



Revista Caatinga

ISSN: 0100-316X

caatinga@ufersa.edu.br

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Brasil

RODRIGUES DOS SANTOS, GIL; DELINTRO DE CASTRO NETO, MANOEL; CERQUEIRA
RODRIGUES, ARTENISA; BONIFACIO, AURENIVIA; KORNDORFER, GASPAR HENRIQUE
FERTILIZAÇÃO SILICATADA E NITROGENADA NO CONTROLE DA BRUSONE DO ARROZ EM
SISTEMA IRRIGADO

Revista Caatinga, vol. 27, núm. 4, octubre-diciembre, 2014, pp. 103-108

Universidade Federal Rural do Semi-Árido

Mossoró, Brasil

Disponível em: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=237132753013>

- ▶ Como citar este artigo
- ▶ Número completo
- ▶ Mais artigos
- ▶ Home da revista no Redalyc

redalyc.org

Sistema de Informação Científica

Rede de Revistas Científicas da América Latina, Caribe, Espanha e Portugal
Projeto acadêmico sem fins lucrativos desenvolvido no âmbito da iniciativa Acesso Aberto

FERTILIZAÇÃO SILICATADA E NITROGENADA NO CONTROLE DA BRUSONE DO ARROZ EM SISTEMA IRRIGADO¹

GIL RODRIGUES DOS SANTOS^{2*}, MANOEL DELINTRO DE CASTRO NETO³, ARTENISA CERQUEIRA
RODRIGUES⁴, AURENIVIA BONIFACIO⁵, GASPAR HENRIQUE KORNDORFER⁶

RESUMO - A adubação silicatada apresenta efeito benéfico no aumento da resistência das plantas às doenças, no entanto, este efeito pode ser reduzido na presença de doses elevadas de nitrogênio. Diante do exposto, este estudo objetivou estudar o efeito da adubação silicatada e nitrogenada no controle da brusone do arroz em sistema irrigado. As plantas foram cultivadas em uma área de várzea tropical e avaliadas quanto à severidade da brusone nas folhas, incidência nas panículas e produtividade de grãos. Plantas suplementadas com 4000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio associado com 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio na adubação de cobertura apresentaram menor severidade da brusone nas folhas e maior produtividade de grãos quando comparadas com as plantas não suplementadas com o silício. A combinação de adubação silicatada com 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio na adubação de cobertura resultou em maior incidência de brusone nas panículas. Após a análise dos resultados, concluiu-se que a suplementação com silício e nitrogênio promoveu redução na severidade da brusone nas plantas de arroz em sistema irrigado sem afetar a produtividade de grãos.

Palavras-chave: *Pyricularia grisea*. *Oryza sativa*. Silício. Nitrogênio. Produtividade.

SILICATED AND NITROGEN FERTILIZATION IN CONTROL OF RICE BLAST IN IRRIGATED SYSTEM

ABSTRACT – The silicon fertilization has a beneficial effect in enhancing the resistance of plants to diseases, however, this effect can be reduced in the presence of high levels of nitrogen. Given the above, this study aimed to investigate the effect of silicated and nitrogen fertilization in control of rice blast in irrigated system. Plants were grown in an area of tropical lowland and evaluated as to the severity of leaf blast incidence on panicles and grain yield. Plants supplemented with 4000 kg ha⁻¹ of calcium and magnesium silicate associated with 45 kg ha⁻¹ of nitrogen topdressing had lower severity of leaf blast and higher grain yield compared to plants not supplemented with silicon. The combination of silicated fertilization with 90 kg ha⁻¹ of nitrogen topdressing resulted in a greater incidence of panicle rice blast. After analyzing the results, it was concluded that supplementation with silicon and nitrogen promoted reduction in the severity of blast in rice plants in irrigation system without affecting the yield.

Keywords: *Pyricularia grisea*. *Oryza sativa*. Silicon. Nitrogen. Productivity.

*Autor para correspondência.

¹Recebido para publicação em 16/04/2013; aceito em 25/07/2014.

Trabalho de dissertação defendida na Pós-Graduação em Produção Vegetal pelo segundo autor.

²Departamento de Agronomia, Laboratório de Fitopatologia, UFT, 77402-970, Gurupi-TO, gilrsan@uft.edu.br.

³Laboratório de Fitopatologia, UFT, 77402-970, Gurupi-TO, mdc.neto@hotmail.com.

⁴Departamento de Engenharia Agrícola e Solos, UFPPI, 64049550, Teresina-PI, artenisacerqueira@hotmail.com.

⁵Área de Ciências Exatas e Biotecnológicas, UFT, 77402-970, Gurupi-TO, bonifacio.a@live.com.

⁶Instituto de Ciências Agrárias, UFU, 38400-902, Uberlândia-MG, ghk@uber.com.br.

INTRODUÇÃO

O silício é o segundo elemento mais abundante no solo, e é considerado um elemento mineral benéfico ao crescimento e desenvolvimento de muitas espécies de gramíneas, tais como o trigo, a cevada e o arroz (MA et al., 2004; NAKATA et al., 2008). Em arroz (*Oryza sativa* L.), o silício absorvido é acumulado nos tecidos e contribui para aumentar a taxa fotossintética e a eficiência de uso da água e, ainda, reduzir a taxa transpiratória e a toxicidade aos metais pesados (EPSTEIN, 2001; SEEBOULD et al., 2004). O silício apresenta-se como efetivo na proteção contra doenças, tais como a mancha-parda, a escaldadura das folhas, a queima das bainhas e a brusone, devido ao seu acúmulo na epiderme foliar que leva ao desenvolvimento de uma barreira mecânica e bioquímica (RODRIGUES et al., 2003; NAKATA et al., 2008; SANTOS et al., 2011). A formação destas barreiras resulta em maior resistência aos patógenos e pode ser utilizada como uma estratégia manejo integrado visando o controle de doenças fúngicas do arroz (ZANÃO JÚNIOR et al., 2009).

A brusone, causada pelo fungo *Pyricularia grisea* (Cooke) Sacc., afeta a cultura do arroz no Brasil e no mundo provocando reduções significativas na produtividade e na qualidade dos grãos (MALAVOLTA et al., 2008; PRABHU et al., 2009). No arroz, a brusone ataca as folhas na fase vegetativa e com o início da fase reprodutiva a infecção pode se tornar mais severa e atingir as panículas ocasionando o comprometimento da cultura e perda total da produção (HUBER; THOMPSON, 2007; URASHIMA et al., 2007; SANTOS et al., 2011). A severidade de brusone no arroz pode estar estreitamente relacionada ao estado nutricional da espécie vegetal (SILVA-LOBO et al., 2012), principalmente no que tange aos níveis de silício e nitrogênio (ÁVILA et al., 2010; BARRETO et al., 2012). Segundo Detmann et al. (2013), o acúmulo de silício nas células da epiderme foliar aumenta a resistência mecânica dos tecidos à incidência da brusone do arroz.

O nitrogênio possui papel importante no metabolismo das espécies vegetais. Em condições de deficiência de nitrogênio, as espécies vegetais podem apresentar déficit no seu crescimento e desenvolvimento (SILVA-LOBO et al., 2012). Em situações onde há excesso de nitrogênio ocorre uma intensificação do crescimento vegetativo que, juntamente com a redução nos níveis de silício nos tecidos vegetais, pode resultar no favorecimento da infecção e desenvolvimento de fitopatógenos (HUBER; THOMPSON, 2005; ÁVILA et al., 2010). Isso se explica pela maior produção de tecido vegetal em resposta ao incremento do nitrogênio que provoca uma diluição no silício incorporado ao tecido foliar e resulta na diminuição da resistência mecânica à penetração das hifas dos fungos causadores de doenças (BARBOSA FILHO et al., 2001; MAUAD et al., 2003; LU et al., 2004).

Diante do exposto, este trabalho teve por objetivo estudar o efeito da adubação silicatada associada a doses de nitrogênio aplicadas em cobertura no controle da brusone e na produtividade do arroz irrigado cultivado em área de várzea tropical.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido numa área de várzea do Projeto Rio Formoso (Figura 1) no município de Formoso do Araguaia/TO (11°47' S e 49°41' W; 197 m de altitude). Como observado na figura 1, a umidade relativa variou de 89,6% a 95,5%, a temperatura máxima foi de 32,3 °C e a temperatura mínima foi de 19,3 °C. Houve inicialmente elevada precipitação, sendo registrado no primeiro mês uma precipitação de 413 mm e nos demais meses a precipitação ficou abaixo dos 300 mm (Figura 1). O solo da área experimental foi classificado como Gleissolo Háplico (EMBRAPA, 2006) e a análise química (0-20 cm) apresentou os seguintes resultados: 5,2 de pH (CaCl_2); 0,1 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Al; 6,6 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de H + Al; 2,92 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de Ca + Mg; 0,26 $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ de K; 28,8 mg dm^{-3} de P; 2,3 g dm^{-3} de matéria orgânica; e 32,5% de saturação por bases. Durante o preparo do solo, aos 30 dias antes do plantio, realizou-se a adubação de base com NPK (350 kg ha^{-1} ; 5-25-15).

A aplicação do silicato de cálcio e magnésio foi realizada na forma de pó, manualmente à lanço, nas doses de 1000; 2000; 4000; e 6000 kg ha^{-1} juntamente com a adubação de base. A incorporação foi feita com gradagem a uma profundidade de 10-15 cm. Para o plantio, foram utilizadas 100 sementes de arroz cv. Epagri 109, por metro linear. A parcela experimental constituiu-se de fileiras de 2,0 x 6,0 m. Aos 25 dias após a emergência das plântulas, iniciou-se a irrigação por inundação deixando-se uma lâmina de água sobre o solo de aproximadamente 15 cm. Aos 45 dias após o plantio, foi realizada a adubação de cobertura com duas doses de nitrogênio (45 e 90 kg ha^{-1}) na forma de ureia. Durante o período experimental, aplicou-se o herbicida Bispipyribac (120 mL ha^{-1}) para o controle de plantas daninhas. Fungicidas não foram aplicados.

No presente estudo, a brusone surgiu como epidemia natural e não foi feita inoculação das plantas devido a área onde o ensaio foi instalado já ter histórico de alto potencial de inóculo e também de forma complementar, folhas de arroz apresentando sintomas da doença foram espalhadas aleatoriamente nas duas áreas de estudo visando aumentar a probabilidade de surgimento da doença. A avaliação da severidade da brusone nas folhas foi iniciada aos 50 dias após o plantio e mensurada utilizando-se uma escala visual de notas (CIAT, 1983), onde: 0 - planta sadias; 1 - menos de 1% do tecido foliar doente; 3 - entre 1 e 5% do tecido foliar doente; 5 - entre 1 e 25% do tecido foliar doente; 7 - entre 26 e 50% do tecido

foliar doente; 9 - mais que 50% do tecido foliar doente. Para a avaliação da severidade foliar, a nota foi atribuída conforme a escala visual de acordo com a severidade verificada em todas as folhas das plantas de cada parcela. Para determinar a incidência de brusone nas panículas, aos 10 dias antes da colheita foram amostrados 100 perfilhos por parcela e calculou-se a razão do número de panículas doentes sobre o total de panículas avaliadas. Na colheita, determinou-se a produtividade de cada tratamento com base na

massa dos grãos coletados nas quatro linhas centrais da área experimental, eliminando um metro de cada lado, e os dados foram expressos em toneladas por hectare ($t \text{ ha}^{-1}$). Para quantificação do silício pelo método de Korndörfer et al. (2004), as amostras foliares foram coletadas, secas em estufa (65°C ; 72 h) e encaminhadas ao Laboratório de Análise de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia (UFU).

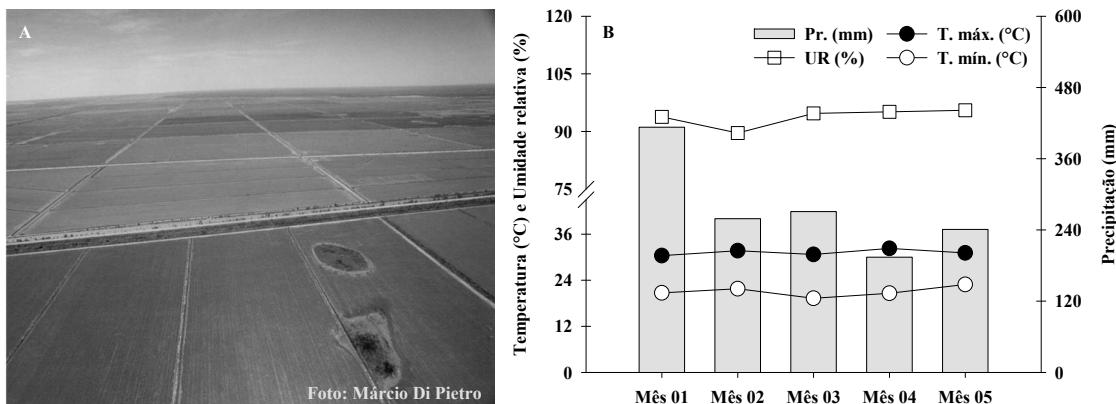


Figura 1. (A) Visão geral da área do Projeto Rio Formoso. (B) Variáveis climáticas (Pr., precipitação; UR, umidade relativa; T. máx., temperatura máxima; T. mín., temperatura mínima) coletadas durante o período de condução do experimento.

O delineamento experimental foi blocos ao acaso com esquema fatorial 5×2 , sendo cinco doses de silicato de cálcio e magnésio (0; 1000; 2000; 4000; e 6000 kg ha^{-1}) e duas doses de nitrogênio (45 e 90 kg ha^{-1}), com quatro repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA), precedido pelo teste F a 5% de probabilidade, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se, neste estudo, uma redução linear na severidade de brusone em folhas de arroz com o aumento das doses de silicato de cálcio e magnésio (Figura 2A). A incidência e severidade de doenças, tende a diminuir com o aumento da concentração de silício no tecido foliar. Esta resposta é um processo complexo resultante da atuação conjunta de inúmeras reações bioquímicas, pela produção de compostos secundários de defesa, com os mecanismos de deposição e polimerização do silício na forma de ácido monosilícico abaixo da cutícula foliar que resulta na formação de barreiras físicas ou mecânicas passivas (DATNOFF et al., 2001, 2007; CAI et al., 2008).

A redução nas doenças parece estar correlacionada positivamente com o aumento da concentração de silício no tecido foliar (DATNOFF et al., 2001). Estudos com plantas adubadas com silício mostraram que a adubação silicatada pode resultar em minimização dos estresses abióticos e bióticos por contribu-

ir com o crescimento e desenvolvimento saudável de muitas gramíneas, principalmente a cana-de-açúcar e o arroz (DETMANN et al., 2013). Em arroz de terras altas, observou-se que doses elevadas de silício diminuem a incidência da brusone foliar (SEEBOLD et al., 2004; TEIXEIRA et al., 2008) e o aumento da resistência ao acamamento resultante da adubação com excesso de nitrogênio (MAUAD et al., 2003; RODRIGUES et al., 2003; SANTOS et al., 2011).

O nitrogênio é um elemento mineral essencial para o crescimento e desenvolvimento vegetal e o seu manejo inadequado pode limitar a produtividade, causar o sombreamento e aumento da incidência de pragas e doenças (MAUAD et al., 2003; SANTOS et al., 2003). Comparando-se as duas doses de nitrogênio aplicadas em cobertura, 45 kg e 90 kg de ureia ha^{-1} , foi possível notar que a severidade de brusone foliar foi maior em plantas de arroz suplementadas com 90 kg ha^{-1} de nitrogênio (Figura 2A). Freitas et al. (2010) relatam que plantas de arroz de sequeiro cultivadas na ausência de nitrogênio apresentaram maior severidade de brusone nas suas folhas. Além disso, as doses e a forma de aplicação de nitrogênio podem influenciar a severidade da brusone (SILVA-LOBO et al., 2012).

A incidência de brusone nas panículas, neste estudo, apresentou um decréscimo exponencial com o aumento da adubação silicatada e foi diferente entre os níveis aplicados de adubação nitrogenada (Figura 2B). A aplicação das doses de 4000 e 6000 kg ha^{-1} de silicato de cálcio e magnésio, independentemente do nível de nitrogênio associado, ocasionaram uma redução da incidência de brusone nas panículas superior a 60% em relação ao tratamento controle (sem

aplicação de silício). Em genótipos de arroz crescidos em solo de cerrado, houve redução na severidade de brusone nas panículas em arroz suplementado com doses elevadas de silício (PRABHU et al., 2009). Já em doses menores, registrou-se uma redu-

ção na severidade de brusone foliar e nenhum efeito na brusone nas panículas em arroz (SANTOS et al., 2003).

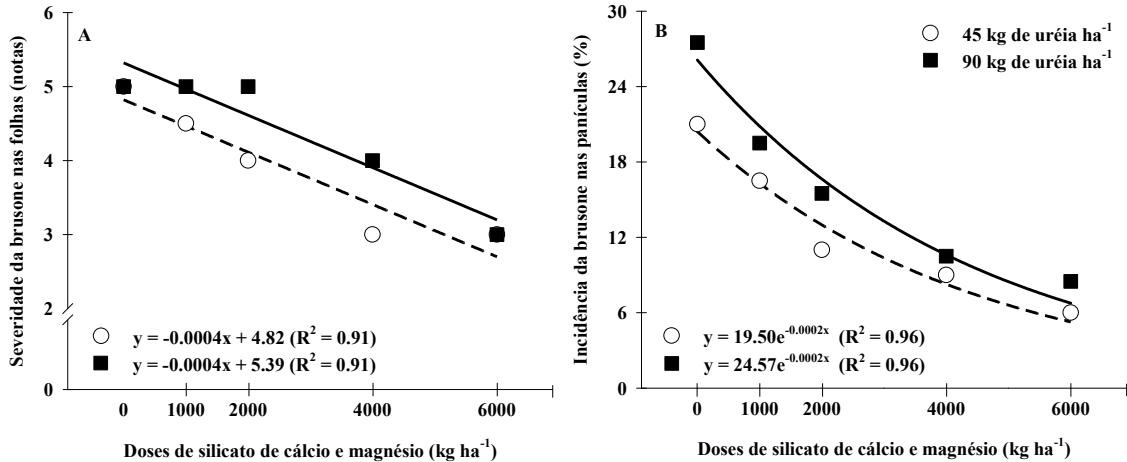


Figura 2. Severidade da brusone nas folhas (A) e incidência da brusone na panícula (B) em plantas de arroz cv. Epagri 109 suplementadas com doses crescentes de silicato de cálcio e magnésio (0; 1000; 2000; 4000; e 6000 kg ha⁻¹) em combinação com o nitrogênio (45 e 90 kg ha⁻¹) aplicado em cobertura.

Pode-se notar que a severidade de brusone foliar e a incidência de brusone nas panículas foram mais severas em plantas suplementadas com 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio em cobertura (Figura 2) e tais respostas podem ser resultado do aumento da área foliar e número de panículas nestas plantas em resposta à grande oferta de nitrogênio. O nitrogênio promove um aumento na área foliar que resulta em incremento na eficiência fotossintética, nas taxas metabólicas e na produtividade de grãos (EPSTEIN; BLOOM, 2006; BARRETO et al., 2012). Além disso, o auto sombreamento resultante do aumento da área foliar pode resultar na criação de um microclima favorável ao desenvolvimento de inúmeros fungos, dentre eles o *Pyricularia grisea* (LU et al., 2004; SANTOS et al., 2011).

Foram registrados diferentes padrões de pro-

dutividade de grãos nas plantas de arroz quando suplementado com 45 e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio (Figura 3A e 3B). Em plantas suplementadas com 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio, observou-se um aumento exponencial da produtividade de grãos em resposta às doses de adubação silicatada empregada. Nas plantas suplementadas com 45 kg ha⁻¹ de nitrogênio combinado com 4000 ou 6000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio não foram encontradas diferenças na produtividade de grãos em relação às plantas não suplementadas com silício. Nossos dados corroboram com os de Barbosa Filho et al. (2001) que verificaram aumento no rendimento de grãos em arroz de sequeiro submetido à adubação silicatada. Segundo estes autores, esta resposta está positivamente correlacionada com os teores de silício registrado na planta e no solo.

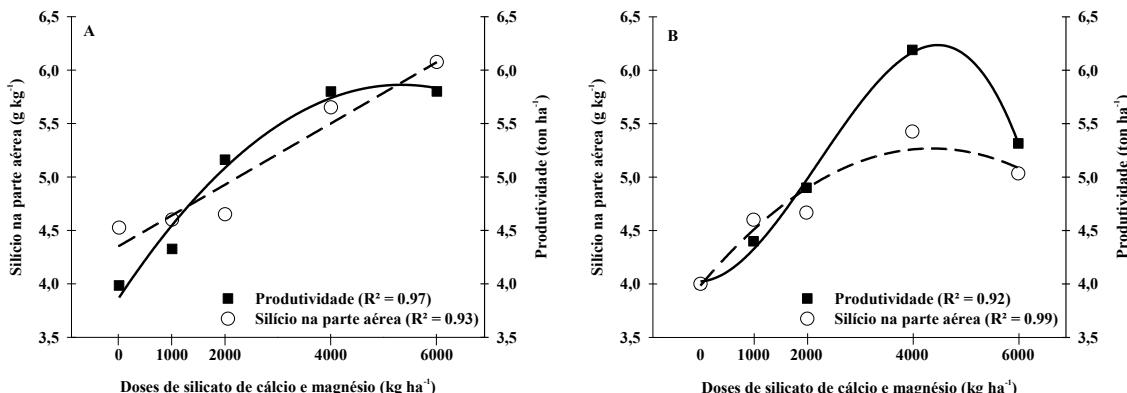


Figura 3. Produtividade de grãos e silício na parte aérea de plantas arroz cultivar Epagri 109 suplementados com silicato de cálcio e magnésio (0; 1000; 2000; 4000; e 6000 kg ha⁻¹) em combinação com (A) 45 e (B) 90 kg de ureia ha⁻¹ aplicado em cobertura.

Em plantas suplementadas com 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio, houve um aumento da produtividade em resposta à adubação silicatada (Figura 3B). As plantas suplementadas com 4000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio apresentaram maior produtividade em relação aos demais tratamentos, enquanto que as plantas suplementadas com 6000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio apresentaram redução na produtividade de aproximadamente 15% quando comparado às plantas suplementadas com 4000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio. Neste caso, é possível que tenha ocorrido um efeito de interação entre o silício (6000 kg ha⁻¹ de silicato de cálcio e magnésio) e o nitrogênio (90 kg ha⁻¹) que resultou em maior incidência de brusone nas panículas associado a um decréscimo na produtividade.

CONCLUSÃO

A suplementação simultânea das plantas de arroz com 4000 kg ha⁻¹ de silício (silicato de cálcio e magnésio) e 90 kg ha⁻¹ de nitrogênio (ureia) promoveu redução na severidade e incidência da brusone sem afetar a produtividade de grãos.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro e concessão de bolsas.

REFERÊNCIAS

- ÁVILA, F. W. et al. Interação entre silício e nitrogênio em arroz cultivado sob solução nutritiva. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 2, p. 184-190, 2010.
- BARBOSA FILHO, M. P. et al. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 25, n. 2, p. 325-330, 2001.
- BARRETO, J. H. B. et al. Yield performance of upland rice cultivars at different rates and times of nitrogen application. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 36, n. 2, p. 475-483, 2012.
- CAI, K. et al. Physiological and cytological mechanisms of silicon-induced resistance in rice against blast disease. **Physiologia Plantarum**, Finlândia, v. 134, p. 324-333, 2008.
- CIAT. **Sistema de evaluación estándar para arroz**.
- DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H.; SNYDER, G. H. **Silicon in Agriculture**. Amsterdam: Elsevier, 2001. 403 p. (Book series Studies in Plant Science, 8).
- DATNOFF, L. E.; RODRIGUES, F. A.; SEEBOLD, K. W. **Silicon and Plant Nutrition**. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.) **Mineral Nutrition and Plant Disease**. Amsterdam: APS Press. cap. 17, p. 233-246, 2007.
- DETMANN, K. et al. Metabolic alterations triggered by silicon nutrition: Is there a signaling role for silicon? **Plant Signaling and Behavior**, Austin, v. 8, n. 1, 2013.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Sistema de classificação dos solos**. v. 2. Brasília: EMBRAPA, 2006.
- EPSTEIN, E. Silicon in plants: facts vs. concepts. In: DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. (Ed.) **Silicon on Agriculture**. cap. 8, p. 149-158, 2001.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. **Nutrição mineral de plantas: Princípios e Perspectivas**. Londrina: Editora Planta, 2006. 345 p.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR - Sistema de análises estatísticas**. Lavras: UFLA, 2008.
- FREITAS, J. G. et al. Adubação nitrogenada e incidência de brusone em arroz de sequeiro. **Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 1, p. 173-179, 2010.
- HUBER, D. M.; THOMPSON, L. A. Nitrogen and plant disease. In: DATNOFF, L. E.; ELMER, W. H.; HUBER, D. M. (Ed.) **Mineral nutrition and plant disease**. Washington: The American Phytopathological Society Press. cap. 2, p. 31-44, 2007.
- KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; NOLLA, A. **Analise de silício: solo, planta e fertilizante**. Uberlândia: UFU, 2004. 34 p. (Boletim Técnico, 02).
- LU, G. et al. Isolation and characterization of novel defense response genes involved in compatible and incompatible interactions between rice and *Magnaporthe grisea*. **Theoretical and Applied Genetics**, Stuttgart, v. 108, p. 525-534, 2004.
- MA, J. F. Role of silicon in enhancing the resistance of plants to biotic and abiotic stresses. **Soil Science Plant Nutrition**, Tóquio, v. 50, n. 1, p. 11-18. 2004.
- MALAVOLTA, V. M. A. et al. Progresso da brusone nas folhas e panículas de genótipos de arroz de

- terras altas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 34, n. 2, p. 186-188, 2008.
- 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. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, Viçosa, v. 27, n. 5, p. 867-873, **mês abreviado**, 2003.
- NAKATA, Y. et al. Rice blast disease and susceptibility to pests in a silicon uptake-deficient mutant *Isil* of rice. **Crop Protection**, Lincoln, v. 27, p. 865-868, 2008.
- PRABHU, A. S. et al. An unprecedented outbreak of rice blast on a newly released cultivar BRS Colosso in Brazil. In: WANG, G.L.; VALENT, B. (Ed.) **Advances in Genetics: Genomics and Control of Rice Blast**. Netherlands: Springer. v. 3, n. 25, p. 257-267, 2009.
- RODRIGUES, F. A. et al. Effect of rice growth stages and silicon on sheath blight development. **Phytopathology**, Washington, v. 93, n. 3, p. 256-261, 2003.
- SANTOS, G. R.; KORNDÖRFER, G. H.; REIS FILHO, J. C. D. Adubação com silício: influência sobre as principais doenças e sobre a produtividade do arroz irrigado por inundação. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 50, n. 1, p. 1-8, 2003.
- SANTOS, G. R. et al. Effect of silicon sources on rice diseases and yield in the State of Tocantins, Brazil. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 3, p. 451-456, 2011.
- SEEBOLD, K. W. J. et al. Effects of silicon and fungicides on the control of leaf and neck blast in upland rice. **Plant Disease**, Washington, v. 88, p. 253-258, 2004.
- SILVA-LOBO, V. L. et al. Relação entre o teor de clorofila nas folhas e a severidade de brusone nas panículas em arroz de terras altas. **Tropical Plant Pathology**, Viçosa, v. 37, n. 1, p. 83-87, 2012.
- TEIXEIRA, I. R. et al. Fontes de silício em culturas de feijão nas safras das águas e da seca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 184-190, 2008.
- URASHIMA, A. S.; LEITE, S. F.; GALBIERI, R. Eficiência da disseminação aérea em *Pyricularia grisea*. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 3, p. 275-279, 2007.
- ZANÃO JÚNIOR, L. A. et al. Rice resistance to brown spot mediated by silicon and its interaction with manganese. **Journal of Phytopathology**, Stuttgart, v. 157, p. 73-78, 2009.