

REVISTA CERES

Janeiro e Fevereiro de 2003

VOL. L || N° 287

Viçosa – Minas Gerais

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA

ADUBAÇÃO COM SILÍCIO: INFLUÊNCIA SOBRE AS PRINCIPAIS DOENÇAS E SOBRE PRODUTIVIDADE DO ARROZ IRRIGADO POR INUNDAÇÃO¹

Gil R. Santos²
Gaspar H. Komdörfer³
José C. D. Reis Filho²
Joenes M. Pelúzio²

RESUMO

Este trabalho teve por objetivo principal verificar o efeito de doses de silício sobre as principais doenças e sobre a produtividade do arroz irrigado por inundação no Estado do Tocantins. Na safra 1999/2000, com 30 dias de antecedência do plantio, a sílica foi incorporada ao solo. O ensaio foi instalado no campo em delineamento de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos consistiram em doses de metasilicato (42% Si)/ha, sendo: T1= Testemunha, T2= 1000 kg, T3= 2000 kg, T4= 4000 kg e T5= 6000 kg. Maior severidade de brusone foliar foi observada na área sem sílica (testemunha) que diferiu estatisticamente do T5 que proporcionou menor severidade da brusone nas folhas. O aumento na dose de silício não afetou a incidência da brusone nas panículas. Com relação à mancha-dos-grãos, não foram detectadas diferenças estatísticas quanto à incidência e severidade com as diferentes doses de silício. Maiores níveis de produtividade foram verificados com a aplicação de doses a partir de 4000 kg de silicato de cálcio/ha.

Palavras-chave: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, silicato de cálcio.

¹ Aceito para publicação em 23.09.2002.

² Universidade do Tocantins, Campus de Gurupi, 77400-000, Gurupi, TO.

³ Universidade Federal de Uberlândia, Cx. P. 593, 38400-9002, Uberlândia, MG.

ABSTRACT

SILICON FERTILIZATION: ITS INFLUENCE ON SOME OF THE MOST IMPORTANT DISEASES AND YIELD OF FLOODED RICE CROP

The objective of this work was to verify the effect of silicon on some of the most important diseases and yield of flooded rice crop growth in the State of Tocantins, Brazil. In 1999/2000, 30 days before planting, a silicon fertilizer was incorporated. A randomized complete-block experiment with 5 treatments and 6 replications was utilized. The treatments consisted of five silicon rates: T1 = check plot, T2 = 1000 kg/ha, T3 = 2000 kg/ha, T4 = 4000 kg/ha and T5 = 6000 kg/ha. Leaf blast severity was reduced using silicon and was significantly different from the non-treated control. The increase of silicon application did not affect neck blast incidence in the panicles or grain discoloration. Higher yields were obtained when calcium metasilicate application was over 4000 kg/ha.

Key words: *Oryza sativa*, *Pyricularia grisea*, calcium silicate

INTRODUÇÃO

Vários fatores podem afetar a lavoura de arroz, entre eles, as doenças são motivos de grande preocupação para os produtores, pois diminuem a produtividade e afetam a qualidade dos grãos. Entre elas, as mais importantes para o Tocantins são: brusone, mancha-parda e mancha-dos-grãos.

Atualmente, as doenças do arroz estão sendo controladas pelo uso de cultivares resistentes ou pela aplicação de fungicidas. Entretanto, no Estado de Tocantins, esta resistência não é geralmente eficiente por mais do que dois anos após o lançamento dos cultivares. Isto acontece principalmente devido à alta incidência de doenças verificadas na região, o que aumenta a possibilidade de especialização do patógeno. Os gastos com defensivos empregados no controle de doenças, pragas e plantas daninhas podem representar até 39% do custo total da produção.

Produtos ecologicamente sustentáveis e menos poluentes estão sendo buscados. A adubação com silício antes do plantio pode ser eficiente no controle ou redução da incidência de várias doenças importantes do arroz (5, 11), podendo eliminar ou reduzir o número de aplicações com fungicidas durante o ciclo da cultura. Alguns pesquisadores têm mostrado que a sílica reduz a severidade de várias doenças, como brusone, mancha-parda, escaldadura das folhas, entre outras. Estas doenças tendem a diminuir com o aumento da concentração de silício no tecido foliar (4).

No Japão, 25% da área cultivada com arroz recebe anualmente adubações com silicato de cálcio que variam de 0,5 a 1,0 t/ha, embora a quantidade recomendada seja de 1,5 a 2,0 t/ha (11). Além do efeito do Si na produtividade, os pesquisadores demonstraram que ele também está

relacionado a várias e importantes doenças do arroz: *Pyricularia grisea* – brusone; *Gerlachia oryzae* – escaldadura; *Bipolaris oryzae* – helmintosporiose (3, 5, 7, 9, 10, 13). Pesquisas mais recentes realizadas em solos orgânicos no sul da Flórida demonstraram que a adubação com Si reduziu a incidência da brusone em 17 a 31%, e helmintosporiose de 15 a 32%, em relação ao tratamento que não recebeu Si (5, 7). Segundo Osuna-Canizales et al. (14), o efeito do Si sobre as doenças do arroz é ainda mais marcante quando ele é adubado com doses elevadas de nitrogênio. A adubação nitrogenada deixa o arroz mais sensível às doenças e, particularmente, ao ataque da brusone.

Apesar de existirem estudos com silício em alguns países, no Brasil, praticamente não há trabalhos de campo demonstrando a sua eficiência no controle de doenças do arroz. Além desse fato, outro desafio é de se encontrar uma fonte que seja eficiente e viável economicamente em uma determinada dose, nas condições do Estado de Tocantins.

O presente trabalho teve por objetivo verificar o efeito de doses de metasilicato no controle das principais doenças e na produtividade de grãos de arroz.

MATERIAL E MÉTODOS

O ensaio foi instalado no Projeto Formoso, Tocantins, em novembro de 1999. O cultivar utilizado foi o Javaé de folhas eretas (cultivar moderno) e suscetível às principais doenças.

Foi utilizado o delineamento experimental de blocos ao acaso com cinco tratamentos e seis repetições. Os tratamentos foram constituídos pelas seguintes doses de silicato de cálcio (metasilicato, com 42% de SiO_2): testemunha, sem aplicação de sílica; 1000 kg de metasilicato de Ca/ha; 2000 kg/ha; 4000 kg/ha; e 6000 kg/ha. O metasilicato foi aplicado durante o preparo do solo com 30 dias de antecedência da semeadura. Os tratamentos foram aplicados a lanço e a incorporação feita com aração rasa e gradagem a uma profundidade de aproximadamente 10 a 15 cm. Realizou-se adubação a lanço com 350 kg/ha da fórmula 05-25-15 (N- P_2O_5 - K_2O), em seguida fez-se a sulcagem e procedeu-se à semeadura na densidade de 100 sementes/m. O espaçamento entre sulcos foi de 17 cm e as parcelas tiveram dimensão de 10,2 m², isto é, 12 linhas de 5 m de comprimento. Foram colhidas apenas as quatro linhas centrais de cada parcela para eliminar o efeito da bordadura. As parcelas foram separadas por uma distância de 2 m com uma taipa. O arroz foi irrigado por inundação, deixando-se uma lâmina de água sobre o solo de aproximadamente 15 cm de altura a partir dos 25 dias após a emergência das plantas. O controle das plantas daninhas foi realizado com a aplicação do herbicida oxadiazon (2,5 L/i.a./ha) em pré-emergência e bentazon

(1,2L/i.a./ha) em pós-emergência. Durante toda condução do ensaio não foi feita aplicação de fungicidas.

Foi feita análise da severidade de mancha-parda na folha "bandeira", severidade de brusone nas folhas e incidência nas panículas, além de mancha dos grãos. Todas as avaliações foram realizadas de acordo com a metodologia do CIAT, descrita por Santos et al. (16). A severidade de mancha-parda foi obtida contando-se o número de lesões nos 10 cm centrais de cada folha, em um total de 40 folhas por parcela. A brusone foi avaliada em duas épocas, sendo a primeira após 40 dias da emergência (brusone foliar) e a segunda na fase de formação de grãos (brusone das panículas). A severidade de brusone foliar foi obtida conforme a escala de notas de 0 a 9. A incidência de brusone das panículas foi obtida em 50 panículas por parcela, considerando-se o valor proporcional entre o número de panículas doentes e o total avaliado. A mancha dos grãos ou descoloração dos grãos causada por vários fungos, *Bipolaris*, *Phoma*, *Curcularia*, *Fusarium* etc., foi avaliada com cerca de 10 dias de antecedência da colheita. Obteve-se a incidência de mancha-dos-grãos contando-se a porcentagem de grãos manchados, com amostragem de 200 sementes por parcela. A severidade de mancha-dos-grãos foi obtida pela análise visual de amostras de 100 sementes/parcela, utilizando-se a seguinte escala de notas: 0-sem sintomas; 1-pontuações do tamanho da cabeça de alfinete; 2-manchas bem definidas com 25 a 50% de área manchada; 3-51 a 75% de área coberta com manchas; e 4-76 a 100% da área doente.

Além de doenças, também foi avaliada a produtividade, cujos grãos foram colhidos nas quatro linhas centrais das parcelas experimentais. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e de regressão. Os valores em porcentagem de incidência foram transformados em arcoseno $(x + 0,5)^{1/2}$ e os de notas de severidade foram transformados em $(x + 0,5)^{1/2}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento na dose de metasilicato não afetou a severidade de mancha-parda na folha "bandeira", brusone nas panículas e a mancha-dos-grãos. Porém, menor severidade de brusone nas folhas e maior produtividade foram verificadas nos tratamentos com maiores doses de silício (Quadro 1).

Quanto maior a dose de silicato aplicada, menor foi a severidade de brusone foliar (Figura 1). Os resultados quanto ao efeito do silício sobre a redução em severidade da brusone estão de acordo com os obtidos nos trabalhos realizados em solos orgânicos no Estado da Flórida, EUA, por Datnoff et al. (4). Segundo estes autores, estas doenças tendem a diminuir com o aumento da concentração de silício no tecido foliar. O Si

QUADRO 1 - Doses de metasilicato na ocorrência de doenças foliares e da panícula e produtividade do arroz irrigado, no Projeto Formoso, Tocantins, safra 1999-2000

Doses de Silicato (kg ha ⁻¹)	Severidade da mancha-parda* (grau de lesões na folha "bandeira")	Severidade de brusone nas folhas* (notas de 0 a 9)	Incidência de brusone nas panículas** (% panículas)	Mancha-dos-grãos		Produção de grãos (kg ha ⁻¹)
				Incidência** (% grãos manchados)	Severidade* (notas de 0 a 4)	
Testemunha	47,6	5,0 a	4,6	25,2	2,0	2240 b
1000	58,4	3,8 ab	4,2	23,6	2,0	2490 b
2000	67,8	3,7 ab	4,6	24,8	1,8	2510 b
4000	38,6	3,6 ab	4,8	23,2	1,8	3090 a
6000	30,0	3,0 b	4,0	23,6	1,4	3290 a
C.V. (%)	29	8	11	15	8	3

Médias seguidas pela mesma letra nas colunas não diferem entre si, de acordo com o teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

* Dados originais transformados em $\sqrt{(x + 0,5)}$

** Dados originais transformados em $\arcseno \sqrt{(x + 0,5)}$

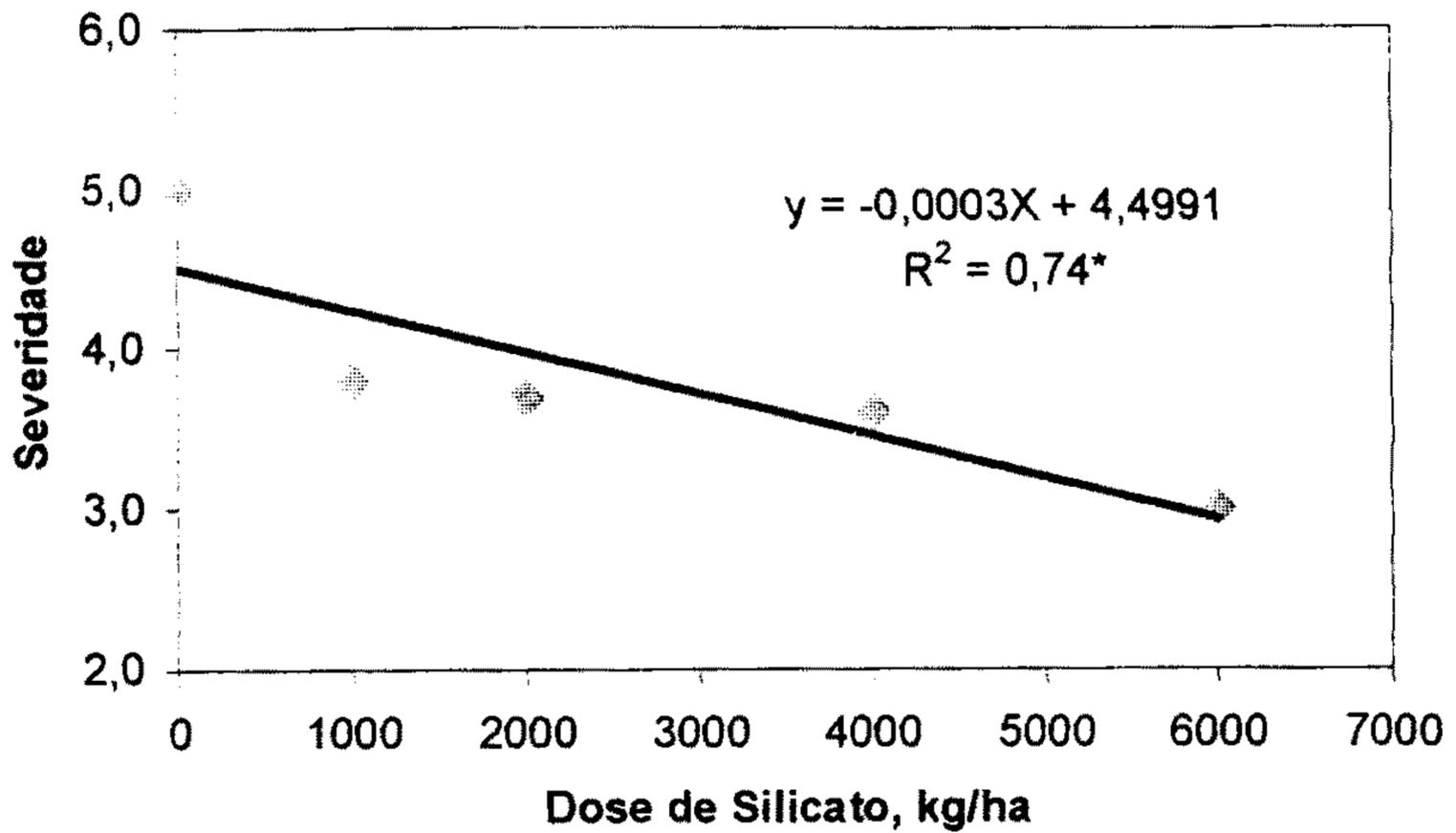


FIGURA 1 - Doses de silicato na severidade da brusone das folhas do arroz inundado, cv. Javaé, no Tocantins, safra 1999-2000.

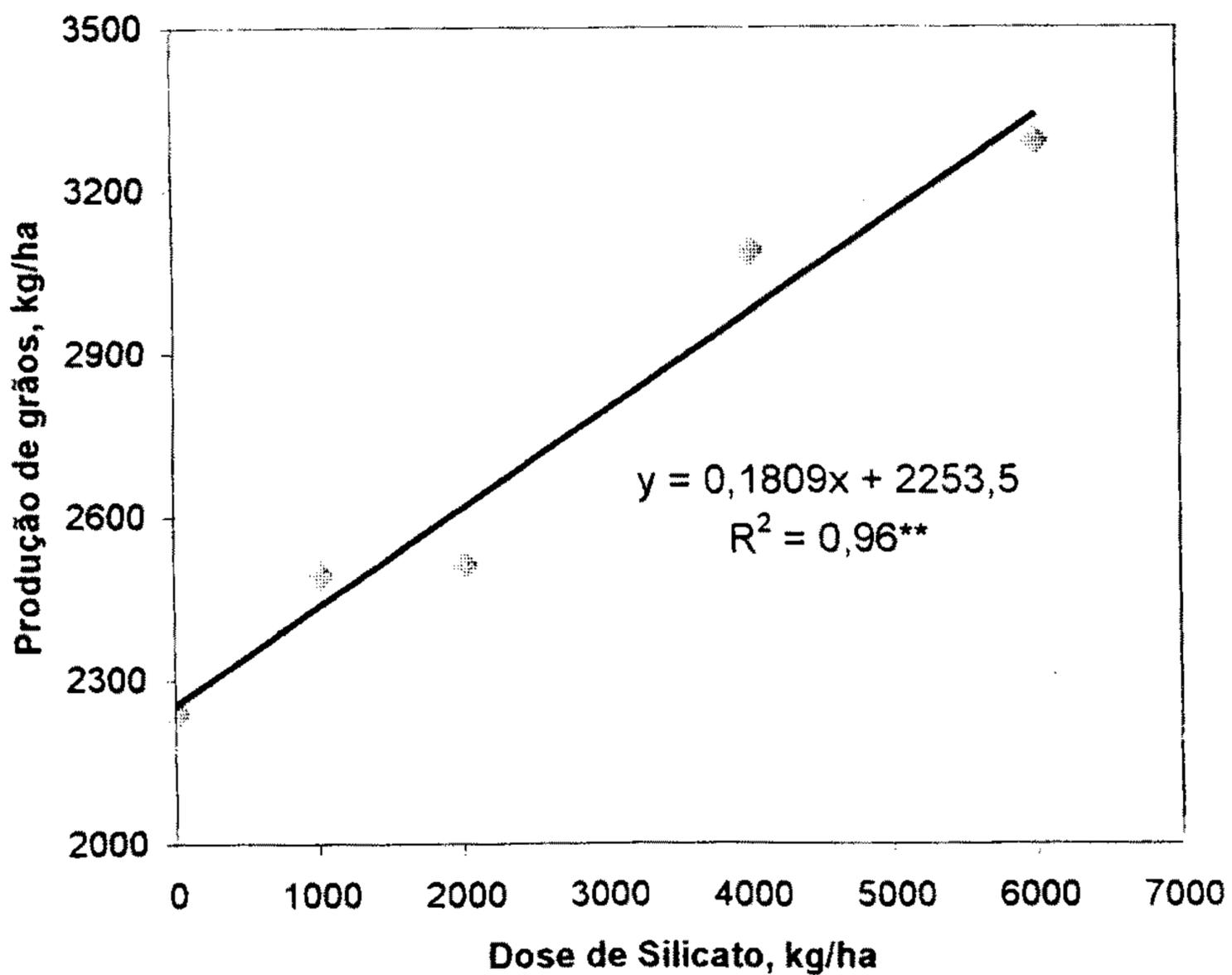


FIGURA 2 - Doses de silicato na produção de grãos de arroz irrigado, cv. Javaé, no Tocantins, safra 1999-2000.

absorvido pela planta é depositado principalmente na parede celular, abaixo da cutícula, aumentando a rigidez da célula (1) e podendo elevar os conteúdos de hemicelulose e lignina (12). Estudos ultra-estruturais desenvolvidos por Woloshuk et al. (19) revelaram que o fungo *Pyricularia grisea* penetra pela cutícula da planta. O mecanismo de resistência à doença é conferido ao Si pela associação deste com constituintes da parede celular, tornando-a menos acessível às enzimas de degradação (resistência mecânica). Acredita-se que a maior dose aplicada do metasilicato tenha dificultado a penetração do fungo *Pyricularia* nas folhas.

Segundo Ou (15), normalmente as plantas que apresentam alto teor de silício em seus tecidos são menos infectadas pela brusone. De acordo com este mesmo autor, a brusone é mais severa em arroz cultivado em terras altas (sequeiro) do que o cultivado com inundação, possivelmente devido aos solos, depois de inundados, apresentarem maior teor de silício e também o cultivo em terras altas proporcionar um microclima mais favorável à doença, isto é, o arroz nestas condições apresenta maior deposição de orvalho sobre as folhas durante a noite, em razão do gradiente térmico formado entre o solo e a atmosfera.

À medida que se aumentou a dose de metasilicato, aumentou também a produtividade do arroz, obtendo-se o máximo no tratamento com 6000 kg de metasilicato (Figura 2). O aumento significativo de produtividade com a aplicação de silício confirma os relatos anteriores (5, 6, 8, 17). Provavelmente, o efeito do Si sobre a produção não se resume apenas ao seu efeito no controle de doenças. A formação de uma dupla camada de sílica na epiderme das folhas do arroz as mantém mais eretas, promovendo maior aproveitamento de luz e, em decorrência, maior eficiência fotossintética (18). De acordo com Agarie et al. (2), a maior atividade fotossintética proporcionada pela adubação com Si pode ser uma das razões para o aumento da produção de grãos e matéria seca.

Apesar de o silício ainda não ser utilizado em larga escala no Brasil, pelos resultados obtidos deste trabalho pode-se inferir a possibilidade do seu uso como mais uma alternativa de controle da brusone foliar e de aumento da produtividade do arroz irrigado.

CONCLUSÕES

1) A adubação com silício diminui a severidade da brusone foliar e aumenta a produtividade do arroz irrigado.

2) Esse efeito se torna mais evidente à medida que se aumenta a quantidade de silício no solo.

REFERÊNCIAS

1. ADATIA, M. H. & BESFORD, R. T. The effects of silicon on cucumber plants grown in recirculating nutrient solution. *Annual Botany*, 58, 343-51, 1986.
2. AGARIE, S.; AGATA, W.; KUBOTA, F. & KAUFMAN, P. B. Physiological roles of silicon in photosynthesis and dry matter production in rice plants. *Japan Journal Crop Science*, 61: 200-6, 1992.
3. ALESHIN, N. E.; AVAKYAN, E. R.; DYAKUNCHAK, S. A.; ALESHKIN, E. P.; BARYSHOK, V. P. & VORONKOV, M. G. Role of silicon in resistance of rice to blast. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 291:217-9, 1987.
4. DATNOFF, L. E.; KORNDÖRFER, G. H. & SNYDER, G. H. Silicon in agriculture. Amsterdam, Elsevier Science, 2001. 424p.
5. DATNOFF, L. E.; RAID, R. N.; SNYDER, G. H. & JONES, D. B. Effect of calcium silicate on blast and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Disease*, 75:729-32, 1991.
6. DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. & DEREN, C. W. Influence of silicon fertilizer grades on blast and brown spot development and on rice yields. *Plant Disease*, 76: 1182-4, 1992.
7. DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. & JONES, D. B. Influence of calcium silicate slag and fungicides on brown spot and neck rot development and yields of rice. Belle Glade, EREC, 1990. p. 26-33.
8. DEREN, C. W.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. & MARTIN, G. G. Silicon concentration, disease response and yield components of rice genotypes grown on flooded organic Histosols. *Crop Science*, 34:733-7, 1994.
9. ELAWAD, S. H. & GREEN JUNIOR, V. E. Silicon and the rice plant: A review of recent research. *II Riso*, 28:235-53, 1979.
10. KIM, C. K. & LEE, S. C. Reduction of the incidence of rice neck by integrated soil improvement practice. *Korean Journal of Plant Protection*, 21, 1510-4, 1982.
11. KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E. & CORREIA, G. F. Influence of silicon on grain discoloration and upland rice growth in four savana soils of Brazil. *Journal of Plant Nutrition*, 22:93-102, 1999.
12. LEE, T. S.; KWON, T. O. & PARK, K. H. Influence of nitrogen and silicon on the yield and the lodging related traits of paddy rice. *Soil and Fertility*, 32: 15-23, 1990.
13. OHATA, K.; KUBO, C. & KITANI, K. Relationship between susceptibility of rice plants to *Helminthosporium* blight and physiological changes in plants. *Bull. Shikoku Agric. Exp. Stn.*, 25:15-9, 1972.
14. OSUNA-CANIZALEZ, F. J.; DE DATTA, S. K. & BONMAN, J. M. Nitrogen form and silicon nutrition effects on resistance to blast disease of rice. *Plant and Soil*, 135:223-31, 1991.
15. OU, S. H. A handbook of rice diseases in the tropics. Los Baños, Laguna, 1975. p. 17-25.
16. SANTOS, G. R.; CARVALHO, E. M. & PELUZIO, J. M. Reação de linhagens e cultivares de arroz à mancha dos grãos, mancha-parda e brusone, em condições de campo, no Estado do Tocantins. *Revista Ceres*, 47:125-33, 2000.
17. SEEBOLD, K. W.; DATNOFF, L. E.; CORREA-VICTORIA, F. J.; KUCHARÉK, T. A. & SNYDER G. H. Effect of silicon rate and host resistance on blast, scald and yield of upland rice. *Plant Disease*, 84:871-6, 2000.
18. TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. *Food and Agriculture Policy Research*, 2:420-33, 1996.
19. WOLOSHUK, C. P.; SISLER, H. D. & VIGIL, E. L. Action of the antipenetrant, tricyclazole, on appressoria of *Pyricularia oryzae*. *Physiological Plant Pathology*, 22:245-59, 1983.