

## **Adubação silicatada foliar associada ao nitrogênio em cobertura na cultura do arroz de terras altas**

Leonardo Freese Silva Prado, Claudio Hideo Martins da Costa, Rogério Borges de Oliveira Paz, Bárbara de Fátima Silva Moura, Fabiana Larissa Amaral da Costa

Universidade Federal de Jataí, *Campus Jatobá*, BR 364, km 195, nº 3800, CEP 75801-615 Jataí, GO, Brasil. E-mails: leofreese@icloud.com, c\_hideo@ufg.br, borgesepaz@gmail.com, barbamoura.agro@gmail.com, fabianagronoma@hotmail.com

**Resumo:** A adubação nitrogenada é prática primordial para alcançar elevada produtividade de grãos, entretanto doses elevadas deste nutriente podem promover acamamento e deixar as plantas mais suscetíveis a doenças. Assim, a aplicação de silício pode contribuir para a formação de plantas mais eretas aumentando a eficiência fotossintética, resultando em maior produtividade da cultura. Objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adubação silicatada foliar associada a diferentes doses de N na cultura do arroz. O experimento foi instalado a campo no delineamento em blocos ao acaso, em esquema fatorial 4x2, com 4 repetições. Os tratamentos consistiram em quatro doses de nitrogênio aplicado em cobertura (0, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup> de N) e duas doses de silício (0 e 0,8 L ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>). Foram determinadas as seguintes características: altura de plantas; altura de inserção da folha bandeira; comprimento da panícula; massa de 1000 grãos; número de grãos por panícula; e produtividade da cultura. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, as médias do fator doses de silício foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade e as médias do fator doses de nitrogênio foram ajustadas a funções matemáticas a 5% de probabilidade. A aplicação de Si promoveu aumento no comprimento da panícula, no número de grãos por panícula e na produtividade grãos de arroz. O número de panículas por metro quadrado e o número de grãos por panícula aumentou de forma quadrática com as doses de N, resultando em aumento quadrático na produtividade de grãos de arroz.

**Palavras chave:** *Oryza sativa*, Adubação nitrogenada, Adubação silicatada.

### **Silicon foliar fertilization associated with sidedressing nitrogen in upland rice**

**Abstract:** Nitrogen fertilization is essential to achieve high yield, but high rates of this nutrient may promote lodging and leave plants more susceptible to disease. Thus, the application of silicon can contribute to the formation of more erect plants increasing the photosynthetic efficiency, resulting in higher grain yield. The objective of this study was to evaluate the effect of foliar silicate fertilization associated with different N rates in the rice crop. The experiment was installed in a randomized block design, in a 4x2 factorial scheme, with 4 replicates. The treatments consisted of four rates of nitrogen applied in sidedressing (0, 20, 40, 80 kg ha<sup>-1</sup> of N) and two rates of silicon (0 and 0.8 L ha<sup>-1</sup> SiO<sub>2</sub>). The following characteristics were determined: plant height; height of insertion of the flag leaf; panicle length; mass of 1000-grains; number of grains per panicle; and crop yield. The data collected were submitted to analysis of variance, the means of the factor silicon rates were compared by the F test at 5% probability and the means of the nitrogen rates were adjusted to mathematical functions at 5% probability. The application of Si increased the panicle length, the number of grains per panicle and the grain yield of rice. The number of panicles per square meter and the number of grains per panicle increased quadratically with N rates, resulting in a quadratic increase in grain yield of rice.

**Keywords:** *Oryza sativa*, Nitrogen fertilization, Silicate fertilization.

## Introdução

O arroz (*Oryza sativa*) é um dos alimentos tradicionais da dieta da população brasileira, uma das principais fontes de energia alimentar, sendo elemento básico na alimentação da maioria dos povos. Dentre as culturas anuais no Brasil, o arroz ocupa posição de destaque, do ponto de vista econômico e social (Zanin et al., 2019), tendo a quinta maior área plantada entre os grãos, cerca de 1,958 milhões de hectares, sendo o terceiro grão mais produzido com 11,531 milhões de toneladas Companhia Nacional de Abastecimento [CONAB] (2018).

De acordo com Alvarez (2004), a cultura do arroz apresenta uma ampla adaptação, pois além de ser cultivada em diferentes locais do mundo, é conduzida sob os ecossistemas de terras altas, utilizando ou não irrigação por aspersão e de várzeas, onde o cultivo ocorre com e sem irrigação por inundação controlada. No entanto, a deficiência hídrica se destaca dentre os principais fatores que limitam a produtividade em arroz de sequeiro, sendo necessário o desenvolvimento de práticas agrícolas que potencializem o aproveitamento de água.

Mesmo não sendo considerado elemento essencial para as plantas, a presença do silício (Si) no tecido vegetal tem resultado em benefícios aos vegetais, especialmente quando estes são submetidos a estresse biótico ou abiótico, principalmente nas espécies gramíneas, como a cultura do arroz (Mauad et al., 2011). Dentre os benefícios deste elemento nas plantas, pode-se destacar a redução na intensidade de diversas doenças, que pode ocorrer por meio de barreiras químicas ou físicas, seja pela produção de fenóis ou deposição de sílica nas células dos tecidos vegetais aumentando a espessura da parede celular (Datnoff et al., 2007, Rodrigues et al., 2003 & Agarie et al., 1998). O acúmulo de silício nas plantas também contribui para a formação de plantas mais eretas, evitando o acamamento, a perda excessiva de água e promovendo uma melhor eficiência fotossintética, resultando em maior produtividade da cultura (Barbosa et al., 2000).

O nitrogênio (N) é um dos nutrientes que

mais limita a produtividade do arroz, possuindo importante papel no metabolismo das espécies vegetais. É responsável pelo aumento da área foliar da planta, melhorando a taxa fotossintética e, conseqüentemente, a produtividade da cultura (Veloso et al., 2009). Portanto, sua deficiência pode apresentar um déficit no seu crescimento e desenvolvimento (Silva-Lobo et al., 2012). Porém, quando fornecido em altas doses, o N pode diminuir os teores de Si nas plantas de arroz (Huber, Thompson, 2007 & Ávila et al., 2010), devido a maior produção de tecido vegetal que promove diluição do Si incorporado ao tecido foliar.

Nesse sentido, objetivou-se com esse trabalho avaliar o efeito da adubação silicatada foliar associada a diferentes doses de N, nos parâmetros morfológicos da planta de arroz e na produtividade da cultura.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no município de Jataí - GO, no período de novembro de 2017 a março de 2018, na fazenda experimental da Universidade Federal de Goiás [UFG] Regional Jataí, localizada a 17° 88' de Latitude Sul, 51° 71' de Longitude Oeste, a 662,8 metros de altitude.

O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, clima tropical com estação seca de inverno (Cardoso et al., 2014). Na Figura 1, pode-se observar a variação da precipitação pluvial, temperatura máxima e mínima durante a condução do experimento. Os dados foram coletados na Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática localizada na UFG Regional Jataí, pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia.

A área onde o experimento foi instalado possui Latossolo Vermelho distroférico (Embrapa, 2013). Em análise granulométrica realizada antes da instalação, o solo continha 680, 125 e 195 g kg<sup>-1</sup> de argila, silte e areia, respectivamente. Os atributos químicos estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1** - Valores dos atributos químicos atribuídos ao solo no início da implantação do experimento, na camada de 0 – 20 cm. Jataí-GO, 2018.

pH	K	P (mel)	Ca	Mg	Al	H+Al	CTC <sup>†</sup>	V <sup>‡</sup>
-CaCl <sub>2</sub> -	---mg.dm <sup>-3</sup> ---		-----cmol <sub>c</sub> .dm <sup>-3</sup> -----					%
5,2	119	8,8	2,81	1,07	0,08	5,6	9,8	42,7
S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	Na		
-----mg.dm <sup>-3</sup> -----								
7,9	0,11	8,1	34	40,2	3,5	1,8		

†Capacidade de troca catiônica; ‡Saturação por bases.

Para a instalação do experimento, foi considerado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, com 4 repetições. Os fatores considerados foram quatro doses de nitrogênio aplicado em cobertura (0, 20, 40 e 80 kg.ha<sup>-1</sup> de N) e duas doses de silício (0 e 0,8 L ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>) na cultura do arroz. A adubação nitrogenada foi realizada no início do perfilhamento da cultura, utilizando como fonte a ureia (45% de N). A primeira aplicação do silício ocorreu no dia 16 de janeiro de 2018 (diferenciação floral) e a segunda 15 dias após, no dia 31 de janeiro de 2018 (início do florescimento), nas doses de 0 e 0,8 L.ha<sup>-1</sup> de SiO<sub>2</sub>, utilizando o produto Supa Sílica® (Agrichem).

Antes da implantação do experimento foi realizada a dessecação da cobertura vegetal da área mediante a aplicação de herbicida glifosato (2.160 g.ha<sup>-1</sup> de i.a.), utilizando um volume de 150 L ha<sup>-1</sup>. As sementes foram previamente tratadas, com 5 + 45 + 50 g de piraclostrobina, tiofanato metílico e fipronil por 100 kg de sementes, respectivamente.

A cultivar utilizada foi a BRS Esmeralda. O plantio foi realizado no dia 21 de novembro de 2017 e a emergência ocorreu após 5 dias. Para a semeadura, foi considerado o espaçamento entre linhas de 0,22 m e densidade de semeadura de 300 sementes m<sup>2</sup>. Foi realizada adubação de base no sulco de semeadura, utilizando-se 300 kg ha<sup>-1</sup> formulado 04-20-18 de N-P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>-K<sub>2</sub>O, que corresponde a 12 kg ha<sup>-1</sup> de N, 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 54 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. Após a semeadura, a área foi monitorada e o manejo fitossanitário foi realizado de acordo com as necessidades da

cultura.

Para as avaliações, foram consideradas as linhas centrais desprezando 1 m na extremidade de cada fileira de plantas e uma fileira de cada lado da unidade experimental. As características foram determinadas quando da completa maturidade da panícula, coletando-se 10 plantas ao acaso, na área útil de cada unidade experimental. Foram avaliados: número de panículas por m<sup>2</sup>; altura de planta; altura de inserção da folha bandeira; comprimento da panícula; número de grãos por panícula; massa de 1000 grãos e a produtividade de grãos.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância, as médias do fator doses de silício foram comparadas pelo teste F a 5% de probabilidade e as médias do fator doses de nitrogênio foram ajustadas a funções matemáticas a 5% de probabilidade, utilizando o programa Sisvar 4.2 (Ferreira, 2008).

## Resultados e discussão

Não foi observada interação significativa entre os fatores “doses de N” e “aplicação de Si” para o número de panículas por metro quadrado, altura de planta, altura de inserção da folha bandeira e o comprimento da panícula (Tabela 2). Sendo assim, os fatores foram analisados separadamente.

O número de panículas por m<sup>2</sup>, a altura de plantas e a altura de inserção da folha bandeira não foram influenciadas pela aplicação do Si (Tabelas 2 e 3). O número de panículas é influenciado diretamente pelas condições

ambientais até a fase de perfilhamento, podemos considerar que não houve restrições térmicas e hídricas neste período conforme observado na Figura 1. Estes resultados corroboram os de Carvalho (2000), que estudou em condições de

campo o efeito de doses e fontes de Si no arroz irrigado por aspersão. Quanto ao crescimento das plantas, Marchezan et al. (2004) também não observaram influência da adubação silicatada.

**Tabela 2** - Significância da ANOVA para o número de panículas por metro quadrado, altura de planta, altura de inserção da folha bandeira e comprimento da panícula de arroz. Jataí, GO, 2018.

Fonte de variação	Panículas por m <sup>2</sup>	Altura de Planta	Altura de inserção da folha bandeira	Comprimento da panícula
Bloco	0,1360	<0,0001	0,1384	0,7053
Sílicio (S)	0,4061	0,0700	0,8406	0,0347
Doses de N (N)	0,0077	0,1426	0,1227	0,6845
S x N	0,7114	0,0923	0,0702	0,5068
CV (%)‡	9,25	0,84	8,15	8,24

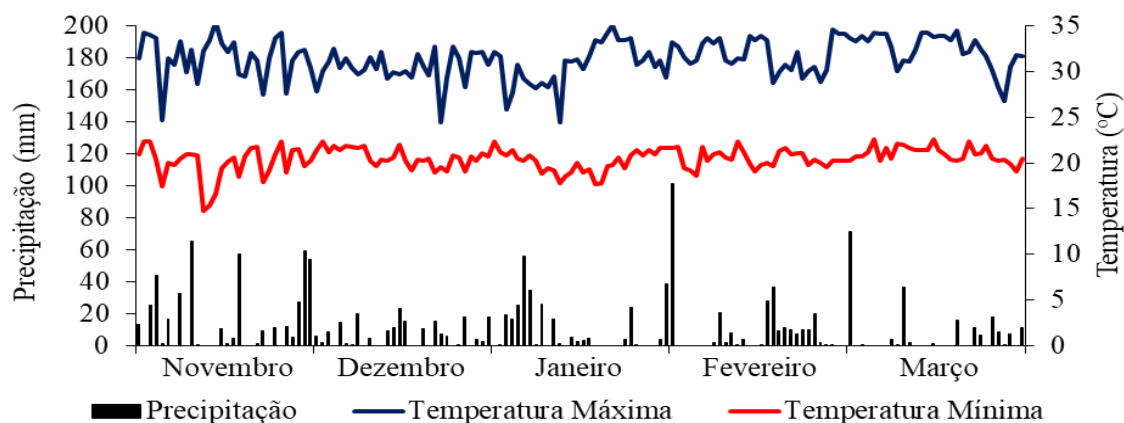
‡Coeficiente de variação.

**Tabela 3** - Valores médios observados de quantidade de plantas por m<sup>2</sup>, altura de planta, altura de inserção da folha bandeira e comprimento da panícula.

Tratamentos	Panículas por m <sup>2</sup>	Altura de planta	Altura de inserção da folha bandeira	Comprimento da panícula
	n <sup>o</sup>	cm	cm	cm
Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )				
20	-	93,9 <sup>ns</sup>	66,0750 <sup>ns</sup>	20,7 <sup>ns</sup>
40	-	94,1	67,4125	20,6
60	-	94,5	71,1875	21,4
80	-	94,7	72,1875	21,4
Aplicação de Si(L.ha <sup>-1</sup> )				
0	262,6 a	94,5 a	69,01 a	20,4 a
0,8	270,0 a	94,0 a	69,42 a	21,7 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

**Figura 1** - Precipitação pluvial, temperaturas média, registradas durante a condução do experimento, no período de novembro de 2017 a março de 2018. Jataí-GO.



A aplicação de silício provocou aumento no comprimento da panícula de aproximadamente 7% em relação ao controle (Tabelas 2 e 3). É provável que o Si tenha contribuído na redução da perda excessiva de água, o que promoveu uma melhor eficiência fotossintética (Barbosa et al., 2000), contribuindo no desenvolvimento da panícula. Este fator é interessante, do ponto de vista econômico, pois o comprimento da panícula determina o número de grãos que podem armazenar (Cheng et al., 2007) e, conseqüentemente, aumentar a produtividade do

arroz (Xing & Zhang, 2010), portanto, é um dos parâmetros importantes a serem avaliados.

Assim como para os parâmetros biométricos, nos componentes produtivos também não foram observadas interação significativa entre os fatores “doses de N” e “aplicação de Si” (Tabela 4). A massa de 1000 grãos não foi alterada pela aplicação do Si (Tabelas 4 e 5). Este componente é uma característica estável da variedade e depende do tamanho do grão.

**Tabela 4** - Significância da ANOVA para o número de grãos por panícula, massa de mil grãos e produtividade de grãos de arroz. Jataí, GO, 2018.

Fonte de variação	Grãos por panícula	Massa 1000 grãos	Produtividade de grãos
Bloco	0,5259	0,1913	0,5974
Silício(S)	0,0189	0,5272	0,0009
Doses de N (N)	0,0029	0,5453	0,0150
S x N	0,8850	0,2997	0,6586
CV (%)	7,64	4,72	10,08

‡Coeficiente de variação.

O número de grãos por panícula aumentou com a aplicação do Si cerca de 7% em relação ao controle, que corresponde a 7,3 grãos a mais por panícula (Tabela 5). Este componente da

produção é determinado no estágio reprodutivo da cultura e é influenciado pela densidade de plantio, de níveis de adubação, cultivar, radiação solar e temperatura (Guimarães et al., 2002).

**Tabela 5** - Valores médios observados de grãos por panícula, massa de 1000 grãos e produtividade de grãos.

Tratamentos	Grãos por	Massa de 1000 grãos	Produtividade de grãos
	panícula		
	nº	g	Kg ha <sup>-1</sup>
Doses de N (kg.ha <sup>-1</sup> )			
20	-	26,35 <sup>ns</sup>	-
40	-	25,80	-
60	-	25,46	-
80	-	25,98	-
Aplicação de Si (L.ha <sup>-1</sup> )			
0	102,7 a	26,04 a	5727 a
0,8	110,0 b	25,76 a	6576 b

Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

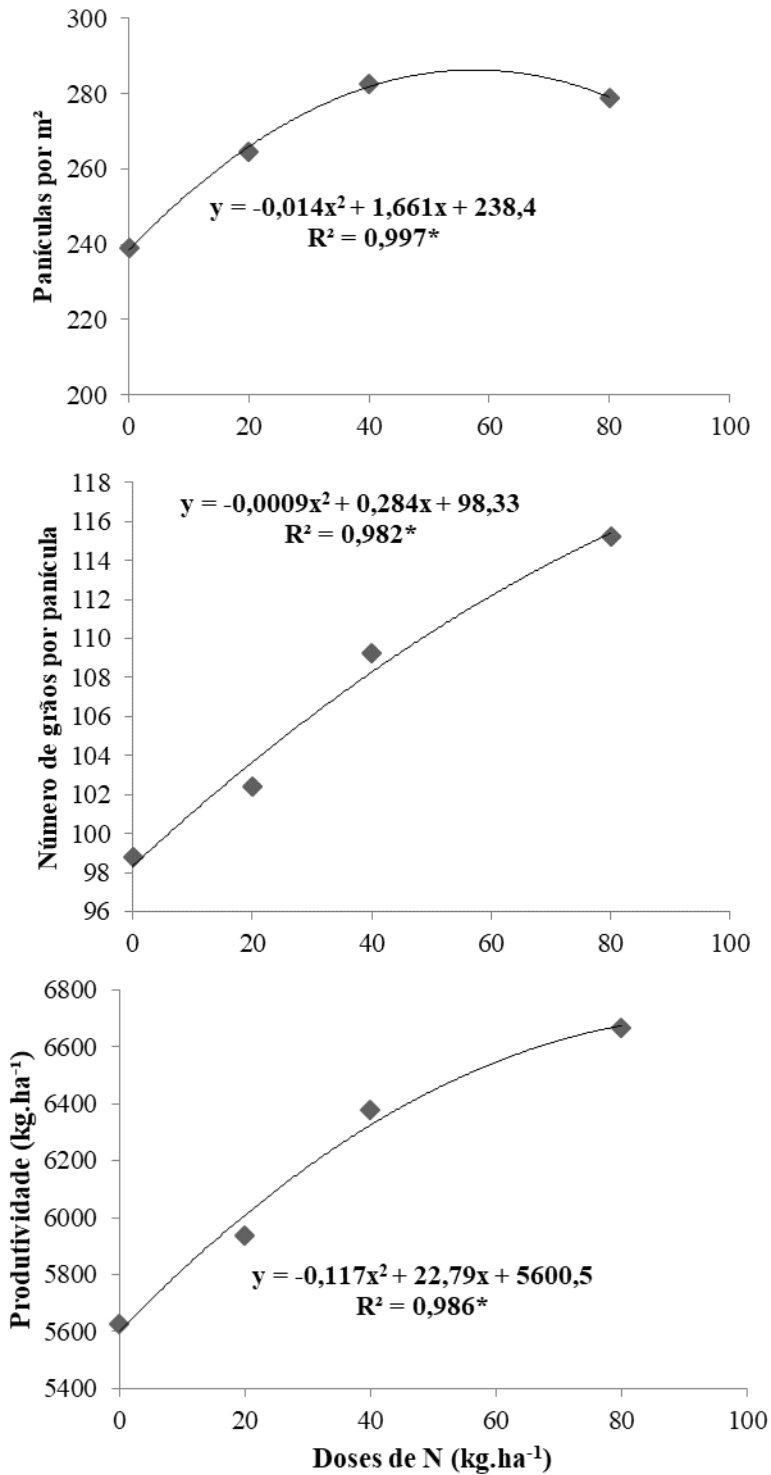
A produtividade de grãos de arroz aumentou com a aplicação do Si cerca de 15% em relação ao controle, que corresponde a 849 kg.ha<sup>-1</sup> (Tabela 5). Este resultado é reflexo dos resultados observados no comprimento de panícula que proporcionou maior número de grãos por panícula de arroz (Tabelas 3 e 5). Porém, Santos et al. (2003) testando diferentes doses de Si, observaram que a produtividade do arroz aumentou à medida que se aumentou a dose. Segundo Fornasier e Fornasier (2006), o Si pode estimular o crescimento e a produção vegetal na cultura do arroz, já que esse nutriente mantém as folhas mais eretas, o que aumenta a penetração de luz no dossel e estimula a fotossíntese, aumentando a translocação de assimilados para os grãos.

Quanto a adubação nitrogenada de cobertura na cultura do arroz, esta não alterou a altura de planta, a altura de inserção da folha bandeira e o comprimento da panícula (Tabelas 2, 3, 4 e 5). Apesar de o nitrogênio estimular o crescimento das plantas, cultivares de sequeiro

respondem relativamente menos a este nutriente quando comparados com os irrigados (Barbosa, 1987). De acordo com Hernandez et al. (2010), o efeito de N na altura da planta de arroz depende, além da dose de N, de outros fatores como cultivar, luminosidade, temperatura e umidade.

O número de panículas por metro quadrado apresentou ajuste crescente quadrático, à medida que houve aumento da dose de N aplicada até a dose calculada de 59 kg ha<sup>-1</sup>, atingindo o número máximo de 288 panículas por metro quadrado, sendo 21% superior ao controle (Tabela 4 e Figura 2). O incremento dessa variável com o aumento das doses de nitrogênio é devido à participação deste na produção de tecido vegetal (Mauad et al., 2003). Resultados semelhantes foram observados por Avila et al. (2010). Considerando que a densidade de plantio foi de 300 sementes por m<sup>2</sup>, a taxa de germinação média (89%) ficou dentro do esperado para a cultivar BRS Esmeralda e não foi observado acamamento.

**Figura 2** - Quantidade de panículas por m<sup>2</sup>, número de grãos por panícula e produtividade de grãos em função das diferentes doses de N aplicadas em cobertura na cultura do arroz. Jataí, GO, 2018. \*Significativo a 5% de probabilidade.



O número de grãos por panícula aumentou de forma quadrática com a aplicação do nitrogênio, alcançando o número máximo de 121 grãos por panícula na dose estimada de 158

kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (Tabela 4 e Figura 2). Por este componente da produção ser determinado no estágio reprodutivo, a maior disponibilidade de nitrogênio pelas maiores doses neste período



melhora o desenvolvimento da panícula, resultando em maior número de grãos por panícula, o que reflete diretamente na produtividade da cultura (Guimarães et al., 2002).

A produtividade de arroz aumentou de forma quadrática com as doses de nitrogênio, alcançando 6710 kg.ha<sup>-1</sup> de grãos de arroz na dose estimada de 97,4 kg.ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (Tabela 4 e Figura 2), reflexo dos resultados observados no número de panículas por metro quadrado e número de grãos por panícula (Figuras 2 e 3). Stone et al. (1999) e Artigiani et al. (2014), em experimento com arroz de terras altas em sistema de sequeiro, também observaram que o número de grãos por panícula e da produtividade tiveram resposta quadrática às doses de N.

### Conclusões

A aplicação de Si promoveu aumento no comprimento da panícula, no número de grãos por panícula e na produtividade grãos de arroz. O número de panículas por metro quadrado e o número de grãos por panícula aumentou de forma quadrática com as doses de N, resultando em aumento quadrático na produtividade de grãos de arroz.

### Agradecimentos

Os autores agradecem ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa concedida ao segundo autor.

### Referências

Agarie, S., et al. (1998). Effects of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oryza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. *Plant Production Science*, 2 (1), 96- 103.

Alvarez, A. C. C. (2004). *Produção do arroz em função da adubação com silício e nitrogênio no sistema de sequeiro e irrigado por aspersão*. Botucatu (84f). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, Brasil.

Artigiani, A. C. C., et al. (2014). Adubação

silicatada no sulco e nitrogenada em cobertura no arroz de sequeiro e irrigado por aspersão. *Bioscience Journal*, 30 (supl.1), 240-251.

Ávila, F. W.. et al. (2010). Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. *Revista Ciência Agronômica*, 41 (2), 184-190.

Barbosa Filho, M. P., et al. (2000). Importância do silício para a cultura do arroz: uma revisão de literatura. *Informações Agronômicas*, Piracicaba, (Encarte técnico, n. 89, pp1-8).

Barbosa Filho, M. P. (1987). *Nutrição e adubação do arroz* (127p). Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato.

Cheng, F., et al. (2007). A diferença de teor de amilose dentro de uma panícula afetados pela morfologia da panícula de cultivares de arroz. *Journal of Cereal Science*, 46 (1), 49-57.

Companhia Nacional De Abastecimento (2018). *Acompanhamento da safra brasileira: Grãos - Safra 2017/18 –Oitavo Levantamento* (145p). Brasília, DF: CONAB.

Cardoso, M.R.D.. Marcuzzo, F.F.N., & Barros, J.R. (2014). Classificação climática de köppen-geiger para o estado de Goiás e o Distrito Federal. *ACTA Geográfica*, 8 (16), 40-55.

Carvalho, J. C. (2000). *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*. (119f). Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, Brasil.

Datnoff, L. E., et al. (2007). Silicon and plant disease. In: Datnoff, L. E.. Elmer, W. H. & Huber, D. M. (Ed.). *Mineral nutrition and plant disease* (cap. 7, pp. 233-246). St Paul: The American Phytopathological Society Press.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (2013). *Sistema brasileiro de classificação de solos* (3.ed., 353p). Brasília: Embrapa.

Ferreira, D. F. (2008). SISVAR: a program for statistical analysis and teaching. *Revista*



*Symposium*, 6, 36–41.

Fornasieri Filho, D., & Fornasieri, J. L. (2006). *Manual da cultura do arroz*. Jaboticabal: FUNEP.

Guimarães, C. M., Fageria, N. K., & Barbosa Filho, M. P. (2002). Como a planta de arroz se desenvolve. *Arquivo do Agrônomo*, Campinas, 13, 1-12.

Hernandes, A., et al. (2010). Doses, fontes e épocas de aplicação de nitrogênio em cultivares de arroz. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 307-312.

Huber, D. M., & Thompson, L. A. (2007). Nitrogen and plant disease. In: Datnoff, L. E., Elmer, W. H., & Huber, D. M. (Ed.). *Mineral nutrition and plant disease* (pp. 31 -44). Washington: The American Phytopathological Society Press.

Mauad, M., et al. (2003). 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*, 27, 867-873.

Mauad, M., et al. (2003). Nitrogen and silicon fertilization of upland rice. *Scientia Agricola*, 60, 761-765.

Mauad, M. et al. (2011). Produção de massa seca e nutrição de cultivares de arroz de terras altas sob condição de déficit hídrico e adubação silicatada. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, 32, 939-948.

Marchezan, E., Villa, S. C. C., Korndorfer, G. H., & Santos, F. M. (2004). Aplicação de silício em arroz irrigado: efeito nos componentes da produção. *Bioscience Journal*, 20 (3), 125-131.

Rodrigues, F. Á., et al. (2003). Ultrastructural and cytochemical aspects of silicon mediated rice blast resistance. *Phytopathology*, 93 (5), 535-546.

Santos, G. R., et al. (2003). Adubação com silício: influência sobre as principais doenças e sobre a produtividade do arroz irrigado por inundação. *Revista Ceres*, Viçosa, 50 (287), 1-8.

Silva-Lobo, V. L., et al. (2012). Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de

brusone nas panículas em arroz de terras altas. *Tropical Plant Pathology*, 37 (1), 83-87.

Stone, L. F., et al. (1999). Adubação nitrogenada em arroz sob irrigação suplementar por aspersão. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 34 (6), 927-932.

Veloso, M. E. C., et al. (2009). Teor de nitrogênio, índices de área foliar e de colheita, no Milho, em função da adubação nitrogenada, em solo de várzea. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 8 (1), 13-25.

Xing, Y., & Zhang, Q. (2010). Bases genéticas e moleculares da produção de arroz. *Revisão Anual de Biologia Vegetal*, 61, 111-122.

Zanin, V., Bacchi, M. R. P., & Almeida, A. T. C. (2019). A demanda domiciliar por arroz no Brasil: abordagem por meio do sistema Quaidis em 2008/2009. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 57 (2), 234-252.

Recebido em: 02/07/2018

Aceito em: 26/05/2020