

NOTA CIENTÍFICA

MODOS DE APLICAÇÃO E DOSES DE SILÍCIO EM DOIS CULTIVARES DE TRIGO CULTIVADOS EM SEMEADURA DIRETA

APPLICATION METHODS AND SILICON RATES IN TWO WHEAT CULTIVARS CULTIVATED IN NO-TILL SYSTEM

Valdeci ORIOLI JÚNIOR^{1*}
Orivaldo ARF²
Roberto Savério Souza COSTA¹
Salatiér BUZETTI³

RESUMO

Apesar de não ser um nutriente, o silício pode aumentar o potencial produtivo de algumas culturas, principalmente de gramíneas acumuladoras do elemento, como o trigo. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de silício e dois modos de aplicação em dois cultivares de trigo em área de plantio direto. O delineamento experimental foi o de blocos casualizados disposto em esquema fatorial 2x6x2 com 24 tratamentos constituídos pela combinação de cultivares de trigo (IAC 24 e IAC 370), doses de silício (zero, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de Si) e modos de aplicação (a lanço e a lanço seguido de escarificação do solo). Avaliou-se o crescimento, os componentes de rendimento e o teor de silício foliar. Concluiu-se que o cultivar IAC 370 apresentou produtividade superior ao IAC 24, as doses de silício não interferiram na produtividade em ambos os anos, os modos de aplicação de silício não interferiram na produtividade da cultura em 2004, mas a aplicação a lanço seguido de escarificação propiciou maior rendimento de grãos para o cultivar IAC 370 em 2005.

Palavras-chave: *Triticum aestivum* L., doses de silício, plantio direto

ABSTRACT

Although not to be a nutrient, the silicon can increase the productive potential of some cultures, mainly grasses accumulative of the element, as the wheat. Thus, the objective of this study was to evaluate the development of two wheat cultivars as a function of different silicon rates and two application forms in no-till system. The experimental design was a completely randomized blocks in a factorial scheme 2x6x2 with 24 treatments constituted by combination of wheat cultivars (IAC 24 and IAC 370), silicon rates (zero, 50, 100, 150, 200 and 250 kg ha⁻¹ of Si) and application forms (broadcast and broadcast plus scarification). Was evaluated the growth, the components of yield and the foliar silicon content. As a conclusion: IAC 370 cultivar presented higher grain productivity than IAC 24, the silicon rates did not influenced the productivity in both the years, the ways of silicon application did not intervened the productivity of the culture in 2004, but the broadcast plus scarification application propitiated higher productivity to cultivate it IAC 370 in 2005.

Key words: *Triticum aestivum* L., silicon rates, no-till

1Mestrandos em Agronomia (Produção Vegetal), Departamento de Solos e Adubos, UNESP - Campus de Jaboticabal, e-mail: orioli.jr@hotmail.com, robertosaverio@hotmail.com.

2 Prof. Dr. do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia, UNESP - Campus de Ilha Solteira, C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira - SP, e-mail: arf@agr.feis.unesp.br

3 Prof. Dr. do Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, UNESP - Campus de Ilha Solteira, C.P. 31, 15385-000, Ilha Solteira - SP, e-mail: sbuzetti@agr.feis.unesp.br. * Autor para correspondência.

INTRODUÇÃO

O silício é um dos elementos mais abundantes da crosta terrestre. No entanto, os solos da região de cerrados, em geral, são intemperizados e lixiviados, com acentuada dessilicização e perda de bases, o que lhes confere uma fração argilosa essencialmente constituída por caulinita e sesquióxidos (EMBRAPA, 1982).

As escórias siderúrgicas são as fontes mais abundantes e baratas de silicatos, daí os silicatos serem as principais fontes de silício, além de apresentarem alta concentração de Si-solúvel, boas propriedades físicas, facilidade para a aplicação mecanizada, boa relação e quantidades de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) e baixa concentração de metais pesados, como também, atuarem como corretivos da acidez do solo (ALCARDE, 1992).

Embora o silício não seja um nutriente e sim um elemento benéfico, a aplicação de silicatos finamente moídos (escórias de siderurgia) aos solos cultivados com gramíneas é prática usual no Havaí (EUA) e em outras partes do mundo, visando o aumento da produtividade das culturas (TISDALE et al., 1985; KORNDÖRFER et al., 1999). Os efeitos positivos dos silicatos são normalmente associados à neutralização da acidez do solo (PRADO e FERNANDES, 2000), aumento na disponibilidade de silício (SMYTH e SANCHEZ, 1980), resistência de plantas às doenças (JONES e HANDRECK, 1967), redução do estresse salino (MATOH et al., 1986), disposição mais ereta das folhas (YOSHIDA, 1969), resistência ao ataque de pragas (MARSCHNER, 1995), maior disponibilidade

(maior dessorção e menor adsorção) de fósforo (ROY et al., 1971) e tolerância à toxidez de alumínio e ferro no solo (MENGEL e KIRKBY, 2001).

No entanto, os efeitos da aplicação do silicato podem ser variáveis em função de como este é aplicado, pois se trata de um produto com baixa solubilidade em água. Neste sentido, a sua eficiência poderá ser diferente em função do seu maior ou menor contato com as partículas do solo (aplicação superficial com ou sem incorporação), como já mencionado por ALCARDE (1992).

Assim, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação de doses de silício e dois modos de aplicação em dois cultivares de trigo em área de plantio direto.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Faculdade de Engenharia – UNESP, Campus de Ilha Solteira, localizada no município de Selvíria (MS), que tem como coordenadas geográficas 51° 22' de longitude Oeste e 20° 22' de latitude Sul e 335 m de altitude. O solo da área é do tipo Latossolo Vermelho Distrófico típico de textura argilosa (EMBRAPA, 2006), anteriormente ocupado por vegetação de cerrado.

Antes da instalação do experimento foram coletadas amostras de solo para realização de análise química, segundo a metodologia descrita por RAIJ e QUAGGIO (1983), estando os resultados apresentados na Tabela 1 - A área experimental foi ocupada anteriormente com a cultura do milho.

TABELA 1 – Características químicas da amostra do Latossolo Vermelho Distrófico na camada de 0 a 0,20 m.

P _{resina} mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH CaCl ₂	Si _{ác. acético} mg dm ⁻³	K	Ca	Mg	H+Al	CTC	SB	Al	V%
				mmol _c dm ⁻³							
24	16	4,5	12	2,4	16	9	42	69	29	0	40

O delineamento utilizado foi de blocos ao acaso composto de 24 tratamentos dispostos em esquema fatorial 2x6x2, com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se de dois cultivares de trigo (*Triticum aestivum*) (IAC 370 e IAC 24) e seis doses de silício (zero, 50, 100, 150, 200 e 250 kg ha⁻¹ de Si) utilizando como fonte o silicato de cálcio e magnésio (Solubilidade: 0,095 g L⁻¹; 10,7% Si, 42% CaO; 12% MgO), aplicadas em dois modos (a lanço e a lanço seguido de escarificação do solo), 15 dias antes da semeadura.

As parcelas foram constituídas de 11 linhas de 6 metros de comprimento com espaçamento de 0,17 m entre si, considerando como área útil 9 linhas centrais e eliminando-se 0,50 m das extremidades de cada linha.

O trigo foi semeado na área em 05 de maio de 2004 e em 30 de maio de 2005, com sementes necessárias para se obter 400 plantas por m². Na

adubação básica de semeadura utilizou-se 250 kg ha⁻¹ da formulação N-P₂O₅-K₂O 4-30-10 + 0,3% Zn (IAC, 2002). Após a semeadura a área foi irrigada, utilizando-se pivô central com lâmina de água de aproximadamente 14 mm para promover a germinação das sementes. A germinação ocorreu, nos dois anos, respectivamente, 5 e 6 dias após a semeadura.

Aos 30 e 50 dias após a emergência das plântulas foi realizada a adubação nitrogenada de cobertura na dose de 50 kg ha⁻¹ de N em cada aplicação, distribuídas uniformemente nas parcelas e incorporada via água de irrigação (aproximadamente 10 mm) e em 2005 foi realizada em aplicação única aos 25 dias após a emergência das plântulas dose de 100 kg ha⁻¹ de N. Os demais tratamentos culturais, como controle de pragas e plantas daninhas, foram realizados de acordo com

recomendações da Comissão Técnica de Trigo (IAC, 2002).

Foram avaliados: massa seca da parte aérea, cortando-se 0,30 cm de linha rente ao solo em dois pontos da parcela, no início do florescimento; altura de plantas, avaliada na época de maturação, em três pontos por parcela, considerando-se a distância do nível do solo ao ápice da espiga, excluindo as aristas; concentração de Si na folha, coletando-se o limbo foliar de 25 folhas bandeira no início do florescimento; número de grãos por espiga; massa de 1000 grãos; massa hectolétrica e o rendimento de grãos (kg ha⁻¹). Para os três últimos parâmetros citados os dados foram corrigidos para 13% de umidade (base úmida).

Os dados foram submetidos à análise de variância e de regressão segundo BANZATTO e KRONKA (1989). Na comparação das médias, foi usado o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O cultivar IAC 370, no primeiro ano de cultivo, apresentou valores superiores para a massa seca de plantas avaliada por ocasião do florescimento (Tabela 02), o mesmo ocorrendo com a aplicação do silício a lanço seguido de escarificação. Houve

efeito também para as doses de silício e os resultados obtidos se ajustaram a uma equação linear ($Y = 395,84 + 0,1712X$). Este resultado está de acordo com o obtido por GONG et al. (2003) que também verificaram que a aplicação de silício proporcionou incrementos na massa seca de plantas quando em boas condições de umidade do solo. É provável que a aplicação de silício tenha aumentado o diâmetro dos colmos e/ou a espessura das folhas do trigo, o que influenciou a massa seca de plantas, uma vez que não houve diferença quanto à altura de plantas. De acordo com PLUCKNETT (1971), entre outros benefícios o silício pode aumentar o tamanho e o diâmetro dos colmos da cana-de-açúcar. Ainda, GONG et al. (2003) notaram que a massa seca das folhas do trigo foi relativamente maior quando as plantas foram submetidas à aplicação de silício, porém, a área foliar foi reduzida, sem, contudo, influenciar a altura de plantas, sugerindo que aplicação de silício favoreceu a formação de folhas mais espessas. Para 2005 houve interação significativa entre cultivares e modos de aplicação e o desdobramento está apresentado na Tabela 03, onde verifica-se que o cultivar IAC 24 e a aplicação de silício a lanço apresentaram maiores valores para a massa seca de plantas.

TABELA 2 – Massa seca da parte aérea no florescimento e altura de plantas na maturação de dois cultivares de trigo, em função da aplicação de doses de silício e do modo de aplicação. Ilha Solteira - SP, 2004/2005.

Tratamentos	Massa seca (g m ⁻²)		Altura de plantas (cm)	
	2004	2005	2004	2005
Cultivares				
IAC 24	392,1 b	508,8	79,6	88,7
IAC 370	482,3 a	383,3	80,7	89,7
Modos de aplicação				
A lanço	400,0 b	506,9	80,6	90,4
A lanço+escarificação	435,3 a	386,3	79,7	87,9
Doses de Si (kg ha ⁻¹)				
0	395,8 ¹	450,0	78,3	88,9
50	404,4	427,4	80,9	90,5
100	413,0	463,7	80,4	89,6
150	421,5	477,4	81,2	89,7
200	430,1	454,9	79,2	89,0
250	438,6	404,9	81,1	87,8
CV (%)	15,7	23,4	4,5	4,0

¹ $y=395,84 + 0,1712x$

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%

Com relação à altura de plantas, houve efeito significativo da interação cultivar x modos de aplicação do silício para os dois anos de cultivo. O desdobramento da interação está apresentado na Tabela 04 e pelos dados verifica-se que apesar das diferenças serem estatisticamente significativas, os valores são muito próximos e a altura média está ao redor de 80 a 90 cm na maioria dos tratamentos.

Nota-se ainda que a aplicação de silício não interferiu este parâmetro. GONG et al. (2003) obtiveram resultado contraditório, observando que, com boas condições de umidade do solo, a aplicação de silício aumentou a altura de plantas de trigo, no entanto, quando submeteram as plantas conjuntamente a aplicação de silício e estresse hídrico, a altura de plantas manteve-se constante.

TABELA 3 – Desdobramento das interações da análise de variância referente à massa seca da parte aérea no florescimento (g m^{-2}) de dois cultivares de trigo submetidos a dois modos de aplicação de silício no solo no ano de 2005.

Modos	Cultivares	
	IAC 24	IAC 370
A lanço	543,1 aA	469,6 aB
A lanço + escarificação	475,5 bA	297,0 bB

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 4 – Desdobramento das interações da análise de variância referente à altura de plantas na maturação (cm) de dois cultivares de trigo submetidos a dois modos de aplicação de silício no solo, nos anos de 2004 e 2005.

Modos	Cultivares	
	IAC 24	IAC 370
2004		
A lanço	80,9 aA	80,4 aA
A lanço + escarificação	78,3 bB	81,1 aA
2005		
A lanço	88,6 aB	92,1 aA
A lanço + escarificação	88,7 aA	87,2 bA

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

Quanto às concentrações foliares de silício (Tabela 05) verifica-se que houve efeito significativo para cultivares e modos de aplicação no primeiro ano de cultivo e para cultivares no segundo ano. O cultivar IAC 24 apresentou valores superiores ao IAC 370. Vale ressaltar que o IAC 370 apresentou maior massa seca de plantas no primeiro ano de cultivo e talvez os resultados obtidos possam estar relacionados com efeito de diluição do elemento na planta. Quanto aos modos de aplicação, a distribuição a lanço seguida de escarificação apresentou valores superiores o que pode ter propiciado melhor contato do produto com o sistema radicular facilitando a sua absorção. Já para as doses utilizadas houve efeito significativo na concentração do elemento na folha bandeira, por ocasião do florescimento das plantas, apenas no segundo ano de cultivo e os dados se ajustaram a função linear $Y = 9,0732 + 0,0143X$.

No que se refere ao número de grãos/espiga (Tabela 05) verifica-se que no primeiro ano houve diferença entre os cultivares, onde o IAC 370 apresentou maior número de grãos em relação ao IAC 24. As doses de silício e os modos de aplicação não interferiram nesta variável. Já em 2005 houve efeito da interação cultivar x modos de aplicação e o des-

dobramento está apresentado na Tabela 06. Quanto ao desdobramento modos de aplicação dentro de cultivares houve efeito significativo apenas para o cultivar IAC 370, onde a aplicação de silício a lanço apresentou maior número de grãos/espiga.

A massa de 1000 grãos foi influenciada pelos cultivares utilizados no primeiro ano de cultivo e o IAC 370 também apresentou maiores valores em relação ao IAC 24 (Tabela 05). Quanto aos modos de aplicação de silício, também houve diferenças significativas entre os dois sistemas e, a aplicação a lanço proporcionou maior massa de 1000 grãos em 2005. Já as doses de silício não influenciaram esta variável, discordando dos dados obtidos por MAUAD et al. (2003) que, estudando a ação da adubação silicatada na cultura do arroz, obtiveram resultados positivos quanto à massa de grãos. Em 2005 houve efeito da interação cultivar x modos de aplicação e o desdobramento está apresentado na Tabela 06, onde verifica-se que as diferenças são pequenas variando de 36,5 a 42,6 g. Tais resultados discordam dos obtidos por GUARIENTI et al. (2000) que estudando os efeitos dos diferentes preparos do solo na qualidade industrial do trigo, durante 9 anos, não notou diferença significativa para a massa de 1000 grãos.

TABELA 5 – Concentração de silício na folha bandeira no início do florescimento, número de grãos/espiga e massa de 1000 grãos em dois cultivares de trigo em função da aplicação de doses de silício no solo e do modo de aplicação. Ilha Solteira - SP, 2004/2005.

Tratamentos	Si (g kg ⁻¹)		Grãos/espiga		Massa 1000 grãos (g)	
	2004	2005	2004	2005	2004	2005
Cultivares						
IAC 24	11,33 a	12,14 a	30,6 b	38,1	37,2	36,4 b
IAC 370	8,94 b	9,59 b	34,3 a	41,8	43,6	40,2 a
Modos de aplicação						
A lanço	9,16 b	11,12	32,8	40,8	41,1	37,1 b
Ã lanço + escarificação	11,10 a	10,60	32,1	39,1	39,7	39,5 a
Doses de Si (kg ha⁻¹)						
0	9,78	9,10 ¹	31,1	40,4	41,1	38,4
50	10,48	9,79	31,9	40,6	40,0	37,8
100	10,33	10,50	33,7	40,7	39,7	37,9
150	10,25	11,22	31,8	39,9	40,5	37,9
200	10,14	11,93	32,1	39,8	40,6	38,2
250	9,82	12,65	34,2	38,0	40,5	39,6
C.V. (%)	18,1	26,3	15,6	6,4	7,5	6,3

¹ y=9,0732+0,0143x

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 6 – Desdobramento das interações da análise de variância referente ao número de grãos/espiga e massa de 1000 grãos de dois cultivares de trigo submetidos a dois modos de aplicação de silício no solo, no ano de 2005

Modos	Cultivares	
	IAC 24	IAC 370
Número de grãos/espiga		
A lanço	38,3 aB	43,3 aA
A lanço + escarificação	37,8 aB	40,3 bA
Massa de 1000 grãos (g)		
A lanço	36,4 aA	37,8 bB
A lanço + escarificação	36,5 aB	42,6 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

A massa hectolétrica (Tabela 07) foi influenciada em 2005 pelos modos de aplicação, onde os maiores valores foram observados no tratamento com aplicação a lanço seguido de escarificação. No primeiro ano de cultivo houve efeito da interação cultivar x modos de aplicação (Tabela 08). Pelos resultados verifica-se que para cultivares dentro de modos de aplicação houve efeito apenas na aplicação de silício a lanço, onde o cultivar IAC 370 apresentou valores superiores. Já para modos de aplicação dentro de cultivares as diferenças foram observadas apenas no cultivar IAC 370, onde a aplicação a lanço apresentou valores superiores. O mesmo comentário feito na discussão dos dados de altura de plantas também é válido aqui, ou seja, apesar das diferenças serem estatisticamente

significativas, os valores são muito próximos e todos estão acima de 78,0 kg hL⁻¹, tido como valor mínimo para ser classificado como tipo 1 de acordo com as recomendações da Comissão Técnica de Trigo (IAC, 2002).

Para o rendimento de grãos (Tabela 07) verifica-se que houve diferença entre os cultivares utilizados, e o cultivar IAC 370 apresentou rendimento superior (2.576 kg ha⁻¹) em relação ao IAC 24 (2.241 kg ha⁻¹) no primeiro ano de cultivo. Em 2005 houve efeito da interação cultivares x modos de aplicação (Tabela 09), onde se pode observar maior produtividade para o cultivar IAC 370 em relação ao IAC 24. Quanto ao desdobramento modos de aplicação dentro de cultivares, a aplicação de silício a lanço seguida de escarificação apresentou valor

mais elevado (2.806 kg ha⁻¹). Vale ressaltar que o cultivar IAC 370 também apresentou maior número de grãos/espiga e maior massa de 1000 grãos em relação ao cultivar IAC 24 (Tabela 06). Já as doses de silício utilizadas não interferiram no rendimento de grãos, este resultado difere dos obtidos por KORNDÖRFER et al. (1999), DEREN et al. (1994) e LIANG et al. (1994) com a cultura do arroz; entretanto, estão de acordo com os obtidos por CARVALHO (2000) e MAUAD et al. (2003), também em estudos com arroz. A ausência de resposta em função das doses de silício pode ter ocorrido em função do teor

inicial de silício no solo (Tabela 01). De acordo com KORNDÖRFER et al. (2001) teores menores que 6 mg dm⁻³ são considerados baixos, entre 6 e 24 mg dm⁻³ médios, e altos acima de 24 mg dm⁻³. Assim, o teor de silício no solo (12 mg dm⁻³), na área experimental, pode ser considerado como médio. Vale ressaltar que, assim como o rendimento de grãos, as variáveis altura de plantas, grãos/espiga e massa de 1000 grãos também não foram influenciadas pelas doses de silício aplicadas nos dois anos de estudo.

TABELA 7 – Massa hectolétrica e rendimento de grãos em dois cultivares de trigo em função da aplicação de doses de silício e do modo de aplicação de silício no solo. Ilha Solteira - SP, 2004/2005.

Tratamentos	Massa hectolétrica (kg hL ⁻¹)		Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)	
	2004	2005	2004	2005
Cultivares				
IAC 24	91,0	83,9	2.241 b	2.335
IAC 370	91,4	84,5	2.576 a	2.637
Modo de aplicação				
A lanço	91,4	83,5 b	2.438	2.403
A lanço+escarificação	91,4	84,9 a	2.379	2.569
Doses de Si (kg ha⁻¹)				
0	90,9	85,4	2.351	2.490
50	91,0	82,9	2.443	2.448
100	91,1	82,8	2.436	2.472
150	91,7	84,8	2.329	2.517
200	91,5	84,3	2.453	2.495
250	90,9	85,2	2.441	2.494
CV (%)	1,6	3,7	10,8	13,6

Médias seguidas de mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 8 – Desdobramento das interações da análise de variância referente à massa hectolétrica (kg hL⁻¹) de dois cultivares de trigo submetidos a dois modos de aplicação de silício no solo, no ano de 2004.

Modos	Cultivares	
	IAC 24	IAC 370
A lanço	90,7 aB	92,1 aA
A lanço + escarificação	91,3 aA	90,8 bA

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

TABELA 9 – Desdobramento das interações da análise de variância referente ao rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de dois cultivares de trigo submetidos a dois modos de aplicação de silício no solo, no ano de 2005.

Modos	Cultivares	
	IAC 24	IAC 370
A lanço	2.338 aA	2.468 bA
A lanço + escarificação	2.332 aB	2.806 aA

Médias seguidas de mesma letra, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

CONCLUSÕES

- 1) O cultivar IAC 370 apresentou produtividade superior ao IAC 24;
- 2) Os modos de aplicação de silício não interferiram na produtividade da cultura em 2004, mas a aplicação a lanço seguido de escarificação propiciou maior rendimento de grãos para o cultivar IAC 370 em 2005.
- 3) A produtividade de grãos não foi influenciada pela aplicação de doses de silício.

AGRADECIMENTO

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) por ter concedido durante os dois anos de estudo apoio financeiro e bolsa de estudo ao primeiro autor (processo nº 03/13561-9).

REFERÊNCIAS

1. ALCARDE, J. C. **Corretivos da acidez dos solos**: características e interpretações técnicas. 2. ed. São Paulo: ANDA, 1992. 26 p. (Boletim Técnico, 6).
2. BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: Funep, 1989. 247 p.
3. 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**. 119 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de São Paulo, Botucatu, 2000.
4. DEREN, C. W.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; MARTIN, F. G. Silicon concentration, disease response, and yield components of rice genotypes grown on flooded organic histosols. **Crop Science**, v. 34, p. 733-737, 1994.
5. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro, 2006. 306 p.
6. EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Levantamento de média intensidade dos solos e avaliação da aptidão agrícola das terras do Triângulo Mineiro**. Rio de Janeiro, 1982. 526 p. (Boletim de pesquisa, 1).
7. GONG, H.; CHEN, K.; CHEN, G.; WANG, S.; ZHANG, C. Effects of silicon on growth of wheat under drought. **Journal of Plant Nutrition**, v. 26, p. 1055-1063, 2003.
8. GUARIENTI, E. M.; SANTOS, H. P.; LHAMBY, J. C. B. Influência do manejo do solo e da rotação de culturas na qualidade industrial do trigo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 12, p. 2375-2382, 2000.
9. IAC - INSTITUTO AGRONÔMICO. **Recomendações da Comissão Técnica de Trigo para 2002**. 3. ed. Campinas: Instituto Agronômico, 2002. 92 p. (Série Tecnologia APTA, Boletim técnico IAC, 167).
10. JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plant and animals. **Advances in Agronomy**, v. 19, p. 107-149, 1967.
11. 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**, v. 23, n. 3, p. 635-641, 1999.
12. KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. H.; ULLOA, A. M.; PERDOMO, R.; POWELL, C.; DEREN, C.; DATNOFF, L. E. Calibration of soil and plant silicon analysis for rice production. **Journal of Plant Nutrition**, v. 24, n. 4, p. 1071-1084, 2001.
13. LIANG, Y. C.; MA, T. S.; LI, F. J.; FENG, Y. J. Silicon availability and response of rice and wheat to silicon in calcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v. 25, p. 2285-2297, 1994.
14. MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. Berlin: Academic Press, 1995. 674 p.
15. MATOH, T.; KAIRUSMEE, P.; TOKAHASHI, E. Salt-induced damage to rice plants and alternation effect of silicate. **Soil Science and Plant Nutrition**, v. 32, p. 295-304, 1986.
16. MAUAD M.; CRUSCIOL C. A. C.; GRASSI FILHO H. Adubação nitrogenada e silicatada do arroz de terras altas. **Scientia Agrícola**. v. 60, n. 4, p. 761-765, 2003.
17. MENGEL, K.; KIRKBY, E. A. **Principles of plant nutrition**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001. 849 p.
18. 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 Agrícola**, v. 57, n. 4, 2000.
19. PLUCKNETT, D. L. The use of soluble silicates in Hawaii agriculture. **University of Queensland Papers**, v. 1, p. 203-223, 1971.
20. RAIJ, B. van; QUAGGIO, J. A. **Métodos de análises de solo para fins de fertilidade**. Campinas: Instituto Agronômico, 1983. p. 1-31. (Boletim técnico, IAC, 81).
21. ROY, A. C.; ALI, M. V.; FOX, R. L.; SILVA, J. A. Influence of calcium silicate on phosphate solubility and availability in Hawaiian Latosols. In: SYMPOSIUM ON SOIL FERTILITY AND EVALUATION, 1971, Honolulu. **Proceedings**. New Delhi, 1971. p. 805-815.
22. SMYTH, T. J.; SANCHEZ, P. A. Effects of lime, silicate, and phosphorus applications to an Oxisol on phosphorus sorption and ion retention. **Soil Science Society of American Journal**, v. 44, p. 500-505, 1980.
23. TISDALE, S. L.; NELSONS, W. L.; BEATON, J. D. **Soil fertility and fertilizers**. 1985. 754 p.
24. YOSHIDA, S. Effect of silica and nitrogen supply on some leaf characters of the rice plant. **Plant and Soil**, v. 31, p. 48-56, 1969.

Recebido em 07/12/2007
Aceito em 18/04/2008

