

INFLUÊNCIA DO SILÍCIO NA REDUÇÃO DE PODRIDÃO DE SEMENTES POR FUSARIUM SEMITECTUM NA CULTURA DA SOJA

INFLUENCE OF SILICON OVER FUSARIUM SEMITECTUM SEEDS ROT ON SOYBEAN CROP

Fernando Cezar JULIATTI¹; Michelle Gonçalves PEDROSA²; Regina Maria Quintão LANNA³; Sésio Humberto de BRITO¹; Berildo de MELO⁴

RESUMO: A soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo, e está entre os principais produtos agrícolas que participam da economia brasileira. Porém, fatores como doenças foliares de final de ciclo, podem limitar o rendimento da soja em mais de 20%. Este trabalho teve como objetivo estudar o efeito do silício na redução de doenças de final de ciclo (mancha parda ou septoriose, oídio, antracnose e crestamento foliar), e a absorção e acumulação de silício pela soja. O experimento foi realizado em Uberlândia, MG. A cultivar avaliada foi a FT- Cristalina RCH, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados com 4 repetições, em esquema (2x5), utilizando o silicato de cálcio na forma granulado e pó. Os parâmetros avaliados foram: emergência, doenças de final de ciclo, desfolha, peso de mil sementes, produtividade, análise sanitária e análise de silício na parte aérea das plantas após a colheita. Os resultados observados demonstraram que não houve efeito do silício na redução da emergência, desfolha, doenças de final de ciclo, bem como aumento na produtividade e peso de mil sementes. O silicato de cálcio granulado foi mais eficiente que o pó na redução de infecção de *Fusarium semitectum* em sementes de soja. Os teores de silício acumulados na parte aérea da soja foram muito baixos.

UNITERMOS: *Fusarium semitectum*, Manejo doenças, Elementos benéficos, Silício.

INTRODUÇÃO

No Brasil, até meados dos anos 60 a soja não tinha importância econômica dentre as culturas principais, como cana-de-açúcar, algodão, milho, arroz, café, laranja e feijão. No entanto, a partir do final dos anos 60, a produção de soja teve um crescimento extraordinário, alterando-se sua importância relativa no cenário nacional e internacional. Hoje, a soja é a mais importante oleaginosa cultivada no mundo, e está entre os principais produtos agrícolas que participam da economia brasileira. Porém, existem vários fatores que limitam os altos rendimentos da soja, e são responsáveis pelas grandes variações da produtividade de uma safra para outra. Entre os principais fatores, estão as doenças. No período de 1970 a 1997, mais de 40 doenças foram identificadas no Brasil e as perdas anuais foram estimadas em US\$ 1 bilhão (YORINORI, 1997).

Entre as principais doenças da soja estão as de final de ciclo: mancha parda (*Septoria glycines*); crestamento foliar de cercospora (*Cercospora Kikuchii*); antracnose (*Colletotrichum truncatum*) e oídio (*Microsphaeria diffusa*). Dados coletados no Sul do Brasil mostram que, sob condições favoráveis, somente as doenças foliares de final de ciclo, podem reduzir o rendimento em mais de 20% (YORINORI, 1998).

O manejo das doenças tem sido feito através de cultivares resistentes ou utilização de fungicidas. Embora esses métodos diminuam o problema das doenças, novas raças de patógenos podem causar a quebra da resistência nos primeiros anos de lançamento de uma cultivar. Por outro lado, o uso de fungicidas é considerado um "input" de alta tecnologia, que nem sempre é adequado aos pequenos produtores. Em consequência, outras estratégias de controle de doenças mais sustentáveis são necessárias.

¹ Professor, Doutor, Núcleo de Fitopatologia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

² Mestranda em Fitopatologia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

³ Professora, Doutora, Núcleo de Solos, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

⁴ Professor, Doutor, Núcleo de Fitotecnia, Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Uberlândia.

Received 07/04/03 Accept 07/10/03

A adubação com silício pode ser uma alternativa como tem demonstrado os resultados das pesquisas realizadas por Kim e Lee (1982), Datnoff, Snyder e Deren (1992), Osuna-Canizales, Datta e Bonman (1991).

O silício é absorvido pela planta como ácido monossilício, Si(OH)_4 (JONES; HANDRECK, 1967). Seu transporte, na mesma forma assimilada, é feito através do xilema, sendo sua distribuição dependente da transpiração dos órgãos envolvidos. Nas folhas de arroz, forma-se uma camada dupla de sílica abaixo da cutícula nas células epidérmicas. Segundo alguns autores (MALAVOLTA, 1980; MARSCHENER, 1986; TAKAHASHI, 1995) essa camada de sílica limita a perda d'água pelas folhas e dificulta a penetração e o desenvolvimento de hifas de fungos, por tornar a parede celular das plantas menos acessíveis às enzimas de degradação. Nesses locais de infecção ocorre um aumento da síntese de compostos fenólicos atuando como substâncias inibidoras ao desenvolvimento dos fungos.

Mesmo o silício não sendo considerado um nutriente essencial para o crescimento das plantas, vários trabalhos mostram o efeito benéfico desse elemento no controle de doenças de plantas (SAMUELS et al., 1994; BELANGER et al., 1995; KORNDÖRFER; DATNOFF, 1995; VITTI et al., 1997; LIMA FILHO et al., 1998; SAVANT et al., 1999).

Pesquisas mais recentes realizadas em solos orgânicos (Histosols) no sul da Flórida, demonstram que a adubação com Si reduziu a incidência de brusone em arroz em 17 a 31% e helmintosporiose de 15-32% em relação ao tratamento testemunha (DATNOFF; DEREN; SNYDER, 1991). Este trabalho objetivou estudar o efeito do silício na redução de doenças de final de ciclo (mancha parda ou septoriose, oídio, antracnose e crestamento foliar) e a absorção e acumulação de silício pela soja.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda Três Corações, pertencente ao grupo ABC Agricultura & Pecuária, em Uberlândia, M.G. Para a escolha da área, foi realizada a análise química de solo, pelo Laboratório de Análise de Solos, e a análise de silício pelo Laboratório de Análise de Fertilizantes da Universidade Federal de Uberlândia (MG).

A cultivar avaliada foi a FT Cristalina RCH, utilizando-se o delineamento experimental de blocos casualizados com quatro repetições em esquema fatorial

(fontes x doses) – (2 x 5), utilizando-se como fonte de silício o silicato de cálcio, com 20% Ca, 1% Mn e 42% de Si total na forma de granulado e em pó. Os tratamentos utilizados foram: a)- testemunha – 0 kg.ha⁻¹; b) 250 kg.ha⁻¹ do adubo granulado; c) 500 kg.ha⁻¹ do adubo granulado; d) 1000 kg.ha⁻¹ do adubo granulado; e) 2000 kg.ha⁻¹ do adubo granulado; e) 250 kg.ha⁻¹ do adubo em pó; f) 500 kg.ha⁻¹ do adubo em pó; g) 1000 kg.ha⁻¹ do adubo em pó; h) 2000 kg.ha⁻¹ do adubo em pó.

A aplicação das doses de silício foi realizada no sulco de plantio após a semeadura com incorporação manual do silício em sulcos abertos ao lado da linha de plantio.

Foram avaliadas as seguintes variáveis:

Emergência: foram contadas o número de plantas que emergiram na sexta e sétima linha em todas as parcelas, após 20 dias do plantio.

Doenças de final de ciclo: no estágio R7.1 a R7.3, avaliou-se os níveis de infecção (NI), tomando ao acaso, cinco plantas. O nível de infecção foi avaliado com base na seguinte escala desenvolvida por Juliatti, (informação verbal)¹, onde : 1= ausência de sintomas visíveis; 2= sintomas nas folhas e ramos da parte inferior da planta (até 25 %); 3= sintomas até a parte mediana da planta (25-50%); 4= sintomas até o terço superior da planta (50-75%) e 5= plantas totalmente infectadas (76-100 %).

Desfolha: avaliação visual média, quando a testemunha atingiu 80 a 85% de desfolha. A escala de avaliação de desfolha foi obtida com base nos seguintes índices : 1= 0 %; 2= 1-25 %; 3= 26-50 %; 4= 51-75 %; e 5= 76-100 % de desfolha. O nível de desfolha foi obtido por dois avaliadores, de onde se obteve a média por parcela.

Rendimento: Foi determinada a umidade da semente através do medidor de umidade portátil Multi-grain, e as sementes foram pesadas. Depois, a produção foi transformada em kg.ha⁻¹ a 13% de umidade

Peso de 1000 sementes: Utilizou-se o contador de sementes Count – A PACK para fazer a contagem e posteriormente estas foram pesadas em balança de precisão eletrônica .

Teste de sanidade: Foi realizado no laboratório de Fitopatologia da UFU em delineamento blocos casualizados com quatro repetições de 100 sementes. As sementes foram previamente desinfetadas e incubadas por 8 dias a 22, com base no teste de Blotter, sugerido por Neeagard (MACHADO, 1988). O exame microscópico foi realizado sob binocular estereoscópica e microscópio ótico com aumento de até 400 vezes. As

¹ Informação adquirida através de Juliatti, F.C. (1998), Programa de melhoramento de soja da UFU, Instituto de Ciências Agrárias, UFU, Uberlândia em 01/07/2003.

sementes foram examinadas após incubação quanto a presença de fungos infestantes.

Análise de silício: No estádio R8-9 foram coletadas a parte aérea da soja de cada parcela. Foi realizada uma secagem previa ao ar e uma secagem em estufa de circulação fechada a 65°C. Depois de seco, o material foi moído.

RESULTADOS

Segundo a análise de variância, representada na Tabela 1 para a cultura da soja, variedade FT-Cristalina RCH, para as os dois modos de aplicação utilizados, cinco doses de silício (0, 250, 500, 1000, 2000 kg.ha⁻¹) e para a

interação modo de aplicação e doses não houve significância estatística para emergência, doenças de final de ciclo (septoriose, crestamento foliar, antracnose nas folhas, oídio e antracnose em hastes), desfolha, peso de 1000 sementes e produtividade.

Na tabela 2 nota-se que houve efeito significativo para modo de aplicação e doses de silício pelo teste de F.

A tabela 3 apresenta as médias das variáveis de campo quanto a aplicação de silício via granulado e pó no sulco de plantio e logo em seguida a semeadura da soja. Observa-se que as notas de severidade de oídio e crestamento foliar, septoriose e oídio pouco diferenciaram entre os diferentes tratamentos. Assim, como a desfolha final.

Tabela 1. Análise de variância para variáveis emergência, doenças de final de ciclo, oídio, Antracnose, desfolha, peso de mil sementes e produtividade, da cultivar FT-Cristalina, sob dois modos de aplicação e cinco doses de silício. UFU, Uberlândia, 1999.

Quadro médio								
FV	GL	Emerg	DFC	Oídio	Ant	Desf.	P1000	Produção
Modo de aplicação	4	697,19 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,55 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,89 ^{ns}	5,01 ^{ns}	21513,84 ^{ns}
Doses	1	1050,63 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,90 ^{ns}	28,43 ^{ns}	3534,40 ^{ns}
Modos x Doses	4	104,06 ^{ns}	0,02 ^{ns}	0,64 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,20 ^{ns}	13,14 ^{ns}	11120,1 ^{ns}
Blocos	3	909,82*	0,29 ^{ns}	4,31**	1,93 ^{ns}	3,47**	160,76**	170039,4*
Resíduo	27	271,75 ^{ns}	0,25	0,40	0,86	0,67	22,78	44146,33
CV(%)		16,67	29,25	6,74	10,54	19,59	3,44	13,85

ns = não significativo a nível de 5%.

* = significativo a nível de 5%

** = altamente significativo a nível de 5%

Tabela 2. Análises de variância para variáveis silício, *Phamopsis phaseoli*, *Cercospora kikuchii*, fungos saprofiticos e *Fusarium* spp, de sementes da cultivar FT – Cristalina, sob dois modos de aplicação e cinco doses de silício. UFU, Uberlândia, 1999.

Quadro médio						
FV	GL	Silício	<i>P. phaseoli</i>	<i>C. Kikuchii</i>	f.saprofiticos	<i>Fusarium</i>
Modo de aplicação	4	0,32 ^{ns}	18,39 ^{ns}	8,49 ^{ns}	124,50 ^{ns}	26,62*
Doses	1	0,34 ^{ns}	4,16 ^{ns}	42,85 ^{ns}	102,33 ^{ns}	87,75**
Modos x Doses	4	0,23 ^{ns}	8,25 ^{ns}	26,61 ^{ns}	7,91 ^{ns}	3,02 ^{ns}
Blocos	3	0,73 ^{ns}	21,58**	32,60 ^{ns}	147,47 ^{ns}	1,61 ^{ns}
Resíduo	27	0,59	13,35	17,48	96,05	9,78
CV (%)		59,79	39,48	25,26	15,94	39,21

ns = não significativo a nível de 5%.

* = significativo a nível de 5%

** = altamente significativo a nível de 5%

Tabela 3. Médias para diferentes variáveis após aplicação de duas fontes e cinco doses de silício na cultivar de soja FT-Cristalina RCH, no período de Dezembro de 1998 a Março de 1999.

Tratamentos (kg)	EME ¹	DFC ²	Oídio	At ³	Df ⁴	PMS ⁵	Pro ⁶
Granulado 0	108.25 a	1.75 a	2.50 a	2.23 a	4.62 a	137.65 a	1549.25 a
Granulado-250	94.50 a	1.50 a	2.75 a	2.23 a	3.62 a	136.67 a	1435.00 a
Granulado-500	86.50 a	1.75 a	2.75 a	2.47 a	3.87 a	137.20 a	1589.25 a
Granulado-1000	89.25 a	1.75 a	2.50 a	2.47 a	4.00 a	138.15 a	1548.00 a
Granulado-2000	90.25 a	1.75 a	3.00 a	2.47 a	4.00 a	136.60 a	1508.75 a
Pó-0	122.50 a	1.75 a	2.50 a	2.23 a	4.87 a	135.67 a	1561.25 a
Pó-250	93.50 a	1.75 a	2.50 a	2.23 a	4.25 a	135.72 a	1418.00 a
Pó-500	103.75 a	1.75 a	2.75 a	2.47 a	4.50 a	134.39 a	1453.00 a
Pó-1000	96.75 a	1.75 a	3.00 a	2.23 a	4.00 a	133.32 a	1527.50 a
Pó-2000	103.5 a	1.75 a	2.75 a	2.23 a	4.00 a	138.72 a	1576.50 a

¹EME- emergência, ²DFC- doenças de final de ciclo, ³At- antracnose, ⁴DF- desfolha, ⁵PMS- peso de mil sementes, ⁶Pro- produtividade (kg.ha⁻¹). Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

De acordo com a Tabela 3, não houve significância para acumulação de silício na parte aérea da soja (folha, haste e vagem). Portanto, não ocorrendo diferenças nos níveis de desfolha assim o peso de mil sementes e a produtividade por área (ha). Também não

foram encontradas diferenças nos níveis de infecção para os fungos *Phomopsis phaseoli*, *Cercospora kikuchii* e fungos saprofíticos (*Rhizophus*, *Aspergillus* e *Cladosporium*) pela análise sanitária das sementes (tabela 4).

Tabela 4. Médias para diferentes variáveis após aplicação de duas fontes e cinco doses de silício na cultivar de soja FT-Cristalina RCH, no período de Dezembro de 1998 a Março de 1999.

Tratamentos (kg)	Si ⁷ (%)	Ppha ⁸	Ck ⁹	Of ¹⁰	F.spp. ¹¹
Granulado 0	0.06 a	3.51 a	8.62 a	80.06 a	1.65 ab
Granulado-250	0.03 a	1.86 a	10.70 a	57.72 a	1.40 ab
Granulado-500	0.05 a	1.87 a	7.87 a	81.98 a	0.25 b
Granulado-1000	0.08 a	3.70 a	6.36 a	80.88 a	1.45 ab
Granulado-2000	0.02 a	1.49 a	12.59 a	70.90 a	2.16 ab
Pó-0	0.05 a	2.69 a	5.70 a	76.06 a	3.43 a
Pó-250	0.05 a	1.36 a	5.73 a	75.04 a	3.66 a
Pó-500	0.03 a	3.40 a	8.93 a	82.81 a	1.40 ab
Pó-1000	0.06 a	3.84 a	8.62 a	76.26 a	2.36 a
Pó-2000	0.05 a	2.89 a	7.09 a	86.15 a	2.95 a

⁷Si- silício (%)- Porcentagem nas folhas e hastes, ⁸Ppha- *Phomopsis phaseoli*., ⁹Cer- *Cercospora kikuchii*, ¹⁰Ofu- outros fungos, ¹¹Fspp.- *Fusarium semitectum*

Médias seguidas de mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de tukey a 5 % de probabilidade.

Pela tabela 3 nota-se que a fonte granulada de silício reduziu o índice de infecção de *Fusarium semitectum* nas sementes de soja da cultivar FT-Cristalina RCH em relação a fonte em pó. Este fato pode ser atribuído a liberação lenta de silício por esta fonte que

influenciou significativamente na redução dos níveis de infecção de *Fusarium semitectum*, causador da podridão de sementes e morte de plântulas na fase inicial da cultura. Este efeito mostra o potencial do silício como barreira mecânica a penetração de fungos em sementes

via floral ou em pós colheita. Maiores reduções nos níveis de infecção de *Fusarium* foi observado pela fonte de

silício em pó a 500 Kg /ha.

Tabela 5. Teste de Tukey para médias de incidência de *Fusarium spp.* em sementes de soja da cultivar FT-Cristalina RCH, produzidas sob dois modos de aplicação de silício.

Tratamentos	Médias	5 %	1 %
Fonte pó	2,698908	a	A
Fonte granulado	1,278900	b	B

DISCUSSÃO

Segundo a análise de variância, representada na Tabela 1 para a cultura da soja, cultivar FT-Cristalina RCH, para as os dois modos de aplicação utilizados, cinco doses de silício (0, 250, 500, 1000, 2000 kg.ha⁻¹) e para a interação modo de aplicação e doses não houve significância estatística. Na literatura consultada não há dados da adubação com silício influenciando na emergência de nenhuma cultura.

Para severidade de doenças de final de ciclo (septoriose, cretamento foliar, antracnose nas folhas, oídio e antracnose em hastes) na cultura da soja cultivar FT-Cristalina RCH não foi significativa para doses, modo de aplicação e interação dose e modo de aplicação. Este resultado pode ter ocorrido devido o fato da soja ser uma leguminosa não acumuladora de silício. Juliatti & Körndorfer (2003) apresentam em sua revisão inúmeras trabalhos de aplicações de silício via solo e foliar na redução de doenças em folhas largas como pepino e soja, a qual é dependente da cultivar estudada.

Pesquisas mais recentes em solos orgânicos no sul da Florida na cultura do arroz, demonstram que a adubação com silício reduziu a incidência de brusone em 17% a 31% e helmintosporiose de 15% a 32% em relação a testemunha (DATNOFF; DEREN; SNYDER, 1991). Esses mesmos autores observaram que nos solos com muita baixa disponibilidade de silício houve uma redução de 73% e 86% na incidência de brusone e mancha parda, respectivamente, no ano de 1997, com aplicação de silicato de cálcio.

Segundo Jones e Handreck (1967) o silício é absorvido pela planta como ácido monossilício Si(OH)₄, e que o mecanismo de resistência a doenças é conferido ao silício pela associação deste em constituintes da parede celular tornando-as menos acessíveis as enzimas de degradação.

Para a variável desfolha, pode-se observar que não houve significância estatística para modo de aplicação, doses e interação doses e modo de aplicação de silício.

A desfolha severa ocorre muitas vezes devido ao ataque de fungos e insetos. Segundo Tanaka e Park, 1996; Savant, Patil e Savant (1994) alguns insetos pragas de importância econômica como a broca do colmo da cana, e algumas espécies de ácaros tem sido controlados com o uso de silício. Não há relato no mundo sobre o uso de silício no controle de doenças foliares da soja, tratando esta a primeira citação.

A tabela de análise de variância (Tabela 1), demonstra que para peso de 1000 sementes de soja da cultivar FT-Cristalina RCH, não foi significativo os modos de aplicação, doses e interação doses e modo de aplicação de silício utilizada. Entretanto, segundo Brady, 1992, a ação da sílica tem sido associada a diversos efeitos indiretos, entre eles : aumento da altura dos colmos, o peso de 1000 sementes , o metabolismo do fósforo, perfilhamento e número de grãos por espiga.

Quanto a produtividade, também não houve significância para os modos de aplicação, doses e interação doses e modo de aplicação de silício. Este fato pode ter ocorrido devido a soja não ser acumuladora de silício, ou ainda devido a menor severidade das doenças foliares, as quais não interferiram na produção dos diversos tratamentos.

Segundo pesquisas realizadas por Datnoff, Deren e Snyder (1991), no ano de 1988, houve uma redução de 58% e 75%, respectivamente de brusone e mancha parda e o aumento de produtividade de 88% na cultura do arroz. Ressalta-se que no presente trabalho houve uma redução nos níveis de infecção de *Fusarium semitectum* de 2,7 (silício em pó) para 1,3 (silício na forma granulada). Assim, a redução na infecção das sementes foi de até 50%. Dentro do complexo de fusarium em soja, Juliatti et al. (2003) têm demonstrado o crescimento deste complexo patológico para a soja no cerrado brasileiro. O mesmo autor e outros colaboradores trabalhando com aplicações de silício, em casa de vegetação, nas doses de 0, 200, 400, 600 e 800 kg ha⁻¹ se SiO₂ (fonte Wollastonita) demonstraram a redução nos níveis de infecção por *Phomopsis phaseoli* f.sp.*meridionalis* (cancro da haste).

A cultivar Savana apresentou um maior teor de silício acumulado na parte aérea (folhas e hastes) em relação as cultivares UFV-15 (Uberlândia), FT-Cristalina e FT-Estrela. Estes resultados demonstram que a acumulação de silício nos tecidos aéreos de soja é dependente da cultivar.

Portanto, como a cultivar FT-Cristalina RCH é essencialmente derivada FT-Cristalina, pode-se inferir que esta última cultivar não é responsiva às aplicações e boa acumuladora de silício.

CONCLUSÕES

- 1- Não houve efeito do silicato de cálcio em pó e granulado na emergência, desfolha, doenças de final de ciclo, bem como no aumento da produtividade e peso de mil sementes;
- 2- O silicato de cálcio granulado resultou em menor infecção de *Fusarium spp* nas sementes de soja FT-Cristalina RCH, que o silicato em pó.
- 3- Os teores de silício acumulados na parte aérea da soja foram baixos, sendo colocada, nas condições deste ensaio, como não acumuladora de Si.

ABSTRACT: The soybean is the most important oleaginous plant cultivated in the world, and it is between the main agricultural products that participate of the Brazilian economy. But factors as late cycle diseases of leaves limit the income of soy of more than 20%. This research work had as objective to study the effect of silicon in the reduction of late cycle diseases (brown spot of soybean, powdery mildew, anthracnose and leaf blight) and the absorption and accumulation of silicon for the soybean. The experiment was carried out in Uberlândia, MG. The evaluated cultivar was FT Cristalina-RCH, blocks were completely randomized with four repetitions in a factorial scheme (2 X 5) and the calcium silicate was used in the granulated and powder form. The evaluated parameters were emergency, late cycle diseases, defoliation, weight of a thousand seeds, productivity, sanitary analyzes and analyzes of silicon. The observed results demonstrated that it did not have effect of silicon in the emergency reduction, defoliation, late cycle diseases as well as the increase in the productivity and weight of a thousand seeds. The granulated calcium silicate was more efficient than the powder form in the reduction of infection for *Fusarium spp*; the accumulated silicon ratio in the aerial part of the soy plant was very low.

UNITERMS: *Fusarium semitectum*, Diseases management , Beneficial elements, Silicon.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BELANGER, R. R.; BOWEN, P. A.; EHRET, D. L.; MENZIES, J. G. Soluble silicon: its role in crop and disease management of greenhouse crops. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 79, n. 4, p. 329-35, abr. 1995.

DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; DEREN, C. W. Influence of silicon fertilizer on blast and brown spot development and on rice yeelds. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 76, n. 10, p. 1011-1013, out. 1992.

DATNOFF, L. E.; DEREN, C. W.; & SNYDER, G. H. 1991. **Influence of lime, calcium silicate slag and fungicides on brown spot development in rice.** Belle glade. Erec. Res. Rep. Ev. Fla. University agric. Res. Educ. Cent. Belle Glade, Fla. p.22-28. 1991.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants, and animals. **Advances in Agronomy**, San Diego, v.19, n. p. 107-149, 1967.

JULIATTI, F. C.; KÖRNDORFER, G. H. Uso do silício no manejo integrado de doenças de plantas : Experiência brasileira. **Fitopatologia brasileira**, suplemento, Uberlândia, p. s45-s52, 2003.

JULIATTI, F. C.; BORGES, E. N.; PASSOS, R. R.; CALDEIRA JÚNIOR, J. C. ; JULIATTI, F. C.; BRANDÃO, A. M. **Doenças da soja.** Cultivar, 47, fevereiro, pág.3-14, 2003. Caderno Técnico Cultivar, Grandes Culturas, Pelotas, RS.

KORNDORFER, G. H.; DATNOFF, L. E. Adubação com silício: uma alternativa no controle de doenças da cana-de-açúcar e do arroz. **Informações Agronômicas**, Piracicaba, n.70, p.1-5, jun, 1995.

MACHADO, J. C. **Patologia de sementes** : fundamentos e aplicações. Campinas: Fundação Cargil, 1988. p.371-419.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 1980. 251 p.

MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. San Diego: Academic Press, 1986. 674 p.

KIM, C. K.; LEE, S. C. Reduction of the incidence of rice neck bruzone by integrated soil improvement practice. **Korean Journal of Plant Protection**, v. 21, n. 15, p.10, 1982.

LIMA FILHO, O. F.; LIMA, M .T. G.; TSAI, S. M. Silício pode aumentar a resistência de plantas a doenças. **Notesalq**, Piracicaba, v.7, n.8, p.10-11, jul. 1998.

OSUNA - CANIZALEZ, F. J.; DATTA, S. K.; BONMAN, J. M. Nitrogen form and silicon effects on resistance to bruzone disease of rice. **Plant and Soil**, The Hague, v. 135, n. 2, p. 223-231, jul. 1991.

SAMUELS, A. L.; GLASS, A. D. M.; MENZIES, J. G.; EHRET, D. L. Silicon in cell walls and papillae of *Cucumis sativus* during infection by *Sphaerotheca fuliginea*. **Physiological and Molecular Plant Pathology**, v.44, p.237-42. 1994.

SAVANT, A. S.; PATIL, V. H.; SAVANT, N. K. Rice hull ash applied to seedbed reduces deadhearts in transplanted rice. **International Rice Research Newsletter**, Manila, v. 19, n. 4, p.21-22, jun/jul, 1994.

SAVANT, N. K.; KORNDÖRFER, G. H.; DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H. Silicon Nutrition and sugarcane production: a review. **Journal of Plant Nutrition**, New York, v. 22, n. 12, p. 1853-1903, dez. 1999.

TAKAHASHI, E. Uptake mode and physiological functions of silica. In: _____. **Science of the rice plant**. Tokyo, Physiology food and agriculture policy research center, v. 2, 1996. p.420-433.

TANAKA, A; PARK, Y. D. Significance of the absorption and distribution of silica in the rice plant. **Soil Science and Plant Nutrition** , v.12, p.191-195, 1996.

VITTI, G. C.; OLIVEIRA, F. A.; PRATA, F.; OLIVEIRA JR., J. A.; FERRAGINE, M. C. SILVEIRA, R. L.V. A. **Silício no solo e na planta**. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 1997. 90 p.

YORINORI, J. T. Fitopatologia. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 19. 1997, Jaboaticabal. **Ata e Resumos...** Londrina: EMBRAPA- CNPso, 1997. 362p.

YORINORI, J. T. Fitopatologia, In: RECOMENDAÇÕES TÉCNICAS PARA A CULTURA DA SOJA NA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL - 1998/99. Londrina: EMBRAPA- CNPso, 1998.(Documentos 120).