

**SÓCIOS:**

Instituto da Potassa e do Fosfato (EUA)
Instituto da Potassa e do Fosfato (Canadá)

DIRETOR:

T. Yamada

INFORMAÇÕES AGRONÔMICAS

Nº 70

JUNHO/95

ADUBAÇÃO COM SILÍCIO: UMA ALTERNATIVA NO CONTROLE DE DOENÇAS DA CANA-DE-AÇÚCAR E DO ARROZ

Gaspar H. Korndörfer¹
Lawrence E. Datnoff²

O silício (Si) geralmente não é considerado parte do grupo de elementos essenciais ou funcionais para o crescimento das plantas. No entanto, o crescimento e a produtividade de muitas gramíneas (arroz, cana-de-açúcar, sorgo, milheto, aveia, trigo, milho, grama kikuyu, grama bermuda, etc.) e algumas espécies não gramíneas (alfafa, feijão, tomate, alface e repolho) têm mostrado aumentos de produtividade com o aumento da disponibilidade de Si para as plantas (ELAWAD JR. & GREEN, 1979; SILVA, 1973).

Mesmo sabendo que o silício é um dos elementos mais abundantes na crosta terrestre e que a maioria dos solos contém consideráveis quantidades de silício, cultivos consecutivos podem reduzir o nível deste elemento até um ponto em que a adubação com silício seja necessária para obtenção de máximas produções. Solos muito intemperizados e altamente lixiviados, ácidos, com baixos teores de silício trocável e baixa relação de Si/sesquióxidos (relação = Ki), são apontados como sendo particularmente pobres em silício disponível para as plantas (BRADY, 1992; SILVA, 1973; SOILS AND RICE, 1978). Os Histosolos (solos orgânicos) também são considerados limitados quanto ao silício disponível (SNYDER et al., 1986).

O silicato de Ca tem sido empregado como fonte de silício (disponível) para as plantas na maioria dos experimentos (Tabela 1). Entretanto, este material contém contaminantes tais como Fe, P, Mn, etc., os quais podem trazer dúvidas nos experimentos. A volastonita é um silicato livre de impurezas e por isso mesmo muito empregada em experimentação para evitar este problema.

Veja neste número:

Efeitos do silicato na produção de cana-de-açúcar	2
Nutrição nitrogenada na cultura do feijoeiro	4
Potencial agrícola de Barreiras-BA	6
Dias quentes... gado tranquilo: o potássio faz a diferença	7
Adubo nitrogenado em cobertura em feijão	8
Pouca soja por falta de manganês	9
Fertilizantes fluidos	11

Tabela 1. Teores de Si-total e solúvel de alguns produtos.

Material	Fonte	Si-total	Si-solúvel
		----- (% -----)	
Silicato (forno elétrico)	Alabama	18,2	3,96
Silicato (céu aberto)	Alabama	6,88	1,72
Calcário moído	Kendrick	0,22	0,0164
Calcário dolomítico	Lebanon	0,38	0,0234
Rocha fosfatada	Flórida	3,64	0,0230
Fosfato coloidal	Dunnellon	10,83	0,0220
Fuller	Georgia	35,07	0,0234

Fonte: adaptada de BAIR (1966).

O material contendo silício deve ser aplicado no solo na forma de pó (bem moído) porque o produto pouco moído (coarse) não tem tido sucesso. Além disso, o silicato não é considerado fertilizante nas leis brasileiras e, portanto, não

¹ Dr., Professor Titular, Universidade Federal de Uberlândia, Caixa Postal 593, 38400-902 Uberlândia-MG. Telefone: (034) 232-6944 ou 232-6175.

² Ph.D., Professor Assistente, University of Florida, Everglades Res. & Educ. Center, P.O. Box 8003, Belle Glade, Florida.

tem sua qualidade controlada por lei. Os consumidores devem estar seguros de que o produto possui granulometria inferior a 60 mesh antes de efetuar a compra. Segundo DATNOFF et al. (1991), quanto mais fino o material (silicato), maior a absorção do silício pela folha e menor a severidade da brusone e da mancha parda no arroz irrigado.

O silício é absorvido pela planta como ácido monosilícico, Si(OH)_4 (JONES & HANDRECK, 1967). O mecanismo de resistência a doenças é conferido ao silício pela associação deste com os constituintes da parede celular, tornando-as menos acessíveis às enzimas de degradação.

A aplicação de silicatos finamente moídos ao solo é prática comercial no Havaí e em outras partes do mundo por causa dos aumentos de produtividade. O efeito positivo dos silicatos são normalmente associados ao aumento na disponibilidade do Si, ao efeito do pH e também dos micronutrientes que estes produtos podem conter. O silício pode atuar ainda na redução de Fe e Mn quando em níveis tóxicos para as plantas.

ARROZ

As doenças do arroz são usualmente manejadas pelo uso de cultivares resistentes ou fungicidas. Entretanto, esta resistência adquirida pode também ser facilmente quebrada. Por outro lado, o uso dos fungicidas vem sendo questionado por grupos ambientalistas nacionais e internacionais como sendo de alto potencial de degradação ambiental, particularmente do solo e da água, além das suspeitas de alguns serem cancerígenos. As questões de natureza ambiental já levaram ao cancelamento de vários fungicidas no mercado americano (RAID & DATNOFF, 1990). Além disto, os fungicidas são considerados produtos de alta tecnologia e, por isso, acrescentam elevados custos ao produtor, que em muitos casos não possuem condições financeiras para adquiri-los.

Produtos mais sustentáveis e menos poluentes estão sendo buscados. A adubação com silício tem demonstrado eficiência no controle ou redução da incidência de várias doenças importantes do arroz. A aplicação de silício antes do plantio pode eliminar ou reduzir o número de aplicações com fungicidas durante o ciclo da cultura. Uma boa colheita de arroz chega a extrair 1,5 t de SiO_2 /ha (MALAVOLTA, 1978). Numerosos pesquisadores (ALESHIN et al., 1987; DATNOFF et al., 1991; ELAWAD & GREEN JR., 1979; KIM & LEE, 1982; NANDA & GANGOPADHYAY, 1984; OHATA et al., 1972; OSUNA-CANIZALES et al., 1991; OU, 1985; TAKAHASHI, 1967; VOLK et al., 1958; YAMAUCHI & WINSLOW, 1987) têm mostrado que a sílica reduz a severidade de várias doenças de importância econômica tais como brusone, mancha parda, escaldadura, entre outras. Estas doenças tendem a diminuir com o aumento da concentração de silício no tecido foliar (DATNOFF et al., 1991; OSUNA-CANIZALES et al., 1991).

Estudos mais recentes conduzidos em solos orgânicos (Histosols) na região dos Everglades, na Flórida, têm mostrado que a adubação com silicatos é bastante efetiva em reduzir a intensidade da "mancha parda", causada por *Bipolaris oryzae*, e da brusone, causada por *Pyricularia oryzae* (DATNOFF et al., 1990; DATNOFF et al., 1991). Nestes trabalhos os autores concluem que a brusone foi reduzida em média de 17 a 31% e a mancha parda de 15 a 32%, comparadas com a testemunha.

CANA-DE-AÇÚCAR

Mesmo sabendo que as funções do silício na cana-de-açúcar ainda não foram completamente esclarecidas, é certo que

o elemento desempenha um papel importante na produtividade da cultura (PREEZ, 1970).

O silício aparece na cana-de-açúcar em altas concentrações, podendo variar desde 0,14% em folhas jovens até 6,7% nos colmos e folhas velhas. No Havaí, as folhas contendo menos de 0,5% de silício são freqüentemente afetadas por um sintoma denominado "fleckling", pequenas manchas brancas circulares (sardas). A causa deste sintoma ainda é bastante controvertida, porém, a maioria dos pesquisadores a atribuem à falta de Si e a desequilíbrios nutricionais. O aparecimento da ferrugem na cana-de-açúcar (*Puccinia melanocephala*) pode também estar relacionado com o referido sintoma. O sintoma é mais severo nas folhas mais velhas e a área fotossintética, em geral, é fortemente atingida. De acordo com FOX & SILVA (1978), com a aplicação de 6 t/ha de silicato ao solo o sintoma desaparece.

De um modo geral, os solos tropicais são altamente intemperizados e os minerais primários e secundários contendo silício já não existem mais. Em alguns casos, estes solos apresentam teores menores do que 2 ppm de Si no extrato saturado. Segundo BAIR (1966), em solos carentes em silício a disseminação do mosaico é rápida, a maturação é atrasada e é baixa a quantidade de sólidos solúveis no caldo da cana. Mas é na produção de colmos o principal efeito do silício na cana-de-açúcar. Segundo KIDDER & GASCHO (1977), os aumentos de produtividade variam entre 10 e 35%. As chances de aparecerem efeitos sobre os teores (concentração) de açúcar são menores.

A Tabela 2 mostra parte dos resultados obtidos por ANDERSON et al. (1987), com o uso de 20 t/ha de silicato aplicadas imediatamente antes do plantio da cana. Segundo PREEZ (1970), o aumento da produtividade da cana-de-açúcar nos tratamentos contendo silício (metasilicato de cálcio: CaSiO_3) esteve associado ao aumento de silício na planta, enquanto no caso do carbonato de cálcio os aumentos de produtividade foram acompanhados de uma redução do silício na planta; isto é, os tratamentos contendo silício provaram ser superiores aos com carbonato de cálcio nos três tipos de solo testados (Tabela 3).

Tabela 2. Efeitos da aplicação de 20 t/ha de silicato na produção de cana-de-açúcar e na de açúcar por hectare, em dois locais da região dos Everglades (Flórida).

Local	Corte	Produção de cana		Produção de açúcar	
		Sem Si	Com Si	Sem Si	Com Si
(t/ha)					
A	1º	100,1	129,0	13,4	15,7
	2º	109,6	126,6	12,9	14,6
	3º	83,1	100,5	10,6	13,4
B	1º	94,6	123,0	11,6	15,3
	2º	89,0	118,5	10,5	14,4
	3º	51,9	72,0	5,8	8,7

Fonte: adaptada de ANDERSON et al. (1987).

BIBLIOGRAFIA

- ALESHIN, N.E.; AVAKYAN, E.R.; DYAKUNCHAK, S.A.; ALESHKIN, E.P.; BARYSHOK, V.P.; VORONOV, M.G. Role of silicon in resistance of rice to bruzone. *Doklady Akademii Nauk SSSR*, 291(2):217-9, 1987.
ANDERSON, D.L.; JONES, D.B.; SNYDER, G.H. Response of a rice-sugarcane rotation to calcium silicate slag on Everglades Histosols. *Agronomy Journal*, Madison, 79:531-5, 1987.

Tabela 3. Efeito de silicatos sobre a produção de biomassa de cana-de-açúcar em 3 solos ácidos.

Solo	Tratamento	Dose (t/ha)	Mat. seca (g)	pH (H ₂ O)	Mn (ppm)	Relação Mn:Si
A	Testemunha	0	19,7	4,67	360	0,079
A	Metasilicato	4,5	22,0	5,00	270	0,038
A	Metasilicato	9,0	23,2	5,27	166	0,019
A	Metasilicato	18,0	23,3	5,63	69	0,006
A	CaCO ₃	4,5	20,6	5,13	307	0,075
A	CaCO ₃	9	21,1	5,43	197	0,059
A	CaCO ₃	18	19,1	5,82	67	0,022
B	Testemunha	0	13,6	4,49	338	0,061
B	Metasilicato	4,5	17,3	5,00	230	0,024
B	Metasilicato	9,0	18,5	5,10	128	0,013
B	Metasilicato	18,0	18,4	5,45	57	0,004
B	CaCO ₃	4,5	15,8	4,87	183	0,037
B	CaCO ₃	9,0	15,9	5,13	117	0,033
B	CaCO ₃	18,0	16,3	5,62	67	0,019
C	Testemunha	0	11,4	4,63	428	0,116
C	Metasilicato	4,5	13,4	5,58	93	0,012
C	Metasilicato	9,0	14,4	6,25	59	0,004
C	Metasilicato	18,0	14,5	7,17	46	0,003
C	CaCO ₃	4,5	13,4	5,85	90	0,028
C	CaCO ₃	9,0	13,6	6,72	85	0,026
C	CaCO ₃	18,0	11,5	7,27	67	0,023

Fonte: adaptada de PREEZ (1970).

BAIR, R.A. Leaf silicon in sugarcane, field corn and St. Augustine grass grown on some Florida soils. *Soil and Crop Science Society of Florida Proceedings*, Gainesville, 26:63-70, 1966.

BRADY, N.C. *The nature and properties of soil*. 10.ed. New York. Macmillan Publishing Co., 1992. p.179-200.

DATNOFF, L.E.; RAID, R.N.; SNYDER, G.H.; JONES, D.B. Effect of calcium silicate on bruzone and brown spot intensities and yields of rice. *Plant Disease*, 75:729-32, 1991.

DATNOFF, L.E.; RAID, R.N.; SNYDER, G.H.; JONES, D.B. Evaluation of calcium silicate slag and nitrogen on brown spot, neck rot, and sheath blight development on rice. Biological and cultural tests for control of plant disease. *Biological and cultural tests for control of plant disease*, 5:65, 1990.

ELAWAD, S.H. & GREEN JR., V.E. Silicon and the rice plant environment: a review of recent research. *Revista IL RISO*, 28:235-53, 1979.

FOX, R.L. & SILVA, J.A. Symptoms of plant malnutrition: silicon, and agronomically essential nutrient for sugarcane. In: *Illustrated concepts in tropical agriculture*. Agriculture and Human Resources University of Hawaii, n° 8, 1978.

JONES, L.H.P. & HANDRECK, K.A. Silica in soils, plants, and animals. *Advances in Agronomy*, New York, 19:107-49, 1967.

KIDDER, G. & GASCHO, G.J. Silicate slag recommended for specified conditions in Florida sugarcane. *Agronomy Facts*, Florida Cooperative Extension Service, University of Florida, n° 65, 1977.

KIM, C.K. & LEE, S.C. Reduction of the incidence of rice neck bruzone by integrated soil improvement practice. *Korean J. Plant Prot.*, 21:15, 1982.

MALAVOLTA, E. *Nutrição e adubação do arroz irrigado*. São Paulo, Ultrafertil, 1978. 64p.

NANDA, H.P. & GANGOPADHYAY, S. Role of silicated cells in rice leaf on brown spot disease incidence by *Bipolaris oryzae*. *Int. J. Tropical Diseases*, 2:89-98, 1984.

OHATA, K.; KUBO, C.; KITANI, K. Relationship between susceptibility of rice plants to *Helminthosporium* blight and physiological changes in plants. *Bull. Shikoku Agric. Exp. Sta.*, 25:15-19, 1972.

OSUNA-CANIZALES, F.J.; de DATTA, S.K.; BONMAN, J.M. Nitrogen form and silicon nutrition effects on resistance to bruzone disease of rice. *Plant and Soil*, The Hague, 135:223-31, 1991.

OU, S.H. *Rice diseases*. 2nded. Kew, Commonw. Mycol. Inst., 1985. 380p.

PREEZ, P. The effect of silica on cane growth. The South African Sugar Technologists's Association. *Proceedings*. junho, 1970. p.183-8.

RAID, R.N. & DATANOFF, L.E. Loss of the EDBC fungicides: impact on control of downy mildew of lettuce. *Plant Disease*, 74:829-31, 1990.

SILVA, J.A. *Plant, mineral nutrition*. Mc Graw-Hill Book Co. Inc., Yearbook of Science and technology, 1973.

SNYDER, G.H.; JONES, D.B.; GASCHO, G.J. Silicon fertilization of rice on Everglades Histosols. *Soil Science Society of America Journal*, Madison, 50:1259-63, 1986.

SOILS AND RICE. International Rice Research Institute. Los Banos, Philippines, 1978. 825p.

TAKAHASHI, Y. Nutritional studies in the development of *Helminthosporium* leaf spot. In: *Rice Diseases and their Control by Growing Resistant Varieties and Other Measures. SYMPOSIUM ON TROPICAL AGRICULTURE RESEARCHERS. Proceedings*. Agriculture, Forestry and Fisheries Research Council, 1967. p. 157-70.

VOLK, R.J.; KAHN, R.P.; WEINTRAUB, R.L. Silicon content of the rice plant as a factor influencing its resistance infection by the bruzone fungus *Piricularia oryzae*. *Phytopathology*, St. Paul, 48:121-78, 1958.

YAMAUCHI, M. & WINSLOW, M.D. Silica reduces disease on upland rice in a high rainfall area. *IRRI*, 12:622-3, 1987.