

Aplicação de silício em arroz de terras altas irrigado por aspersão

Marcos Aguiar dos Reis¹, Orivaldo Arf^{1*}, Matheus Gustavo da Silva¹, Marco Eustáquio de Sá¹ e Salatiér Buzetti²

¹Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Socioeconomia, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Cx. Postal 31, 15385-000, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. ²Departamento de Fitossanidade, Engenharia Rural e Solos, Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, São Paulo, Brasil. *Autor para correspondência. E-mail: arf@agr.feis.unesp.br

RESUMO. A utilização de elementos químicos considerados benéficos às culturas tem se tornado comum entre os agricultores. O caso do silício é interessante, pois mesmo não sendo essencial fisiologicamente para a cultura do arroz, demonstra que pela sua absorção proporciona benefícios à mesma. Assim, este experimento objetivou avaliar o efeito de doses de SiO₂ (0, 150, 300, 450, 600, 750 e 900 kg ha⁻¹) aplicados na semeadura, em dois cultivares de arroz de terras altas (IAC 201 e IAC 202), irrigados por aspersão, durante os anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04 no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul. O cultivar IAC 202 pode apresentar produtividade superior ao IAC 201, com qualidade industrial semelhante e menor grau de acamamento. As doses de silício não foram suficientes para reduzir o acamamento no cultivar IAC 201. De modo geral, a utilização de silício não interfere na produtividade de grãos e rendimento industrial dos cultivares utilizados.

Palavras-chave: *Oryza sativa* L., cultivares, doses de silício.

ABSTRACT. Silicon application in upland rice under sprinkler irrigation. The use of chemical elements considered as beneficial to crops has become common among farmers. The silicon case is interesting, since despite not being essential physiologically for rice crop, it demonstrates that through its absorption it promotes benefits. Therefore, this experiment aimed to evaluate the effect of doses of SiO₂ (0, 150, 300, 450, 600, 750 and 900 kg ha⁻¹) at seed sowing time, in two upland rice cultivars (IAC 201 and IAC 202), under sprinkler irrigation, during the agricultural years of 2002/03 and 2003/04 in Selvíria, Mato Grosso do Sul State, Brazil. The cultivar IAC 202 can present higher yield than IAC 201, with similar industrial quality and lower laying index. Silicon applications were not sufficient to reduce laying index of IAC 201. In general, silicon application does not interfere in grain productivity and industrial yield of the cultivars used.

Key words: *Oryza sativa* L., cultivar, silicon doses.

Introdução

A utilização de elementos químicos considerados benéficos às culturas tem se tornado comum entre os agricultores. O caso do silício é interessante, pois mesmo não sendo essencial fisiologicamente para as plantas (Epstein, 1994), proporciona vários benefícios diretos e indiretos às mesmas, especialmente para as monocotiledôneas, como o arroz. Apesar destes benefícios, as funções do silício no arroz não são bem entendidas porque o nível do elemento necessário para aumentar o crescimento é muito maior no campo que em solução nutritiva, aonde a maioria dos experimentos com a cultura e o elemento em questão vem sendo conduzidos. Dentre os benefícios proporcionados pelo silício, pode-se destacar o aumento da absorção de silício, cálcio e magnésio, aumento da resistência da parede celular e regulação

da evapotranspiração, estímulo à produção de fitoalexinas (fenóis), aumento da taxa fotossintética, além de melhorar a arquitetura foliar, a redistribuição do manganês na planta e proporcionar redução na preferência alimentar de insetos e incidência de doenças, principalmente fúngicas (Djamin e Pathak, 1967; Yoshida, 1975; Malavolta, 1980; Yoshida, 1981; Moore, 1984; Marschner, 1986; Datnoff *et al.*, 1990; Datnoff *et al.*, 1991; Takahashi, 1995; Carvalho, 1998; Datnoff *et al.*, 2001; Deren, 2001; Menzies *et al.*, 2001; Goussain *et al.*, 2002; Basagli *et al.*, 2003; Korndörfer *et al.*, 2004). Também se têm observado ganhos significativos na produtividade de algumas gramíneas, como o arroz, a cana-de-açúcar, o milho, o capim kikuiu, o capim Bermuda e algumas não gramíneas como a alfafa, feijão, tomate, alface e

repolho, com aumento do nível de silício solúvel no solo (Elawad e Green, 1979, Korndörfer e Lepsch, 2001). Invariavelmente, estes efeitos ocorrem em plantas cuja acumulação de silício em suas estruturas seja grande. Assim, as plantas podem ser classificadas de acordo com a relação molar silício/cálcio encontrada nos tecidos, podendo ser consideradas acumuladoras de silício ($\text{Si/Ca} > 1$), intermediária ($0,5 > \text{Si/Ca} > 1$) e não acumuladoras ($\text{Si/Ca} < 0,5$) (Miyake e Takahashi, 1983; Ma et al., 2001).

No solo, além de corrigir a acidez, eleva os teores de fósforo, cálcio, magnésio e silício solúveis e, conseqüentemente, a saturação por bases, reduzindo ainda o efeito tóxico do ferro, manganês e alumínio (Korndörfer et al., 2004). De acordo com Korndörfer et al. (1999a), as adubações fornecendo silício devem ocorrer somente quando o solo apresentar valores de silício inferiores a 20 mg dm^{-3} (ácido acético $0,5 \text{ mol L}^{-1}$), ou ainda de $6 \text{ a } 8 \text{ mg dm}^{-3}$ (CaCl_2 $0,05 \text{ mol L}^{-1}$). Reforça-se que a dose de silício a ser aplicada no solo depende da reatividade da fonte, do teor de Si no solo e da cultura considerada. Já quando aplicado com o intuito de se corrigir a acidez do solo, deve-se adotar qualquer um dos métodos de recomendação de calagem (Korndörfer et al., 2004). Segundo Korndörfer et al. (1999b), em solos com baixos teores de silício, a adubação com silicato de cálcio pode indiretamente melhorar a produtividade do arroz, como também reduzir o problema do acamamento da cultura. Da mesma forma, experimentos conduzidos por De Datta (1981) indicam que doses variando de $1,5 \text{ a } 2,0 \text{ t ha}^{-1}$ de silicato de cálcio foram adequadas para boa produção de arroz.

Um dos fatores que mais concorrem para o aumento da produtividade do arroz é o manejo adequado das doenças e a adubação com silício também têm demonstrado eficiência no controle de várias doenças importantes do arroz, reduzindo ou até eliminando as aplicações de fungicidas durante o ciclo da cultura (Datnoff et al., 1990; Datnoff et al., 1991; Korndörfer e Datnoff, 1995; Menzies et al., 2001; Korndörfer, 2005).

Trabalhando com doses de nitrogênio e silício em arroz de sequeiro, Mauad et al. (2003) observaram que os teores de silício na planta decrescem conforme se aumentam as doses de nitrogênio em cobertura. Já para os teores de silício no solo, isso não foi observado. Os autores ainda concluíram que a aplicação de silício no solo não altera a produtividade do arroz de sequeiro. Em condição semelhante, Alvarez (2004) também verificou que a aplicação de silício na semeadura não interferiu no desenvolvimento das plantas,

componentes da produção e produtividade do arroz de terras altas.

Os trabalhos de pesquisa com silício são poucos e a maioria deles realizados em casa de vegetação, evidenciando a importância da utilização desse elemento tanto para benefício das culturas como para a melhoria das características químicas do solo. O experimento foi realizado objetivando avaliar, em campo, o efeito da aplicação de diferentes doses de silício nos componentes de produção e produtividade de dois cultivares de arroz de terras altas irrigado por aspersão.

Material e métodos

O trabalho foi desenvolvido nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04, no município de Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, em solo originalmente sob vegetação de cerrado, apresentando como coordenadas geográficas $51^\circ 22'$ de longitude oeste de Greenwich e $20^\circ 22'$ de latitude sul, com altitude de 355 metros. A precipitação média anual é de 1.350 mm, a temperatura média anual é de $23,5^\circ\text{C}$ e a umidade relativa do ar está entre 70 e 80% (média anual). No ano agrícola 2002/03, a área experimental possuía *Brachiaria decumbens* anteriormente ao cultivo do arroz, e em 2003/04, possuía feijão.

Antes da instalação do experimento, foram coletadas amostras de solo da área e realizadas as análises químicas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Características químicas do solo avaliadas na camada de 0-0,20 m.

Ano	Presina mg dm^{-3}	M.O. g dm^{-3}	pH CaCl ₂	K	Ca	Mg	H+Al mmol dm^{-3}	Al	CTC	V (%)
2002/03	9	17	4,7	1,3	15,0	9,0	34,0	1,0	59,7	43
2003/04	22	20	4,9	2,3	29,0	13,0	34,0	0,0	78,0	56

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos ao acaso em esquema fatorial 7×2 com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de doses de SiO_2 (0, 150, 300, 450, 600, 750 e 900 kg ha^{-1}) e dois cultivares de arroz (IAC 201 e IAC 202).

Nos dois anos de condução do experimento, a aplicação da fonte de silício foi feita manualmente nos sulcos de semeadura, juntamente com os demais nutrientes. Na Tabela 2, encontra-se a composição química da fonte de silício utilizada.

Nos dois anos agrícolas (2002/03 e 2003/04), o preparo da área foi realizado previamente com escarificador + grade niveladora. Em ambos os anos, o arroz foi semeado manualmente, na segunda quinzena de novembro, utilizando-se quantidade de

sementes para se obter 120 plantas por metro quadrado. As parcelas foram constituídas de 8 linhas de 6 m de comprimento, espaçadas 0,34 m entre si.

Tabela 2. Composição química do silicato de cálcio e magnésio.

CaO	MgO	SiO ₂	P ₂ O ₅	K ₂ O	SO ₃	Fe ₂ O ₃	MnO	Mo	Zn
g kg ⁻¹					mg kg ⁻¹				
420	120	230	4,2	1,9	3,7	110	18	0,400	0,133

Fonte: Alvarez (2004).

Em ambos os anos agrícolas, a adubação química básica na semeadura foi de 250 kg ha⁻¹ da fórmula 04-30-10 + 0,4% de Zn, levando em consideração as características químicas do solo (Tabela 1) e as recomendações de Cantarella e Furlani (1996). Já a adubação nitrogenada em cobertura foi realizada aos 41 dias após a emergência, aplicando-se 70 kg ha⁻¹ de N, na forma de uréia, nos dois anos agrícolas.

A colheita foi realizada manualmente, utilizando como área útil as quatro linhas centrais das parcelas quando 90% das panículas apresentavam os grãos com coloração típica de maduros, descartando-se 0,5 m das extremidades das linhas. Foram realizadas as avaliações de ciclo (florescimento pleno e colheita), altura de plantas, índice de acamamento, número de colmos por metro quadrado, número de panículas por metro quadrado, número de grãos por panícula, número de grãos granados e chochos por panícula, massa hectolétrica, produtividade de grãos e rendimento de engenho.

Os dados foram submetidos à análise de variância e para o fator quantitativo (doses de silício) foi utilizada a análise de regressão e para o fator qualitativo (cultivares) foi realizada a comparação de médias, pelo teste de Tukey. Por ocasião dos desdobramentos das interações significativas entre os fatores, foi realizado o desdobramento dos dados, utilizando-se o teste de Tukey para cultivares dentro de doses de silício, e análise de regressão para doses de silício dentro de cultivares.

Resultados e discussão

O cultivar IAC 201 floresceu aos 64 e 73 dias após a emergência apresentando ciclo médio de 92 e 97 dias, respectivamente, nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04, tendo no segundo ano ciclo fenológico médio de 8 dias menor que o observado por Crusciol *et al.* (1999). Já o cultivar IAC 202 floresceu aos 73 e 83 dias após a emergência apresentando ciclo médio de 102 e 106 dias, respectivamente, nos anos agrícolas de 2002/03 e 2003/04, apresentando, em ambos os anos, ciclo fenológico médio semelhante ao observado por Arf *et al.* (2000) em condições de experimento semelhantes.

Tabela 3. Valores médios de silício no solo avaliado em amostras de solo coletadas na camada de 0-0,20 m, no sulco de semeadura, após a colheita do arroz. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)	
0	12,6
150	16,5
300	17,0
450	22,9
600	25,8
750	30,4
900	37,2

Fonte: Laboratório de Fertilidade do Solo da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira – Universidade Estadual Paulista.

Para a determinação do silício, foi utilizado o ácido acético como extrator, no qual teores menores que 6 mg dm⁻³ são considerados baixos, entre 6-24 mg dm⁻³ médios, e altos acima de 24 mg dm⁻³ (Korndörfer *et al.*, 2001). Notou-se que o aumento da dose de silício aplicado no sulco de semeadura proporcionou aumento no teor de silício das plantas (Tabela 4).

Tabela 4. Valores médios da altura de plantas, acamamento e teor de silício nas plantas, de dois cultivares de arroz irrigado por aspersão, submetidos a diferentes doses de silício. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Tratamentos	Altura de plantas (cm)		Acamamento ¹		Teor de silício nas plantas (g kg ⁻¹)	
	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04
Cultivares						
IAC 201	104,4	109	1,42 a	2,54 a	27,68	16,96
IAC 202	89,7	106	1,00 b	1,31 b	27,34	16,55
Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)						
0	95,2	109	1,23	1,38	24,07	15,91
150	98,7	108	1,44	1,58	23,98	16,20
300	99,0	109	1,32	1,42	29,47	16,25
450	97,9	108	1,00	1,66	26,31	18,43
600	96,0	106	1,34	1,58	28,43	18,69
750	95,5	107	1,11	1,59	28,15	17,15
900	97,2	107	1,00	1,58	32,16	14,63
C.V. (%)	4,64	2,88	10,98	17,19	15,02	20,67

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹Escala de notas: 0 – sem acamamento; 1 – até 5% das plantas acamadas; 2 – de 5 a 25% das plantas acamadas; 3 – de 25 a 50% das plantas acamadas; 4 – De 50 a 75% das plantas acamadas; 5 – de 75 a 100% de plantas acamadas. Dados transformados em raiz quadrada de x + 0,5.

Na Tabela 4, estão apresentados os valores médios obtidos nas avaliações para a altura de plantas, acamamento e teor de silício nas plantas. Pelos resultados, fica evidente que houve diferença significativa entre os cultivares de arroz utilizados apenas para a característica acamamento. Korndörfer *et al.* (1999b) preconizam que o silício reduz o acamamento de plantas de arroz, pelo aumento da resistência da parede celular. No entanto, a aplicação de silício não interferiu nos valores obtidos na avaliação dessa característica. Assim, o acamamento médio observado para o cultivar IAC 201 foi em torno de 15% para a safra 2002/03, e de 20% para a safra 2003/04, valores estes considerados altos. Esse aumento de 5% pode ser creditado à maior altura das

plantas no segundo ano. Trabalhando no mesmo local, Crusciol *et al.* (2000) obtiveram valores em torno de 10%, mas há relatos de acamamento total para o cultivar IAC 201 (Ozeki, 2003). Para o cultivar IAC 202, a porcentagem de acamamento foi de 5% na safra 2002/03 e de 10% na safra 2003/04, valores estes considerados baixos. Da mesma forma com o ocorrido com o cultivar IAC 201, esse aumento pode ter ocorrido pela maior altura das plantas nessa safra (2003/04). Invariavelmente, quando semeado em novembro nessa região, o cultivar IAC 202 tem apresentado essa faixa percentual de acamamento.

Para a altura de plantas foi observado que a interação cultivar x dose de silício foi significativa, nos dois anos de condução do experimento, estando os desdobramentos apresentados na Tabela 5. Nela verifica-se maior altura do cultivar IAC 201 para a maioria das doses de silício utilizadas, concordando com os resultados já mencionados em Arf *et al.* (2000) que obtiveram maior crescimento para esse cultivar. No desdobramento dose dentro de cultivar, os dados não se ajustaram a nenhuma equação, tanto para o cultivar IAC 201, como para o IAC 202.

Tabela 5. Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente à altura de plantas. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)	2002/03	
	IAC 201	IAC 202
0	105 a	86 b
150	107 a	91 b
300	106 a	92 b
450	101 a	95 a
600	107 a	86 b
750	101 a	91 b
900	106 a	89 b
2003/04		
0	110 a	108 a
150	111 a	106 b
300	109 a	106 a
450	109 a	106 a
600	103 a	108 a
750	110 a	104 b
900	109 a	104 b

Médias seguidas por mesma letra na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D.M.S dose dentro de cultivar = 4,44. D.M.S cultivar dentro de dose = 6,82.

Quanto ao número de colmos por metro quadrado, apresentado na Tabela 6, verificou-se que o cultivar IAC 202 apresentou valores maiores comparados ao cultivar IAC 201 nos dois anos de cultivo. Resultados semelhantes foram obtidos para o cultivar IAC 201 por Crusciol *et al.* (1999) também na mesma região e época de semeadura. O número de colmos por metro quadrado não foi influenciado pelas doses de silício utilizadas. Já em relação ao número de panículas por metro quadrado, observa-se que o cultivar IAC 202 apresentou maiores valores comparados ao cultivar IAC 201, e os valores

apresentaram a mesma tendência obtida para o número de colmos por metro quadrado, não sendo influenciados pelas doses de silício (Tabela 6).

Tabela 6. Valores médios do número de colmos e panículas por metro quadrado, de dois cultivares de arroz irrigado por aspersão submetido a diferentes doses de silício. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Tratamentos	Colmos m ⁻²		Panículas m ⁻²	
	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04
Cultivares				
IAC 201	208 b	279 b	161 b	254 b
IAC 202	265 a	328 a	230 a	291 a
Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)				
0	235	309	195	271
150	239	286	195	259
300	240	309	193	279
450	227	300	195	258
600	246	300	196	297
750	255	316	210	282
900	211	304	185	270
C.V. (%)	16,69	11,30	18,50	22,56

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os números de grãos totais, cheios e chochos estão apresentados na Tabela 7. O cultivar IAC 201 apresentou número maior de grãos totais no ano 2002/03, já em 2003/04 a interação cultivar x dose de silício foi significativa (Tabela 8). Na interação, em relação ao número de grãos totais, apenas na dose 150 e 900 kg ha⁻¹ de SiO₂ os cultivares se mostraram semelhantes e, nas demais doses, verificou-se que o cultivar IAC 202 apresentou superioridade em relação ao IAC 201. Dentro de cultivares, verificou-se que os dados não se ajustaram a nenhuma equação. Em relação ao número de grãos cheios, os dois cultivares não apresentaram diferença na safra 2002/03, enquanto na safra 2003/04 houve significância na interação cultivar x dose de silício estando os desdobramentos apresentados na Tabela 8. Pelos resultados observados, verifica-se que há diferença significativa entre os cultivares em todas as doses testadas, com o cultivar IAC 202 apresentando os maiores valores. Apenas na dose de 150 kg ha⁻¹ de SiO₂ os cultivares se equivalem. De forma semelhante ao número de grãos totais, dentro de cultivares verificou-se que os dados de grãos cheios não se ajustaram a nenhuma equação. Em relação ao número de grãos chochos, foi observado que na safra 2002/03 o cultivar IAC 201 apresentou número maior de grãos chochos em relação ao IAC 202, porém em 2003/04 não houve diferenças entre os cultivares. Resultados semelhantes aos de 2002/03 foram observados por Ozeki (2003) em condições semelhantes, trabalhando como os mesmos cultivares e época de cultivo. O autor atribuiu o grande número de grãos chochos ao alto grau de acamamento observado. As doses de silício

utilizadas, assim como para número de grãos totais e grãos cheios, não proporcionaram efeito algum sobre o número de grãos chochos.

Tabela 7. Valores médios de grãos totais, cheios e chochos, de dois cultivares de arroz irrigado por aspersão submetido a diferentes doses de silício. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Tratamentos	Grãos Totais		Grãos cheios		Grãos chochos	
	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04
Cultivares						
IAC 201	172 a	180	124	142	48 a	38
IAC 202	147 b	230	130	188	17 b	42
Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)						
0	157	204	124	163	33	41
150	159	208	128	169	31	39
300	162	214	128	175	34	40
450	163	200	129	158	35	41
600	150	198	117	160	33	38
750	161	215	130	170	30	45
900	165	197	133	159	33	38
C.V. (%)	16,6	10,69	14,4	11,16	16,33	23,75

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 8. Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente a grãos cheios e grãos totais. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003/04.

Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)	n° grãos cheios	
	IAC 201	IAC 202
0	123 b	203 a
150	158 a	179 a
300	158 b	192 a
450	135 b	181 a
600	138 b	182 a
750	136 b	204 a
900	145 b	174 a
n° de grãos totais		
0	160 b	248 a
150	195 a	220 a
300	193 b	237 a
450	174 b	225 a
600	177 b	219 a
750	175 b	255 a
900	187 a	208 a

Médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Número de grãos cheios: D.M.S dose dentro de cultivar = 26,37; D.M.S cultivar dentro de dose = 40,50. Número de grãos totais: D.M.S dose dentro de cultivar = 31,44; D.M.S cultivar dentro de dose = 48,29.

Os dados referentes à massa de 100 grãos, massa hectolétrica e produtividade estão apresentados na Tabela 9. Com relação à massa de 100 grãos, não foram observadas diferenças entre cultivares e nem entre as doses de silício utilizadas na safra 2002/03. Já em 2003/04, houve diferença significativa entre os cultivares, onde o IAC 201 apresentou massa de 100 grãos superior ao IAC 202, mas os valores observados não foram significativos para as doses de silício utilizadas. Os dados obtidos diferem dos resultados obtidos por Mauad (2003) que observou aumento da massa de 100 grãos com a utilização de adubação silicatada. Pelos resultados, verificou-se que houve diferença significativa tanto para cultivar como para doses de silício em relação à massa hectolétrica na safra

2002/03, em que o cultivar IAC 202 apresentou maior massa hectolétrica comparativamente ao IAC 201. Com relação às doses de silício utilizadas, verificou-se incremento na massa hectolétrica com o aumento das doses de silício e os dados se ajustaram à equação linear crescente. Já em 2003/04, não houve diferença significativa entre os cultivares nem entre as doses utilizadas. Para a produtividade de grãos na safra 2002/03, os resultados não foram influenciados pelos cultivares nem pelas doses de silício aplicadas, mesmo ocorrendo variações em algumas das características avaliadas. Já em 2003/04, os resultados foram significativos para cultivar, em que o IAC 202 teve produtividade média de 4.400 kg ha⁻¹ enquanto o IAC 201 3.300 kg ha⁻¹. Em relação às doses de SiO₂, os dados não se ajustaram a nenhuma equação. Da mesma forma, Mauad (2003), estudando o efeito da aplicação de diferentes doses de silício na cultura do arroz, verificou que a adubação silicatada não interferiu na produtividade de grãos que em média foi da ordem de 6.470 kg ha⁻¹ de grãos.

Tabela 9. Valores médios de massa hectolétrica, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, de dois cultivares de arroz irrigado por aspersão submetido a diferentes doses de silício. Selvíria, Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Tratamentos	Massa hectolétrica		Massa de 100 grãos		Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)	
	2002/03	2002/03	2002/03	2002/03	2002/03	2003/04
Cultivares						
IAC 201	48,23 b	50,0	2,27	2,27 a	2869	3325 b
IAC 202	50,78 a	49,4	2,19	2,20 b	2929	4452 a
Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)						
0	48,04 ¹	49,5	2,12	2,20	2622	3415
150	48,99	50,1	2,26	2,24	3186	4286
300	48,60	48,5	2,23	2,23	2993	3725
450	48,60	49,6	2,25	2,25	3055	3594
600	49,19	50,2	2,23	2,24	2705	4086
750	51,35	50,3	2,26	2,25	2747	4250
900	50,74	49,8	2,25	2,21	2986	3864
C.V. (%)	4,23	4,58	7,04	4,6	18,42	14,44

Médias seguidas por mesma letra, na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. ¹y = 48,2705 + 0,0027 x *p (< 0,05).

Os valores médios referentes aos componentes do rendimento de engenho estão apresentados na Tabela 10, em que se pode verificar que o rendimento de benefício, rendimento de grãos inteiros e quebrados não foram influenciados pelo cultivar utilizado, nem pelas doses de silício testadas na safra 2002/03. Já na safra 2003/04, para o rendimento de benefício, houve interação cultivar x doses de silício utilizadas, estando os desdobramentos apresentados na Tabela 11, na qual se pode verificar, de maneira geral, que não houve diferença entre os cultivares nas doses de silício utilizadas e, quanto ao desdobramento dose de silício dentro de cultivares, não houve ajuste dos dados a uma equação, tanto para o cultivar IAC 201 como para o IAC 202.

Os grãos inteiros (Tabela 10) não foram influenciados pelos cultivares nem pela doses de silício utilizadas, o mesmo ocorrendo para os grãos quebrados, sendo interessante ressaltar que os valores obtidos para rendimento de benefício e de inteiros foram excelentes. Estes, por sua vez, são características importantes na determinação do valor da comercialização do arroz (Oliveira, 1994).

Tabela 10. Valores médios de rendimento de benefício, grãos inteiros e quebrados, de dois cultivares de arroz irrigado por aspersão submetido a diferentes doses de silício. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2002/03 e 2003/04.

Tratamentos	Rendimento de Benefício		Rendimento de Inteiros		Grãos Quebrados	
	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04	2002/03	2003/04
Cultivares						
IAC 201	72,4	74,0	59,5	61,8	13,0	12,4
IAC 202	71,8	74,0	59,4	60,9	12,7	13,4
Doses de SiO ₂ (kg ha ⁻¹)						
0	72,1	73,4	59,6	60,7	12,7	13,5
150	71,4	74,4	58,5	61,8	13,1	11,3
300	72,7	73,4	59,9	61,5	13,1	13,3
450	73,1	73,4	59,5	57,2	13,3	16,2
600	72,3	75,0	60,0	62,5	12,6	12,3
750	71,5	74,0	59,7	62,1	12,2	11,6
900	71,5	75,0	58,9	63,7	12,9	11,6
C.V. (%)	2,79	2,89	5,33	6,09	14,1	22,6

Tabela 11. Desdobramento das interações significativas da análise de variância referente ao rendimento de benefício. Selvíria, Estado do Mato Grosso do Sul, 2003/04.

Doses de Silício	Cultivar	
	IAC 201	IAC 202
0	73,2	73,5
150	73,4	75,4
300	71,2	75,6
450	72,0	74,7
600	74,6	74,8
750	73,3	74,0
900	74,3	75,8

Médias seguidas por mesma letra, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. D.M.S dose dentro de cultivar = 3,06. D.M.S cultivar dentro de dose = 4,70.

Conclusão

O cultivar IAC 202 pode apresentar produtividade de grãos superior ao IAC 201, com qualidade industrial semelhante e menor grau de acamamento.

A aplicação de silício não foi suficiente para reduzir o acamamento de plantas do cultivar IAC 201.

A aplicação de doses de silício no sulco de semeadura não interfere na produtividade de grãos e no rendimento industrial dos cultivares IAC 201 e IAC 202 em cultivo irrigado por aspersão.

Referências

ALVAREZ, A.C.C. *Produção do arroz em função da adubação com silício e nitrogênio no sistema de sequeiro irrigado por aspersão*. 2004. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Faculdade de Ciências Agronômicas, Universidade Estadual Paulista, 2004.

ARF, O. *et al.* Influência da época de semeadura no comportamento de cultivares de arroz irrigado por aspersão em Selvíria, MS. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, v. 35, p. 1967-1976, 2000.

BASAGLI, M.A.B. *et al.* Efeito da aplicação de silicato de sódio na resistência de plantas de trigo ao pulgão-verde *Schizaphis graminum* (Rond.) (Hemiptera: Aphididae). *Neotrop. Entomol.*, Londrina, v. 32, n. 4, p. 659-663, 2003.

CANTARELLA, H; FURLANI, P.R. Arroz de sequeiro. In: RAIJ, B. Van *et al.* (Ed.). *Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo*. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo, 1996. p. 48-49. (Boletim Técnico, 100).

CARVALHO, S.P. *Efeito do silício na introdução de resistência do sorgo ao pulgão-verde Schizaphis graminum* (Rondani, 1852) (Homoptera:Aphididae). 1998. Dissertação (Mestrado em Agronomia)–Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1998.

CRUSCIOL, C.A.C. *et al.* Componentes de produção e produtividade de grãos de arroz de sequeiro em função do espaçamento e densidade de semeadura. *Sci. Agric.*, Piracicaba, v. 56, p. 53-62. 1999.

CRUSCIOL, C.A.C. *et al.* Resposta do arroz de terras altas ao espaçamento e à densidade de semeadura sob irrigação por aspersão. *Cultura Agrônômica*, Ilha Solteira, v. 10, n. 1, p. 133-150, 2000.

DATNOFF, L. E. *et al.* Evaluation of calcium silicate slag and nitrogen on brown spot, neck rot, and sheath blight development on rice. *Biol. Cult. Tests Control Plant Dis.*, Saint Paul, v. 5, p. 65, 1990.

DATNOFF, L.E. *et al.* Effect of calcium silicate on bruzone and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Disease*, Saint Paul, v. 75, p. 729-733, 1991.

DATNOFF, L.E. *et al.* *Silicon on agriculture*. Amsterdam: Elsevier, 2001.

DEREN, C. Plant genotypes, silicon concentration and silicon related responses. In: DATNOFF, L.E. *et al.* (Ed.). *Silicon on agriculture*. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 149-158.

DE DATTA, S.K. *Principles and practices of rice production*. New York, 1981.

DJAMIN, A.; PATHAK, M.D. Role of silica in resistance to Asiatic rice borer *Chilo suppressalis* (Walker) in rice varieties. *J. Econ. Entomol.*, Lanham, v. 60, p. 347-351, 1967.

EPSTEIN, E. The anomaly of silicon in plant biology. *Proc. Nat. Acad. Sci. United States of America*, Washington, D.C., v. 91, p. 11-17, 1994.

ELAWAD, S.H.; GREEN, J.R.V.E. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. *Revista IL RISO*, Milano, v. 28, p. 235-253, 1979.

GOUSSAIN, M.M. *et al.* Efeito da Aplicação de Silício em Plantas de Milho no Desenvolvimento Biológico da Lagarta-do-Cartucho *Spodoptera frugiperda* (J.E.Smith) (Lepidoptera: Noctuidae). *Neotrop. Entomol.*, Londrina, v. 31, n. 2, p. 305-310, 2002.

KORNDÖRFER, G.H.; LEPSCH, I. Effect of silicon on plant growth and crop yield. In: DATNOFF, L.E. *et al.* (Ed.). *Silicon on agriculture*. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 133-147.

- KORNDÖRFER, G.H.; DATNOFF, L.E. Adubação com silício: uma alternativa, no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. *Inf. Agron.*, Piracicaba, n. 70, p. 1-5, 1995.
- KORNDÖRFER, G.H. *et al.* Avaliações de métodos de avaliações de silício em solos cultivados com arroz de sequeiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 23, n. 1, p. 101-106, 1999a.
- KORNDÖRFER, G.H. *et al.* Efeito da aplicação de silicato de cálcio em solos cultivados com arroz de sequeiro. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, v. 23, n. 3, p. 635-641, 1999b.
- KORNDÖRFER, G.H. *et al.* Calibration of soil and plant silicon analysis for rice production. *J. Plant Nutr.*, New York, v. 24, n. 7, p. 1071-1084, 2001.
- KORNDÖRFER, G.H. *et al.* *Silicatos de cálcio e magnésio na agricultura*. Uberlândia: UFU/Iciag, 2004.
- KORNDÖRFER, G.H. Silício na agricultura reduz pragas e doenças. Disponível em: <<http://www11.agesado.com.br/cet/caplic/ca138.htm>>. Acesso em: 12 mar. 2005.
- MA, J.F. *et al.* Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L.E. *et al.* (Ed.). *Silicon on agriculture*. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 17-39.
- MALAVOLTA, E. *Elementos de nutrição mineral de plantas*. Piracicaba: Ed. Agronômica; Ceres, 1980.
- MARSCHNER, H. *Mineral nutrition of higher plants*. San Diego: Academic Press, 1986.
- MAUAD, M. *et al.* Teores de silício no solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. *Rev. Bras. Cienc. Solo*, Viçosa, n. 27, p. 867-873, 2003.
- MENZIES, J.G. *et al.* Plant-related silicon research in Canada. In: DATNOFF, L.E. *et al.* (Ed.). *Silicon on agriculture*. Amsterdam: Elsevier, 2001. p. 323-341.
- MIYAKE, Y.; TAKAHASHI, E. Effect of silicon on the growth of cucumber plant in soil culture. *Soil Sci. Plant Nutr.*, Tokyo, v. 29, p. 463-471, 1983.
- MOORE, D. The role of silica in protecting Italian ryegrass (*Lolium multiflora*) from attack by dipterous stem-boring larvae (*Oscinella frit* and another related species). *Ann. Appl. Biol.*, Warwick, n. 4, p. 161-166, 1984.
- OLIVEIRA, G.S. *Efeito de densidade de semeadura no desenvolvimento de cultivares de arroz (Oryza sativa L.) em condições de sequeiro e irrigado por aspersão*. 1994. Monografia (Graduação em Agronomia)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 1994.
- OZEKI, M. *Comportamento de dois cultivares de arroz, irrigado por aspersão, em função da época de aplicação de potássio*. 2003. Monografia (Graduação em Agronomia)–Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2003.
- TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: MATSUO, T. *et al.* (Ed.). *Science of the rice plant: Physiology*. Tóquio: Food and Agriculture Policy Research Center, 1995. cap. 5, p. 420-433.
- YOSHIDA, S. *The physiology of silicon in rice*. Taipei: Food and Fertilization Technology Center, 1975. (FFTC. Technical Bulletin, 25).
- YOSHIDA, S. Growth and development of the rice plant. In: YOSHIDA, S. (Ed.). *Fundamentals of rice crop science*. Los Baños: IRRI, 1981. cap. 1, p. 1-65.

Received on April 03, 2007.

Accepted on October 28, 2007.