3</sub>, o MgCO<sub>3</sub> e a adubação básica, que constou da aplicação de 0,2 g kg<sup>-1</sup> sulfato de amônio e super triplo, 0,12 g kg<sup>-1</sup> de KCl e 0,1 g kg<sup>-1</sup> de um formulado de micronutrientes

contendo 9% Zn; 1,8% B; 2% Mn; 0,8% Cu; 0,1% Mo; 3% Fe. O solo foi colocado em vasos plásticos, de 5 kg, onde permaneceu durante 15 dias em incubação até a semeadura do arroz. Durante esse período manteve-se a umidade próxima a 80 % da capacidade máxima de retenção de água do solo. O fornecimento de N e K foi realizado metade na semeadura e metade após 20 dias.

Incorporaram-se, ao solo dos vasos, doses crescentes de Wollastonita (50, 100, 200 e 400 mg kg<sup>-1</sup> de Si), silicon e siligran (200 mg kg<sup>-1</sup> de Si), em delineamento em blocos casualizados com quatro repetições. As doses foram definidas com base no teor total de Si de cada fonte, estando as características químicas destas, quanto aos teores de silício total e solúvel (KORNDÖRFER; PEREIRA; CAMARGO, 2004), CaO e MgO (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 1999), apresentadas na Tabela 1.

**Tabela 1.** Características químicas das fontes de Si utilizadas.

Fontes	Si Total	Si Solúvel *	CaO	MgO
		-----%-----		
Wollastonita (padrão)	23,0	4,6	42,4	0,0
silicon	11,3	1,0	29,7	10,0
siligran	12,0	1,0	27,8	11,3

\*Extrator: NH<sub>4</sub>NO<sub>3</sub> + Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub>

Procedeu-se a adição de carbonato de cálcio (CaCO<sub>3</sub>) e carbonato de magnésio (MgCO<sub>3</sub>) em conformidade com a dose aplicada para cada fonte com o objetivo de isolar os efeitos do fornecimento de Si, equilibrando os valores de pH e os teores de Ca e Mg do solo, haja vista as fontes conterem diferentes concentrações desses nutrientes e atuarem também como corretivos de acidez do solo.

As doses das fontes de Si e Wollastonita foram incorporadas no volume total das amostras de solo, juntamente com as doses de CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>.

Semeou-se o arroz cultivar Rio Formoso (adaptada às regiões de Goiás e Tocantins; ciclo médio) e após a emergência das plântulas foi realizado o desbaste, deixando-se 5 plantas por vaso. Os vasos foram inundados com água destilada 7 dias após a emergência das plântulas, deixando-se uma lâmina de aproximadamente 2,0 cm. A água dos vasos foi mantida no nível estabelecido, durante toda condução do experimento.

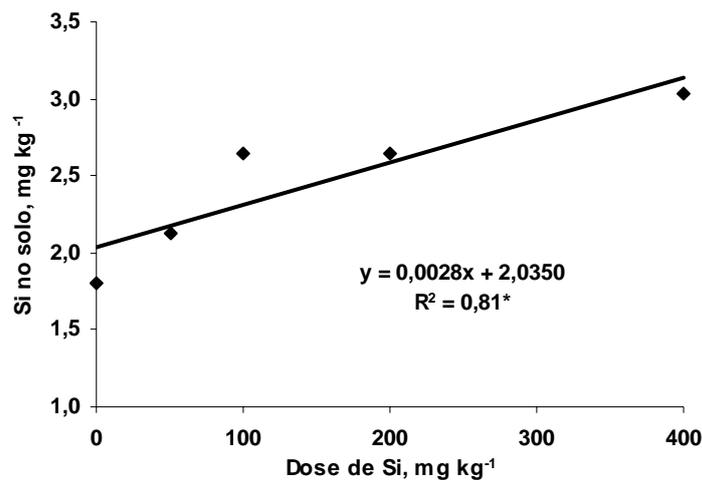
As plantas de arroz foram colhidas 180 dias após a emergência das plântulas, separando-se e grãos, que foram pesados. Após a coleta, as plantas

foram lavadas em água destilada, para evitar contaminação com partículas de solo e secas em estufa à 65° C para obtenção da massa seca da parte aérea. Determinou-se o teor de Si da parte aérea (folha + talo) conforme metodologia proposta por Korndörfer; Pereira; Camargo (2004).

As variáveis analisadas foram submetidas ao teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Estabeleceram-se relações entre doses aplicadas de silicatos, teor de Si no solo, teor e acúmulo de Si na parte aérea (folha + talo), produção de grãos e massa seca.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

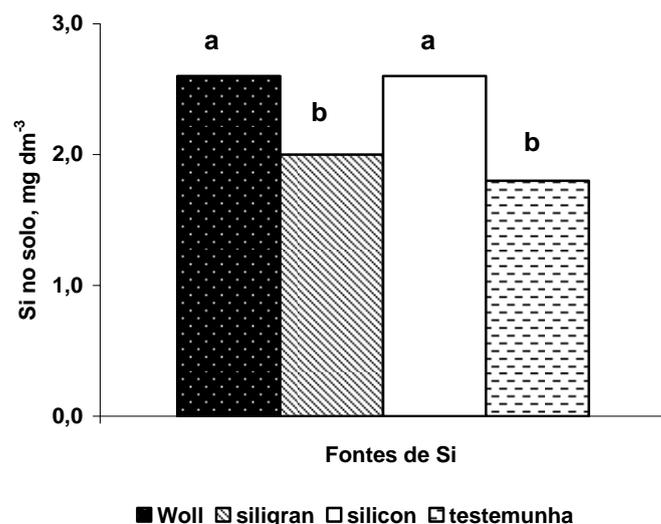
Os teores de Si no solo aumentaram significativamente com o incremento das doses de Si (Wollastonita) (Figura 1). Resultados semelhantes foram obtidos por Vidal (2003) e Pereira et al. (2007) que trabalhando com doses crescentes de Wollastonita obtiveram aumentos lineares dos teores de Si no solo.



**Figura 1.** Teores de Si no solo em função da aplicação de doses de Si, tendo como fonte a Wollastonita

Observa-se que não houve diferença entre a fonte padrão Wollastonita e a fonte teste silicon na liberação de silício para o solo, sendo que ambas

foram superiores ao tratamento testemunha (Figura 2).

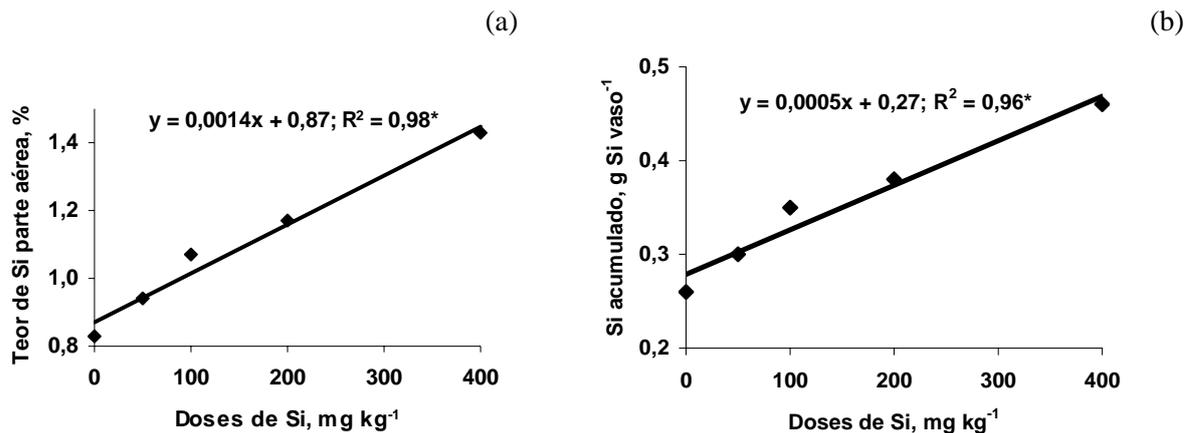


**Figura 2.** Si no solo em função da aplicação de 200 mg kg<sup>-1</sup> de Si por diferentes fontes.

O aumento do teor de Si no solo refletiu-se no teor e acúmulo dos elementos na parte aérea das plantas (Figuras 3a). À medida que aumentou a dose de Si no solo de 50 para 400 mg kg<sup>-1</sup>, pela aplicação da Wollastonita, aumentaram-se os teores de Si na parte aérea (talo + folha), concordando com Pereira et al. (2004) e Braga (2004) que obtiveram o mesmo efeito utilizando doses crescentes de Si para a cultura do arroz. Faria (2000) estudando a tolerância

do arroz de sequeiro ao déficit hídrico, obteve resposta linear da aplicação de doses crescentes de silicato de cálcio sobre os teores de silício na parte aérea das plantas.

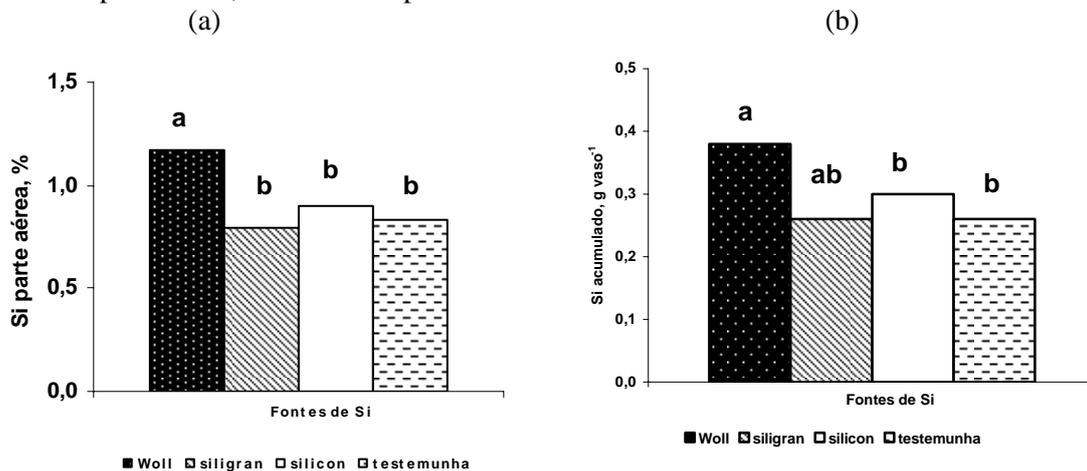
A quantidade de Si acumulado passou de 0,26 g vaso<sup>-1</sup> da testemunha, sem Si, para 0,46 g vaso<sup>-1</sup> na maior dose de Si, 400 mg kg<sup>-1</sup> (Figura 3b), concordando com resultados obtidos por Chagas (2004).



**Figuras 3.** Teores de Si na parte aérea (talo + folha) e Si acumulado em função da aplicação de doses de Si.

Com relação às fontes, observa-se que a Wollastonita e silicón proporcionaram os maiores teores e acúmulo de Si na parte aérea das plantas (Figura 4). Silva (2002) estudando fontes de silício obteve, para estes parâmetros, resultados superiores

da Wollastonita em relação à fonte siligran na forma de pó e granulada, isso devido à maior solubilidade da fonte padrão.



**Figuras 4.** Teores de Si na parte aérea (talo + folhas) e Si acumulado nas plantas de arroz em função da aplicação de 200 mg kg<sup>-1</sup> de Si por diferentes fontes

As doses de Si não influenciaram a produção de massa seca total e produtividade de grãos quando foi usada a fonte padrão Wollastonita (Tabela 2). A falta de resposta à aplicação de Si sobre essas variáveis se deve ao fato de o

experimento ter sido desenvolvido em casa de vegetação, onde não existe nenhum tipo de estresse para a planta, isto é, não houve falta de água, nem ataque de pragas e incidência de doenças (RAMOS, 2005).

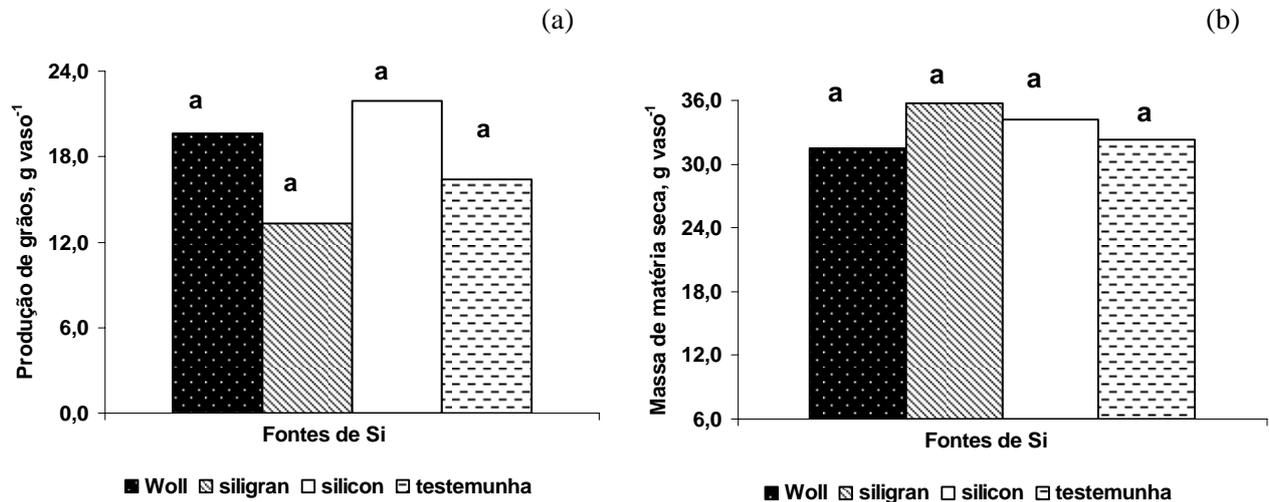
**Tabela 2.** Produção de grãos e de Massa seca das plantas de arroz, em função da utilização de doses de Wollastonita.

Fonte	Doses de Si	Produção de grãos	Massa seca
	mg kg <sup>-1</sup>	-----g vaso <sup>-1</sup> -----	
Testemunha	0	16,2	32,3
Wollastonita	50	19,9	31,2
Wollastonita	100	15,9	32,8
Wollastonita	200	19,6	31,5
Wollastonita	400	22,5	32,0

Mauad et. al (2003) cita que tem se verificado que aplicação de Si não altera a produção de matéria seca, porém, quanto à produtividade de grãos, a aplicação do elemento tem proporcionado resultados divergentes, ou seja, há relatos de incremento.

As fontes de Si não diferiram quanto à produção de grãos do arroz e massa seca da parte

aérea (Figuras 5). A ausência de resposta à aplicação de Si verificada por alguns autores, em solos considerados com teores baixos do elemento, pode estar relacionada, dentre várias causas, com a carência de informações de cultivares quanto à exigência e a capacidade de extração (MAUAD et al, 2003).



**Figuras 7 e 8.** Produção de grãos (A) e massa seca da parte aérea (B) das plantas de arroz em função da aplicação de 200 mg kg<sup>-1</sup> de Si por diferentes fontes.

## CONCLUSÕES

As doses de Si, tendo como fonte a Wollastonita, elevaram linearmente o teor desse elemento no solo e na parte aérea das plantas de

arroz, porém sem reflexos na produção de massa seca da parte aérea e na produção de grãos.

A fontes Wollastonita e silicon proporcionaram maiores teores de Si no solo e maior acúmulo de Si na parte aérea das plantas de arroz.

**ABSTRACT:** The rice culture is one of the most responsive to the Silicon application and in some countries, the fertilization with silicon is widely used. Several studies in field and in green houses have been driven to verify the effectiveness of the products used as silicon sources. The objective of this work was to evaluate silicon sources that best makes available the silicon for the soil and provide better growth and development of the culture of rice, an experiment was installed in pots, using a typic haplorthox, in randomized blocks with four repetitions. The sources of Si used were: Wollastonite, siligran and silicon, in the dose of 200 mg kg<sup>-1</sup> of Si. It was still accomplished the application of a source pattern (Wollastonite) in the doses of 0, 50, 100, 200, 400 mg kg<sup>-1</sup> of Si, seeking the obtaining of an answer curve. After the sowing the cultivar of rice, Rio Formoso, was determined the production of dry mass of aerial part, production of grains, Si accumulated in the plant and tenors of Si in the soil. Increasing doses of Si provided by pattern (Wollastonita) provided linear increments of Si content, available in the soil and the accumulation of Si on rice. The highest values for content of Si in the soil and Si accumulated were offered by pattern, Wollastonita and silicon. Among the sources tested, silicon was the most promising, showing better results for the Si accumulated in soil and Si in the shoots of rice.

**KEYWORDS:** Fertilizer. Silicate. *Oriza sativa*.

**REFERÊNCIAS**

- BERNI, F. R.; PRABHU, S. A. Eficiência relativa de fontes de silício no controle de brusone nas folhas de arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília DF, v. 38, n. 2, p. 195-201, fev. 2003.
- BRAGA, A. M. C. **Eficiência de fontes e doses de fertilizantes contendo silício na adubação do arroz inundado e do sorgo**. 2004. 123f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2004.
- CARVALHO-PUPATTO, J. G.; BULL, L. T. CRUSCIOL, C. A. C.; MAUAD, M.; SILVA, R. H. Efeito de escória de alto forno no crescimento radicular e na produtividade de arroz. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v. 38, n. 11, p. 1323-1328, nov. 2003.
- CHAGAS, R. C. S. **Avaliação de fontes de silício para as culturas do arroz e milho**. 2004. 79f. Tese (Doutorado) – Centro de Energia Nuclear na Agricultura, Piracicaba, 2004.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de solos (Rio de Janeiro- RJ). **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2 ed. ver. atual. Rio de Janeiro, 1999, 212p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Embrapa Arroz e Feijão. Brasília, 28 dez. 2004. Disponível em: (<http://www.cnpaf.embrapa.br/index.htm>). Acesso em: 20 dez. 2004.
- FARIA, R. J. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 47f. Dissertação (Mestrado em solos e nutrição de plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.
- KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. **Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura**. Uberlândia: GPSi – ICIAG-UFU, 2002. 23 p. (GPSi-ICIAG-UFU. Boletim Técnico, 01)
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Análise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: GPSi/ICIAG/UFU, 2004. 34 p. (Boletim Técnico, 2).
- MAUAD, M.; GRASSI FILHO, H.; CRUSCIOL, C. A. C.; CORRÊA, J. C. 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, n. 27, p. 867-873, 2003.
- PEREIRA, H. S.; QUEIROZ, A. A.; MARTINS, M. R.; CAMARGO, M. S. de; KORNDÖRFER, G. H. Potencial de uso de agregados siderúrgicos e outras fontes de silício em quatro materiais de solo fase cerrado. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 23, n. 3, p. 17-31, July./Sept. 2007.
- PEREIRA, H. S.; KORNDÖRFER, G. H.; VIDAL, A. A.; CAMARGO, M. S. Fontes de silício para a cultura do arroz. **Scientia Agricola**, Piracicaba v. 16, n. 5, p. 522-528, 2004.
- PEREIRA, H. S.; VITTI, G. C.; KORNDÖRFER, G. H. Comportamento de diferentes fontes de Silício no solo e na cultura do tomateiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, n. 27, p. 101-108, 2003.
- RAMOS, L. A. **Reatividade de fontes de silício e sua eficiência na absorção e acumulação na cultura do arroz irrigado**. 2005. 63f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2005.
- SANTOS, G. R.; KORNDÖRFER, G. H.; REIS FILHO, J. C. D.; PELÚZIO, J. M.. Adubação com silício: influência sobre as principais doenças e sobre a produtividade do arroz irrigado por inundação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 287, p.1-8, 2003.

SAVANT, N. K.; SNYDER, G. H.; DATNOFF, L. E. Silicon management and sustainable rice production. **Advances in Agronomy**, Chicago, v. 58, p. 151-199, 1997.

SILVA, M. F. **Avaliação de fontes de silício através de testes biológicos e de incubação**. 2002. 42 f. Monografia (Graduação em Agronomia), Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2002.

VIDAL, A. **Fontes de silício para a cultura do arroz**. 2003. 34f. Monografia (Graduação em Agronomia)- Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2003.