



CRESCIMENTO DE CULTIVARES DE ARROZ DE SEQUEIRO SOB APLICAÇÃO DE DOSES DE SILICATO DE CÁLCIO

Vicente Filho Alves Silva¹; Nilvan Carvalho Melo², Rafaelle Fazzi Gomes³, Gislayne Farias Valente⁴, Raphael Leone da Cruz Ferreira⁵

¹Professor Doutor da Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus de Parauapebas. E-mail: vicente.silva@ufra.edu.br

²Doutorando em Agronomia (Ciência do Solo). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Jaboticabal.

³Professora da Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus de Capanema.

⁴Graduanda em Agronomia. Universidade Federal Rural da Amazônia - Campus de Parauapebas.

⁵Mestrando em Agronomia (Ciência do Solo). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho – Campus de Jaboticabal.

Recebido em: 31/03/2015 – Aprovado em: 15/05/2015 – Publicado em: 01/06/2015

RESUMO

A utilização do silício na agricultura, antes da semeadura da cultura do arroz, pode ser uma alternativa para os produtores, uma vez que o mesmo pode contribuir para o desenvolvimento da cultura, além de estar participando diretamente de compostos na planta, os quais podem lhe conferir maior resistência. Com isto, o objetivo do trabalho foi de acompanhar o crescimento de cultivares de arroz aplicando-se doses de silicato de cálcio como fonte de silício. O experimento foi conduzido em ambiente protegido, e o delineamento experimental empregado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses de SiO₂ (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹), na forma de silicato de silício e três cultivares de arroz (BRS Monarca, BRS Pepita, BRS Tropical). As variáveis analisadas foram: Altura da planta e número de perfilhos por planta aos 30 e 60 dias após a semeadura. Independente do tempo de avaliação e cultivares utilizadas, a dosagem que proporcionou maior altura média das plantas foi a de 300 kg ha⁻¹ de SiO₂. Quando visto a interação de cultivares e doses a maior altura foi para cultivar Tropical na maior dosagem utilizada. Na avaliação do número de perfilhos a cultivar Tropical também se destacou nos dois períodos de avaliação.

PALAVRAS-CHAVE: nutrição de plantas, *Oryza sativa* L., silício

VARIETY OF GROWTH UPLAND RICE IN CALCIUM SILICATE DOSES OF APPLICATION

ABSTRACT

The use of silicon in agriculture, rice cultivation before sowing can be an alternative for manufacturers, since it may contribute to the development of culture, and participate directly in the plant compounds, which can you give added strength. With this, the objective was to monitor the growth of rice cultivars by applying calcium silicate doses as silicon source. The experiment was conducted in a greenhouse of the Institute of Agricultural Sciences (ICA) of the Federal Rural University of

Amazonia (UFRA) in Belém-PA. The experimental design was completely randomized with four replications in a factorial 4 x 3, and the treatments were constituted the control treatment (without fertilizer with SiO₂) SiO₂ and three doses (150, 300, 450 kg ha⁻¹) in the form of silicon silicate and three rice cultivars (BRS Monarch, BRS Pepita, BRS Tropical). The variables analyzed were: plant height and number of tillers per plant at 30 and 60 days after sowing. Regardless of the time of evaluation and cultivars used, the dosage that provided greater plant height was 300 kg ha⁻¹ Si. When viewed the interaction of cultivars and doses greater height was to grow in Tropical highest dosage. In assessing the number of tillers to grow Tropical also excelled in both evaluation periods.

KEYWORDS: nutrition plants, *Oryza sativa* L., silicon

INTRODUÇÃO

O arroz é uma planta acumuladora de Si, e apesar de não ser considerado elemento essencial para o desenvolvimento das plantas, beneficia o crescimento e o ciclo da cultura (GOMES et al., 2011). Trata-se de um elemento químico envolvido em funções físicas de equilíbrio da evapotranspiração e é capaz de formar uma barreira de resistência mecânica à invasão de fungos e bactérias para o interior da planta, dificultando, também, o ataque de insetos/praga (FREITAS, 2011).

No Brasil, o silício não muito obstante, foi incluído na Legislação para Produção e Comercialização de Fertilizantes e Corretivos como micronutriente benéfico para as plantas e seu uso na adubação tem mostrado inúmeros benefícios para as plantas, incluindo aumento da produtividade (RODRIGUES et al., 2011) e maiores tolerâncias a estresses bióticos e abióticos e principalmente por ser um precursor para a síntese de lignina, o aumento da resistência e a susceptibilidade de sementes, diminuindo danos mecânicos e a lixiviação de metabólitos (TAVARES et al., 2014).

A utilização dos silicatos de cálcio e magnésio se torna importante à medida que são provenientes de subprodutos de siderurgia, constituindo assim, as escórias de siderurgia, as fontes mais baratas e abundantes de silicatos. (STOCCO et al., 2010) Visto que, a grande quantidade de resíduos industriais disponíveis gera problemas ambientais que podem ser resolvidos por meio da reutilização na agricultura. O emprego da escória de siderurgia na agricultura como corretivos de acidez do solo, surge como uma alternativa ao calcário, objetivando corrigir a acidez do solo e reduzir possíveis impactos ao ambiente (NOGUEIRA et al., 2012).

Diante do exposto, objetivou-se avaliar o efeito de doses de silicato de cálcio como fonte de silício no crescimento de cultivares de arroz de sequeiro.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em ambiente protegido. Foi utilizado como substrato, amostras deformadas de solo, provenientes da camada arável (0-20 cm) de um Latossolo Amarelo Distrófico de textura média (EMBRAPA, 2013), oriundo de uma área de capoeira. Depois de destorroado, homogeneizado, seco ao ar e peneirado em malha de 2 mm, foram tomadas amostras de solo em triplicata, para as análises químicas. A caracterização química foi determinada conforme metodologia descrita por EMBRAPA (1997) (Tabela 1).

TABELA 1 Atributos químicos de um Latossolo Amarelo Distrófico de textura média (camada de 0 a 20 cm).

pH		M.O	P	K	Ca	Mg	Al	H + Al	T*	V**
H ₂ O	KCl	g kg ⁻¹	mg dm ⁻³	----- cmol _c dm ⁻³ -----						%
5,1	4,0	18,6	54,7	0,07	1,3	1,1	0,7	5,1	7,6	32,6

*CTC a pH 7,0; **Saturação por bases.

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com quatro repetições, em esquema fatorial 4 x 3, sendo quatro doses de SiO₂ (0, 150, 300 e 450 kg ha⁻¹) e três cultivares de arroz (BRS Monarca, BRS Pepita e BRS Tropical).

Foram utilizados vasos plásticos com capacidade para 3 dm³ de solo, apresentando furos no fundo, de modo a permitir o escoamento do excesso de água. Para a calagem, foi utilizado o calcário dolomítico com 14% de MgO e 32% de CaO e PRNT de 75%, permanecendo incubado por um período de 30 dias, para maior solubilização e reação do calcário. Antes da semeadura, foi realizada adubação de base com NPK nas quantidades, fontes e formas de aplicação especificadas na Tabela 2.

TABELA 2 Concentração de nutrientes das fontes de nitrogênio, fósforo e potássio e quantidades utilizadas no cultivo do arroz.

Nutriente	Concentração total	Solução	Fonte	Plantio	Cobertura
	----- kg ha ⁻¹ -----	--- g L ⁻¹ --	----- mL 3 kg ⁻¹ de solo -----		
Nitrogênio	111	3,60	Ureia	104	104
Fósforo	90	2,80	SFT	104	104
Potássio	80	1,92	KCl	104	104

SFT = Superfosfato triplo; KCl = Cloreto de potássio.

E em seguida foi realizado a semeadura com 5 sementes/vaso. A germinação ocorreu após três dias da semeadura. Aos 30 e 60 dias após a semeadura, analisou-se o crescimento das cultivares de arroz por meio da variável altura de planta (tomando-se o comprimento desde o nível do solo até o ápice desta, com o limbo foliar distendido) e número de perfilhos. Também foi estimado o valor de máxima eficiência agrônômica (altura máxima estimada) do arroz utilizando a derivada primeira da função correspondente a variável de crescimento, igualando-a a zero (CRUZ et al., 2008).

Os resultados foram submetidos à análise de variância, quando significativo pelo teste F, as cultivares foram comparadas pelo teste Tukey ($p < 0,05$) e o efeito das doses de silício analisadas por meio de regressão polinomial.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas de arroz apresentou comportamento polinomial, ajustando-se ao modelo quadrático de regressão para os períodos em análise. Aos 30 dias após a semeadura, a altura máxima estimada foi de 57 cm, cuja sua

respectiva dose foi de 271 kg ha⁻¹ de SiO₂. Já aos 60 dias após o plantio, a dose estimada foi de 302 kg ha⁻¹ de SiO₂, alcançando a altura máxima da planta de 90 cm. Observou-se uma diferença próxima de 10,3 % entre as doses máximas estimadas encontradas, a qual foi adicionada após 30 dias de crescimento das plantas. A partir da dose de 300 kg ha⁻¹ de SiO₂, observou-se que houve um decréscimo no crescimento das plantas, tanto para os 30 assim quanto aos 60 dias após a semeadura (Figura 1).

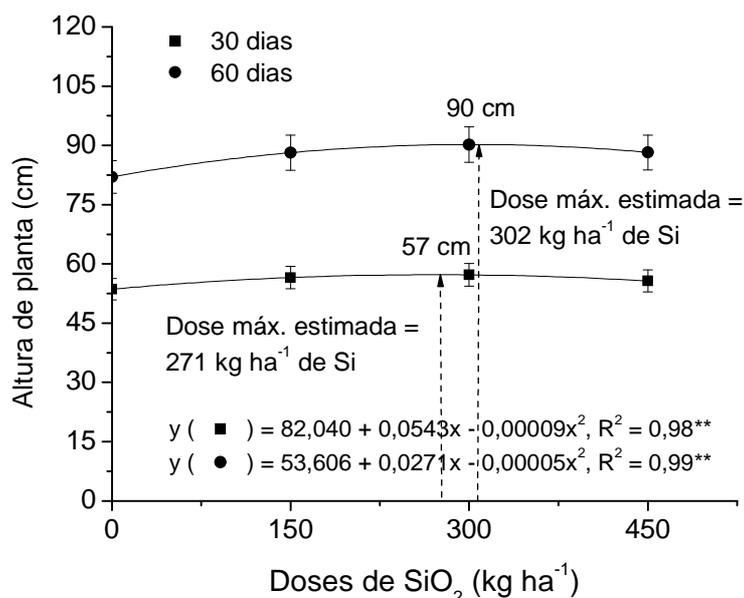


FIGURA 1 Altura de plantas de arroz, em função das doses de SiO₂, aos 30 e 60 dias após a semeadura. Barras verticais em cada ponto representam os erros-padrão das médias. ** = $p < 0,01$ (significativo pelo teste t).

REIS et al. (2008), também observaram interação entre cultivares e doses de silício para a altura de plantas, em dois anos de condução de experimento, onde verificaram maior altura do cultivar IAC 201 para a maioria das doses de silício utilizadas. Em arroz, a suplementação com silício pode proporcionar aumento na produção, na massa individual das sementes, no acúmulo de grãos e panículas e diminuição da esterilidade, e além de observar diferença no comprimento das lâminas foliares, principal responsável pela altura, que tende a aumentar de acordo com o desenvolvimento da planta. Esta maior expansão foliar e crescimento ainda determina maior taxa de assimilação de gás carbônico por planta (FILHO, 2015).

Apesar de um pequeno aumento entre as menores e maiores doses aplicadas, observou-se efeito benéfico das doses de silício no crescimento da cultura do arroz, com possível influência das doses máximas encontradas em uma maior produtividade final da mesma. Há poucos estudos sobre os efeitos do Si no crescimento das plantas. E a diminuição do crescimento das plantas em decorrência de alterações na eficiência nutricional, configura um aspecto pouco abordado na literatura quando trata da omissão de nutrientes em plantas (GONDIM et al., 2010). RIBEIRO et al. (2011) inferem que o hábito de crescimento rápido em espécies

herbáceas, como o arroz, parece ser um fator adicional que altera a resposta ao Si, sendo o benefício mais evidente nas espécies anuais. Em muitas situações tem sido constatado efeito positivo do silício, o que pode estar relacionado a fatores genéticos quanto à capacidade em adquirir silício em baixa disponibilidade e/ou utilizar o elemento absorvido com maior eficiência (MARTINS et al., 2010).

Houve interação entre doses de silício e cultivares de arroz para a altura média das plantas de arroz, apresentando efeito significativo em nível de 1% de probabilidade. A cultivar Pepita apresentou comportamento quadrático, sendo a altura máxima estimada de 82 cm, alcançada com a dose estimada de 122 kg ha⁻¹ de SiO₂, decaindo a partir da dose de 150 kg ha⁻¹ de SiO₂. Para as cultivares Monarca e Tropical o efeito foi semelhante, ou seja, a altura da cultura do arroz foi maior com o incremento das doses de SiO₂, apresentando comportamento linear. As alturas máximas foram de 71 e 87 cm para Tropical e Monarca, respectivamente (Figura 2).

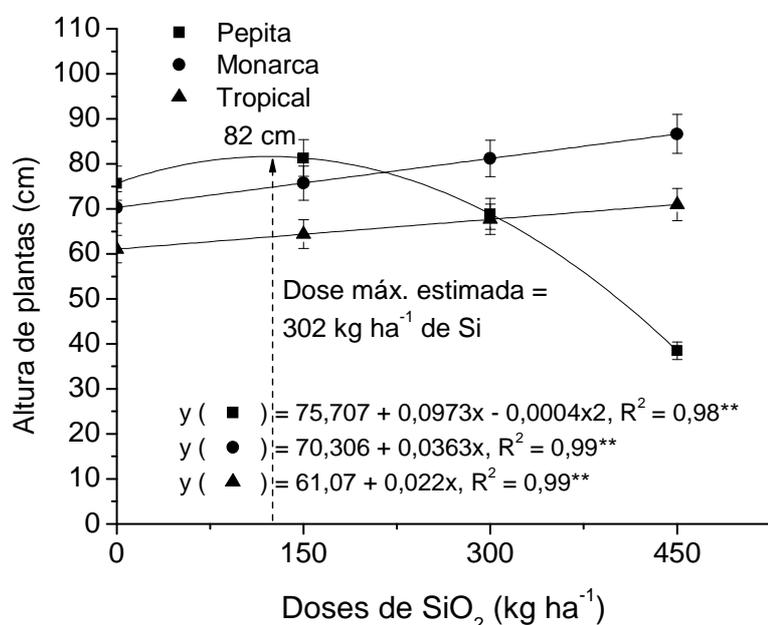


FIGURA 2 Altura de cultivares de arroz, em função das doses de SiO₂. Barras verticais em cada ponto representam os erros-padrão das médias. ** = $p < 0,01$ (significativo pelo teste t).

Os resultados observados para a altura de plantas de arroz, em função das doses de SiO₂, no presente trabalho, corroboram com os apresentados por GOMES et al. (2011), que obteve resultados significativos ao avaliar a influenciada da aplicação de Si sobre a cultura de arroz, atingindo altura máxima de 43,0 cm em de 45 dias. Em contrapartida FREITAS et al. (2011), obtiveram resultados diferentes ao relacionar a adubação foliar com silício sobre o milho, constatando que a aplicação foliar de Si não influenciou o crescimento e a produção de plantas de milho. ARTIGIANI et al. (2014), atribuíram o maior desenvolvimento das plantas provavelmente a maior absorção do silício, em seu trabalho com adubação silicatada

nitrogenada em arroz de sequeiro.

A cultivar Pepita foi a que apresentou maior altura de planta, não diferindo ($p < 0,05$) da cultivar Monarca aos 30 dias após o plantio, porém aos 60 dias após o plantio observou-se efeito entre as cultivares estudadas (Figura 3).

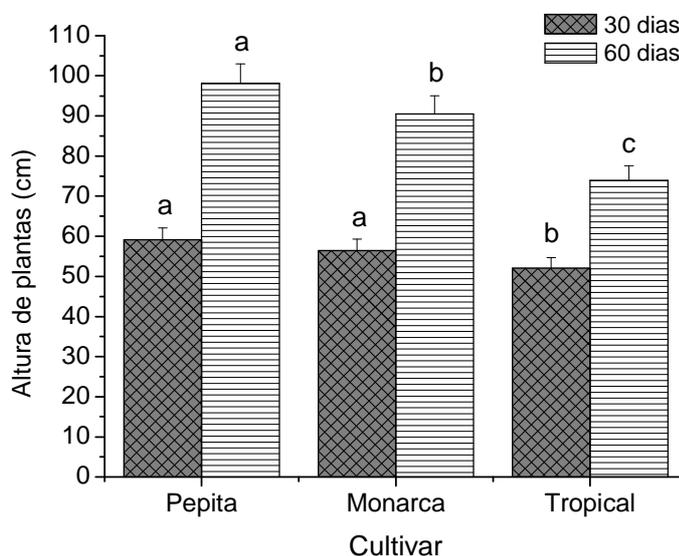


FIGURA 3 Altura de cultivares de arroz, em função das doses de SiO_2 . Barras verticais em cada ponto representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

NASCENTE et al. (2011) trabalhando em campo com as cultivares Pepita e Monarca verificaram alturas de 117 e 112 cm, respectivamente. O rápido estabelecimento das cultivares de arroz é dependente de crescimento em estatura, acúmulo de massa e área foliar das plântulas até quinze dias após a semeadura (DAS) (FLECK et al., 2004). Portanto, a habilidade competitiva de cultivares de arroz tem sido atribuída à emergência precoce, vigor de plântulas, elevada taxa de expansão foliar, formação rápida do dossel, maior altura de planta, crescimento precoce da raiz e seu maior tamanho.

A cultivar tropical foi a que apresentou maior número de perfilhos, com média de 3,28 aos 30 dias após o plantio, e 4,88 aos 60 dias após o plantio, seguida da cultivar Monarca com média de 2,63 e 3,38 e Pepita que apresentou menor perfilhamento com média de 2,25 e 3,03 aos 30 e 60 dias respectivamente (Figura 4).

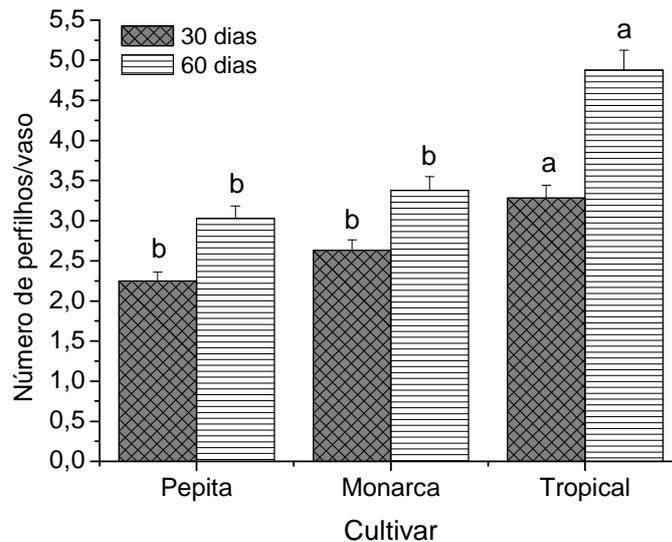


FIGURA 4 Número de perfilhos de cultivares de arroz, em função das doses de SiO_2 , aos 30 e 60 dias após o plantio. Barras verticais em cada ponto representam os erros-padrão das médias. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Segundo YOSHIDA (1981) genótipos que apresentam bom perfilhamento têm vantagem por adaptarem-se a vários espaçamentos e densidades de plantio, e ainda, compensarem a semeadura irregular.

STOCCO et al. (2010) obtiveram diminuição no número de perfilhos em gramíneas com o aumento de aplicação de silicatos, indicando que as condições químicas do solo, para as maiores doses de escória, desfavoreceram o desenvolvimento da planta. Entretanto, SILVA et al. (2014) inferem que, a soma das bases trocáveis do solo é influenciada de forma significativa pela adição do silicato de cálcio, além da saturação por bases, aumento do pH do solo, tornando-se uma fonte viável para a correção do solo e manutenção dos níveis adequados de elementos para a planta, como no presente trabalho, onde percebe-se que o solo estava em condição de acidez e a aplicação da fonte silicatada pode ter contribuído para sua diminuição.

LIMA et al. (2011) também verificaram aumento da fitomassa seca de folhas, caules e raízes de plantas de milho quando aplicado o silicato de sódio via solução nutritiva. Esta aplicação de doses crescentes dos corretivos da acidez do solo (calcário e escória), já se mostra bem estudada por diversos autores, os quais mostram efeitos favoráveis no incremento na produção de matéria seca da parte aérea, folhas, caule e raízes de diversas culturas, bem como na cultura do arroz em estudo.

CONCLUSÕES

A cultivar monarca responde positivamente à aplicação do silicato de cálcio, com reflexo na maior altura da cultura do arroz.

Apesar de menor altura, a cultivar tropical obteve maior média de produção de número de perfilhos por planta, tanto aos 30 como aos 60 dias de avaliação da cultura do arroz.

A estratégia de aumentar a quantidade de Si na planta de arroz deve ser considerada uma alternativa importante para o crescimento da planta além de contribuir no manejo integrado, visando maiores produtividades e controle de doenças do arroz de sequeiro.

REFERÊNCIAS

ARTIGIANI, A. C. C. A.; CRUSCIOL, C. A. C.; NASCENTE, A. S.; ARF, O. ; ALVAREZ, R. C. F. Adubação silicatada no sulco e nitrogenada em cobertura no arroz de sequeiro e irrigado por aspersão. **Bioscience Journal**, v. 30, suplemento 1, p. 240-251, 2014.

CRUZ, S. C. S.; PEREIRA, F. R. S.; SANTOS, J. R.; ALBUQUERQUE, A. W. DE; PEREIRA, R. G. Adubação nitrogenada para o milho cultivado em sistema plantio direto, no Estado de Alagoas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 12, n. 1, p. 62-68, 2008.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 1997. 212 p.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. Revista e ampliada, Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

FILHO, O. F. L.; **O silício é um fortificante e antiestressante natural para as plantas**. Embrapa Agropecuária Oeste. Disponível em: <http://www.silifertil.com.br/artigos/silicio02.pdf>> Acesso em: 03 de março de 2015.

FLECK, N. G.; NOLDIN, J. A.; MENEZES, V. G.; PINTO, J. J. O.; EBERHARDT, D. S. **Manejo e controle de plantas daninhas em arroz irrigado**. In: VARGAS, L; ROMAN, E. S. Manual de manejo e controle de plantas daninhas. Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, p. 251-321.2004.

FREITAS, L. B.; COELHO, E. M.; MAIA, S. C. M.; SILVA, T. R. B. Adubação foliar com silício na cultura do milho. **Revista Ceres**, v. 58, n.2, p. 262-267, 2011.

GOMES, C. F.; MARCHETTI, M. E.; NOVELINO, J. O.; MAUAD, M.; ALOVISI, A. M. T. Disponibilidade de silício para a cultura do arroz, em função de fontes, tempo de incubação e classes de solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 4, p. 531-538, 2011.

GONDIM, A. R. O.; PRADO, R. M.; ALVES, A. U.; FONSECA, I. M. Eficiência nutricional do milho cv. BRS 1030 submetido à omissão de macronutrientes em solução nutritiva. **Revista Ceres**, v. 57, n. 4, p. 539-544, 2010.

LIMA, M. A.; CASTRO, V. F.; VIDAL, J. B.; ENÉAS FILHO, J. Aplicação de silício em

milho e feijão-de-corda sob estresse salino. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 398-403, 2011.

MARTINS, P. O. **Cinética de absorção de silício por cultivares de cana-de-açúcar e de arroz**. 2010. 78 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Agricultura) – Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista. Botucatu, 2010.

NASCENTE, A. S.; KLUTHCOUSKI, J.; RABELO, R. R.; OLIVEIRA, P. de; COBUCCI, T.; CRUSCIOL, C. A. C. Desenvolvimento e produtividade de cultivares de arroz de terras altas em função do manejo do solo. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 41, n. 2, p. 186-192, 2011.

NOGUEIRA, N. O.; TOMAZ, M. A.; ANDRADE, F. V.; REIS, E. F.; BRINATE, S. V. B.; Influência da aplicação de dois resíduos industriais nas propriedades químicas de dois solos cultivados com café arábica. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 1, p. 11-21, 2012.

REIS, M. A.; ARF, O.; SILVA, M. G. DA.; SÁ, M. E. DE.; BUZETTI, S. Aplicação de silício em arroz de terras altas irrigado por aspersão. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 30, n. 1, p. 37-43, 2008.

RIBEIRO, R. V.; SILVA, L.; RAMOS, R. A.; ANDRADE, C. A.; ZAMBROSI, F. C. B.; PEREIRA, S. P. O alto teor de silício no solo inibe o crescimento radicular de cafeeiros sem afetar as trocas gasosas foliares. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, p. 939-948, 2011.

RODRIGUES, F. A.; OLIVEIRA, L.A.; KORNDORFER, A. P.; KORNDORFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas. **Informações agronômicas**, N 134 – junho, 2011.

SILVA, W. B.; BARCELOS, F. P.; SICHOCKI, D.; SILVA, G. M. C. Uso do silicato de cálcio na correção da acidez do solo e no desenvolvimento da *Brachiaria ruziziensis* L. **Perspectivas online: Ciências exatas e engenharia**, Campos dos Goytacazes, v. 10, n. 4, p. 01-11, 2014.

STOCCO, F. C.; PASSOS, R. R.; ANDRADE, F. V.; REIS, E. F.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, D. A.; MACHADO, R. V. Uso de escórias de siderurgia na produção de matéria seca e perfilhamento de duas gramíneas do gênero *Brachiaria* em um Latossolo Vermelho-Amarelo. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 2, p. 240-248, 2010.

TAVARES, L. C.; FONSECA, D. A. R.; RUFINO, C. A.; OLIVEIRA, S.; BRUNES, A. P.; VILLELA, F. A. Adubação silicatada em trigo: rendimento e qualidade de sementes. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 113, n. 1, p. 94-99, 2014.

YOSHIDA, S. **Fundamentals of rice crop science**. Los Baños: IRRI, 1981. 269 p.