

Fontes de silício em cultivares de feijão nas safras das águas e da seca¹

Silicon sources on common beans genotypes for rainy and dry season harvests

Itamar Rosa Teixeira^{2,*}, Reginaldo Pedro da Silva³, Alessandro Guerra da Silva⁴ e Pedro Henrique Korndörfer⁵

Resumo - Realizou-se este trabalho com o objetivo avaliar o efeito de fontes de silício na incidência e severidade de doenças, no teor foliar de silício e nas características agronômicas de genótipos de feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivados em duas épocas de cultivo (“águas” e “seca”) nas condições do cerrado goiano. Na safra das “águas” utilizou-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3+2, com quatro repetições, sendo os tratamentos constituídos da combinação de duas cultivares de feijoeiro comum (Pérola e Aporé) com três fontes de Si (Rocksil, 30 g L⁻¹; Saborsil AC77, 20 g L⁻¹ e Silicato de Potássio, 30 g L⁻¹) e dois tratamentos testemunhas (cultivares que não receberam nenhum tipo de adubação de Si). Na época da “seca” foi acrescentada mais uma cultivar aos tratamentos (BRSMG Talismã), tendo todas as demais combinações dos tratamentos mantidas. Conclui-se que na safra das “águas” a aplicação foliar de Si promoveu redução da severidade da antracnose e mancha angular e de crestamento bacteriano na “seca”. A cultivar Pérola foi a mais produtiva na safra das “águas”, enquanto na “seca” o comportamento foi semelhante às cultivares Aporé e BRS Talismã. As fontes Rocksil, Saborsil e Silicato de potássio não diferem entre si quanto a capacidade de fornecer Si as plantas de feijoeiro comum via foliar. O rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos) não foram influenciados pela adubação silicatada foliar.

Palavras-chave - *Phaseolus vulgaris* L. Adubação foliar. Silício. Feijoeiro - Rendimento.

Abstract - This study aimed to evaluate the effect of sources of silicon on genotypes of common bean on the incidence and severity of diseases, levels of Si foliar, grain yield and its components, under the conditions in Ipameri, located in Goiás State, Brazil, during the two seasons of cultivation (“summer” and “summer-fall”). The treatments consisted on the combination of two cultivars of common bean (Pérola and Aporé) with three sources of silicon (Rocksil, 30 g L⁻¹; Saborsil AC77, 20 g L⁻¹ and Silicate Potassium, 30 g L⁻¹) and two control treatments (cultivars that not received any type of silicon fertilizer). In the summer season was used a randomized block design, in a factorial scheme 2x3+2, with four replications. In the summer-fall season was added one more cultivar on the treatments, the cultivar BRSMG Talismã, with all combinations of treatments maintained. The experimental results indicated that for the summer season a foliar application of Si promoted reduction on the severity of anthracnosis and angular spot leaf and for the bacterial blight in the summer-fall season. The cultivar Pérola was the most productive in the summer season, while in the summer-fall season the behavior was similar to cultivars Aporé and BRS Talismã. The sources Rocksil, Soborsil and Potassium Silicate do not differ on ability to provide Si to plants of common bean by pulverization of foliar solution. The grain yield and its components (number of pods per plant, number of seeds per pod and weight of a hundred grains) were not affected by fertilization of silicon foliar solution pulverization.

Key words - *Phaseolus vulgaris* L. Foliar fertilizer. Silicon. Beans - Yield.

* Autor para correspondência

¹ Recebido para publicação em 21/02/2008; aprovado em 22/07/2008

Pesquisa parcialmente financiada pela Universidade Estadual de Goiás

² Eng. Agrônomo, Pós Doutor, Prof. da Universidade Estadual de Goiás, UnUCET, BR 153, km 98, Jardim Arco Verde, Campus Henrique Santillo, CEP: 75 001-970, Anápolis-GO, itamar.teixeira@ueg.br

³ Eng. Agrônomo, Mestrando do Curso de Eng. Agrícola da Universidade Estadual de Goiás, UnUCET

⁴ Eng. Agrônomo, Dr., Professor da Faculdade de Agronomia, Fesurv, Universidade de Rio Verde, Cx. Postal, 104, CEP: 75 901-970, Rio Verde-GO

⁵ Estudante do Curso de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás, UnU Ipameri, Rodovia, GO 330, km, 241, Anel Viário, CEP: 75 780-000, Ipameri-GO

Introdução

O feijão constitui-se como importante fonte de proteína da população brasileira, sobretudo das classes de menor poder aquisitivo. O Brasil se destaca atualmente como o maior produtor mundial de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.), com uma produção estimada em 3,2 milhões de toneladas, e produtividade média em torno de 815 kg ha⁻¹, obtida na safra 2006/2007 (CONAB, 2008). Apesar disso, pode-se dizer que produtividade média nacional é baixa, sendo a ocorrência de doenças um fator relevante.

Para o controle das doenças do feijoeiro comum têm sido utilizados largamente fungicidas com maior espectro de ação, trazendo muitas vezes sérios prejuízos ao homem e ao ambiente. Diante disso, a busca de métodos alternativos de controle, como o uso de silício (Si) se faz necessário, por propiciar maior resistência das plantas às doenças (EPSTEIN; BLOOM, 2006).

De acordo com os conceitos de essencialidade dos nutrientes minerais, o Si não seria considerado um nutriente essencial, pois as plantas conseguem completar o seu ciclo de vida sem a sua presença, e também porque o Si não participa da constituição de nenhuma molécula essencial à planta (MALAVOLTA et al., 1997). No entanto, Epstein (1999) ressalta que plantas crescendo em ambiente rico em Si diferem daquelas presentes em ambientes deficientes nesse nutriente, principalmente quanto à composição química, resistência mecânica das células, características de superfície foliar, tolerância ao estresse abiótico, e ao ataque de patógenos e pragas. Assim, a ausência do Si pode ocasionar uma diminuição da capacidade biológica da planta em resistir às condições adversas do meio ambiente onde vive.

Resultados positivos na redução de doenças com a aplicação de Si foliar foram notados em cultivos hidropônicos de pepino com a aplicação de 100; 500; 1000 e 2000 mg kg⁻¹ de SiO₂ na forma de silicato de potássio (MENZIES et al., 1992). Pesquisas realizadas em solos orgânicos no Sul da Flórida (EUA) demonstraram que a fertilização com Si, na cultura do arroz, reduziu a incidência de brusone entre 17 e 31% e helmintosporiose entre 15 e 32% em relação ao tratamento que não recebeu Si (DATNOFF et al., 2001; RODRIGUES et al., 2004).

Apesar da maioria dos trabalhos investigativos de adubação silicatada em gramíneas indicar melhoria da resistência das plantas as enfermidades (AGARIE et al., 1998; BARBOSA FILHO et al., 2001), este efeito na biomassa produzida das plantas ainda é contraditório, pois há casos de respostas positivas (KORNDORFER et al., 1999; FARIA, 2000), mas também de respostas negativas (CARVALHO, 2000; MAUAD et al., 2003). Segundo

Maud et al. (2003) essa falta de resposta à adubação silicatada esta possivelmente relacionada diferenças genotípicas entre cultivares, onde o potencial de extração das mesmas em muitos casos é desconhecido.

Para o caso do feijoeiro comum, os trabalhos relativos ao emprego de Si são ainda incipientes e pouco conclusivos (FRANZOTE et al., 2005; NASCIMENTO et al., 2005), especialmente aqueles que procuram esclarecer a relação da nutrição com aos problemas ocasionados pelas doenças e sua relação com os aspectos agrônômicos da cultura.

Este trabalho teve por objetivo avaliar a severidade e incidência de doenças, o teor foliar de silício e as características agrônômicas de genótipos de feijoeiro comum em duas épocas de cultivo (“águas” e “seca”), submetidos à adubação com diferente fontes de silício aplicadas via foliar.

Material e métodos

Os experimentos foram conduzidos na área experimental pertencente à Universidade Estadual de Goiás - Unidade de Ipameri, em Ipameri-GO, nas safras das “águas” de 2006/2007 e “seca” de 2007. As coordenadas geográficas da área são: 17°43'19" S, 48°09'35" W com altitude de 820 m. O clima regional é classificado como Cwa-Mesotérmico Úmido, com precipitação e a temperatura média anual de 1750 mm e 25 °C, respectivamente (SEPLAN, 2008).

Uma amostra composta de solo classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distroférrico foi coletada na camada de 0-20 cm para determinação das características químicas e físicas: pH (H₂O) 6,3; P (mg dm⁻³) 2,1; K⁺ (mg dm⁻³) 62; Ca²⁺ (cmol dm⁻³) 4,2; Mg²⁺ (cmol dm⁻³) 1,5; Al³⁺ (cmol dm⁻³) 0,0; H⁺+Al³⁺ (cmol dm⁻³) 1,9; m (%) 0,0; V (%) 63; B (mg dm⁻³) 0,6; Cu (mg dm⁻³) 1,7; Fe (mg dm⁻³) 35,0; Mn (mg dm⁻³) 9,2; Zn (mg dm⁻³) 2,3; Si (mg dm⁻³) = 3,6; matéria orgânica (dag kg⁻¹) 2,5; areia (g kg⁻¹) 350; silte (g kg⁻¹) 25 e argila (g kg⁻¹) 165.

Na primeira safra, “águas”, foi empregado o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3+2, com quatro repetições. Os tratamentos envolveram a combinação de duas cultivares de feijoeiro comum (Pérola e Aporé) e três fontes de Si (Rocksil, 30 g L⁻¹; Saborsil AC77, 20 g L⁻¹ e Silicato de Potássio, 30 g L⁻¹), e dois tratamentos testemunha sem adubação silicatada. Na safra da “seca” foi acrescentado mais uma cultivar de feijão (BRSMG Talismã) aos tratamentos, e mantendo-se as demais combinações testadas no primeiro experimento, ou seja, das “águas”.

As doses, de cada fonte silício, foram fracionadas em três aplicações, 45; 60 e 75 dias após emergência da cultura - DAE. Para as aplicações dos produtos utilizou-se um aparelho costal, com capacidade de 20 litros. O volume de aplicação da solução foi padronizada para 200 L ha⁻¹. Os tratamentos receberam surfactante, para obtenção do máximo desempenho e eficiência do produto. Durante as aplicações, foram utilizadas lonas plásticas (6,0 x 1,8 m) nos dois lados da parcela objetivando evitar deriva nas pulverizações.

As parcelas foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,50 m, sendo utilizadas as duas linhas centrais como área útil, eliminando-se 0,50 m de cada lado, a título de bordadura.

Nos dois experimentos o preparo do solo constituiu-se de uma aração e duas gradagens. Empregou-se na adubação básica dos dois experimentos o formulado 05-25-20 na dose de 400 kg ha⁻¹. Foi usada a densidade de semeadura de 12 plantas por metro linear. Aos 25 DAE foi feita adubação de N em cobertura na dosagem de 40 kg ha⁻¹, tendo uréia como fonte.

Foram realizadas três avaliações de incidência e severidade de doenças foliares, dez dias após as aplicações dos tratamentos nas parcelas experimentais. A avaliação da incidência correspondeu a leitura da presença ou ausência de sintomas da doença nas plantas das parcelas úteis, e a severidade foi quantificada pela escala de notas atribuídas a área foliar lesionada pelo patógeno, sendo classificada como: 1 - planta aparentemente sadia; 2 - 10% de planta atacada; 3 - 20% de planta atacada; 4 - 50% de planta atacada; 5 - mais de 60% de planta atacada e 6 - para planta morta. As avaliações foram realizadas por três avaliadores simultaneamente.

Por ocasião do pleno florescimento, na área útil de cada parcela, foram coletados 20 trifólios das plantas, nos quais foram secos em estufa a 72 °C até atingir peso constante, sendo moídas posteriormente. As análises dos teores foliares de Si seguiu a metodologia adaptada por Korndörfer et al. (1999).

Na maturação da cultura, foi avaliado o rendimento de grãos e seus componentes primários (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos). Os componentes primários foram determinados a partir de amostras aleatórias de 10 plantas tomadas na área útil de cada parcela, antes da colheita. Já o rendimento de grãos foi avaliado na área útil de cada parcela, sendo o peso corrigido para 13% de umidade.

Os dados da avaliação de doenças foram inicialmente transformadas em $\sqrt{+0,5}$ e $\sqrt{+1,0}$, e posteriormente submetidos a análise de variância, sendo as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Os demais dados foram submetidos a análise de variância, e usado o teste de Tukey para discriminar as diferenças entre as médias dos tratamentos.

Resultados e discussão

Incidência e severidade de doenças

Os resultados obtidos permitiram constatar que houve infestação de doenças (antracnose, mancha angular e crestamento bacteriano) na parte aérea dos feijoeiros, sendo detectadas diferenças de reações dos genótipos e fontes de Si nas safras das “águas” e da “seca”. Por outro lado, não foi detectado efeito significativo da interação entre genótipos e fontes de Si nas duas épocas de cultivo.

A cultivar Pérola mostrou-se mais suscetível as doenças, em relação à Aporé na época das “águas” quando a severidade à antracnose e mancha angular foi mais elevadas (Tabela 1). Estes resultados corroboram com as informações sobre as prováveis reações das cultivares em estudo aos principais patógenos causadores de doenças no feijoeiro (EMBRAPA, 2008).

Na safra da “seca”, não foi constatada diferença significativa para doenças entre as cultivares avaliadas (Tabela 2). As condições climáticas menos favoráveis ao aparecimento de antracnose, mancha de alternaria e crestamento bacteriano, certamente fez com os níveis de incidência e severidade dessas enfermidades fossem menores.

No que diz respeito às fontes de Si, as maiores severidades de doenças de antracnose e mancha angular foram observadas nas testemunhas, seguido do tratamento com Rocksil, na safra das “águas” (Tabela 1). Nesta safra os menores valores da severidade à antracnose e mancha angular foram constatadas com uso das fontes Saborsil e Silicato de K. Comportamento semelhante foi observado na safra da “seca”, somente para incidência de crestamento bacteriano, com os menores valores sendo obtidos com o uso do Silicato de potássio (Tabela 2).

Os maiores índices de incidência e severidade observados com o emprego do Rocksil, em comparação as demais fontes de Si, se devem ao fato do Rocksil ser uma fonte menos solúvel, comparativamente, ao Soborsil e Silicato de Potássio. De acordo com Epstein (1999) a maior absorção de Si torna as plantas mais resistentes ou tolerantes a estresse biótico. Assim, a adição de fontes mais solúveis do micronutriente como Sorbosil e Silicato de potássio aplicadas em pulverização foliar pode ter ocasionado um aumento da capacidade biológica da planta em resistir às condições adversas do meio, como o

Tabela 1 - Valores médios de três avaliações de reação à antracnose (ANT), mancha angular (MA) e crestamento bacteriano (CB) em cultivares de feijoeiro comum submetidas a diferentes fontes de Si - época das “águas”

Fatores	Incidência			Severidade		
	ANT	MA	CB	ANT	MA	CB
Cultivares						
Pérola	1,4± 0,11	1,4± 0,15	1,0±0,08	2,5± 0,97 a*	2,2± 1,10 a	0,9±0,13
Aporé	1,3±0,07	1,3±0,10	0,9±0,12	2,0± 0,92 b	1,8± 0,97 b	0,9±0,07
Fontes de silício						
Rocksil	1,3±0,10	1,4±0,13	0,9±0,08	2,4± 1,10 b	2,2± 1,11 b	1,0±0,09
Saborsil	1,3±0,11	1,4±0,12	0,8±0,09	1,1± 0,82 c	1,1± 0,10 c	0,9±0,08
Silicato de K	1,3±0,09	1,3±0,11	0,8±0,08	1,0 ± 0,85 c	1,0± 0,09 c	0,9±0,10
Test. (a)**	1,4±0,13	1,4±0,14	1,2±0,10	4,5± 1,17	3,6±1,13	1,0±0,11
Test. (b)***	1,2±0,12	1,3±0,13	1,1±0,09	4,2±1,22	3,3±1,08	1,2±0,12
Média	1,3	1,4	0,9	2,5	2,2	1,0
C.V. (%)	10,49	4,02	11,38	8,42	8,96	8,71

* Médias + Desvio Padrão seguidas por letras diferentes na coluna, diferem entre si, à 5% de probabilidade pelo **Test. (a): testemunha Pérola; *** Test. (b): testemunha Aporé

ataque de patógenos. Destaca-se também o desempenho superior do Silicato de K, principalmente na época da “seca”, atribuído também à presença de K, no qual auxilia no enrijecimento dos tecidos das plantas.

Nota-se, de um modo geral, que na safra das “águas” as médias gerais para as avaliações de incidência e severidade de doenças foram maiores, devido a melhores condições hídricas associadas a temperaturas

Tabela 2 - Valores médios de três avaliações de reação à antracnose (ANT), mancha angular (MA) e crestamento bacteriano (CB) em cultivares de feijoeiro comum submetidas a diferentes fontes de Si - época de “seca”

Fatores	Incidência			Severidade		
	ANT	MA	CB	ANT	MA	CB
Cultivares						
Pérola	0,9±0,04	1,0±0,04	0,9±0,03	1,2±0,53	0,9±0,34	0,6±0,06
Aporé	0,8±0,05	1,0±0,03	0,8±0,04	1,0±0,44	0,8±0,36	0,5±0,01
BRS Talismã	0,8±0,04	1,0±0,04	0,8±0,03	1,0±0,42	0,7±0,42	0,5±0,02
Fontes de silício						
Rocksil	0,9±0,05	1,1±0,03	0,9±0,45 ab*	1,2±0,52	0,8±0,22	0,9±0,08
Saborsil	0,8±0,04	1,0±0,02	0,7±0,42 ab	1,0±0,48	0,7±0,19	0,8±0,06
Silicato de K	0,7±0,04	0,9±0,03	0,6±0,10 b	1,0±0,42	0,7±0,20	0,7±0,07
Test. (a)**	0,9±0,06	1,1±0,03	1,1±0,38	1,4±0,55	1,0±0,32	0,9±0,07
Test. (b)***	0,7±0,02	1,0±0,01	1,0±0,22	1,3±0,42	0,9±0,27	0,8±0,10
Test. (c)****	0,8±0,05	1,1±0,05	1,2±0,17	1,3±0,45	0,8±0,17	0,8±0,12
Média	0,8	1,0	0,9	1,2	0,8	0,7
C.V. (%)	9,36	5,01	7,80	10,14	12,5	9,05

* Médias + Desvio Padrão seguidas por letras diferentes na coluna, diferem entre si, à 5% de probabilidade pelo teste Tukey. **Test. (a): testemunha Pérola; *** Test. (b): testemunha Aporé; ****Test. (c): testemunha Talismã

do ar elevadas no período para o desenvolvimento de doenças, criando assim um microclima mais favorável a proliferação de patógenos.

Teores foliares de Si e características agronômicas

Na safra das “águas” foi detectada diferença significativa somente entre as cultivares para rendimento de grãos e seus componentes (número de grãos por vagem e peso de cem grãos) (Tabela 3). Na safra da “seca”, constataram-se diferenças significativas em todas as características avaliadas (Tabela 4). Em ambas as safras de cultivo não foi detectada diferença entre os fatores fontes de Si e da interação cultivar x fonte.

Na safra das “águas”, apesar da ausência de diferenças significativas entre as cultivares quanto ao acúmulo de Si nas folhas, constatou-se que a cultivar Áporé apresentou maiores teores de Si em comparação com a Pérola (Tabela 3). Este resultado foi confirmado na safra da “seca”, onde as cultivares Áporé seguida pela BRSMG Talismã, acumularam mais silício em suas folhas em relação a cultivar Pérola (Tabela 4), podendo-se afirmar que realmente ocorre diferenças genótípicas entre os genótipos de feijão quanto ao acúmulo de silício em suas folhas, hipótese esta levantada, mas não testada, por Mauad et al. (2003) em plantas de arroz. Além disso, pode-se afirmar que os resultados obtidos são atribuídos, em parte, ao efeito da diluição de nutrientes, uma vez que a cultivar Pérola apresentou maiores produtividades nas duas épocas em questão, apesar da não detecção de diferenças significativas entre cultivares na safra da “seca”.

Quanto a falta de resposta às fontes Si aplicadas via foliar nos teores foliares, componentes do rendimento e no rendimento de grãos, pode-se dizer que a quantidade do nutriente presente no solo ($3,6 \text{ mg dm}^{-3}$) foi suficiente para atender as necessidades do feijoeiro comum, uma vez que não foi detectado sintomas de deficiência de Si nas folhas. Essa afirmação é confirmada pelo resultado dos tratamentos testemunhas, onde os valores médios de Si nas folhas das cultivares foram de $0,78$ e $0,53 \text{ mg kg}^{-1}$ nas safras das “águas” e da “seca”, respectivamente.

Ressalta-se em adição, que o não acréscimo da biomassa produzida pelos feijoeiros em resposta a adubação silicatada é comumente encontrada na literatura, mesmo em culturas consideradas exigentes em silício como o arroz, e o que corrobora aos resultados de Carvalho (2000) e de Mauad et al. (2003).

Quando se compara os teores médios de Si nas folhas de feijoeiro comum, $0,79$ e $0,51 \text{ mg kg}^{-1}$ para as safras das “águas” e “seca”, respectivamente (Tabelas 3 e 4), nota-se que os valores são inferiores daqueles considerados adequados para gramíneas como par cana-de-açúcar, cujo nível crítico esta próximo a $1,0 \text{ mg kg}^{-1}$ (ANDERSON; BOWEN, 1992). Lembra-se, entretanto, que os gramíneas são classificadas como acumuladoras de Si (EPSTEIN, 1999). Conforme relato de Korndörfer et al. (2001), no Brasil ainda não há na literatura valores de referência para que se possa enquadrar as faixas de suficiência, deficiência e toxidez para as plantas.

Tabela 3 - Valores médios dos teores foliares de Si e características agronômicas de cultivares de feijoeiro comum submetidas a diferentes fontes de Si - época das “águas”

Fatores	Caraterísticas				
	Teor de Si (mg kg^{-1})	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Peso de cem grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha^{-1})
Cultivares					
Pérola	$0,76 \pm 0,15$	$22 \pm 5,48$	$4,8 \pm 1,77 \text{ a}^*$	$19,69 \pm 7,88 \text{ a}$	$1455 \pm 308 \text{ a}$
Áporé	$0,84 \pm 0,20$	$21 \pm 5,42$	$2,9 \pm 0,94 \text{ b}$	$16,07 \pm 5,13 \text{ b}$	$1029 \pm 103 \text{ b}$
Fontes de silício					
Si líquido	$0,89 \pm 0,25$	$19 \pm 4,96$	$3,4 \pm 1,22$	$17,37 \pm 6,25$	732 ± 52
Rocksil	$0,75 \pm 0,17$	$17 \pm 4,66$	$4,3 \pm 1,27$	$17,48 \pm 5,96$	733 ± 47
Si amorfa	$0,73 \pm 0,15$	$19 \pm 4,88$	$3,6 \pm 1,17$	$16,59 \pm 5,44$	686 ± 67
Test. (a)**	$0,84 \pm 0,22$	$16 \pm 4,52$	$4,1 \pm 1,25$	$18,09 \pm 6,56$	818 ± 97
Test. (b)***	$0,72 \pm 0,17$	$17 \pm 3,88$	$3,9 \pm 1,10$	$17,96 \pm 4,23$	777 ± 84
Média	$0,79$	19	$3,9$	$17,61$	890
C.V. (%)	$18,8$	$15,08$	$13,44$	$9,24$	$22,10$

* Médias + Desvio Padrão seguidas por letras diferentes na coluna, diferem entre si, à 5% de probabilidade pelo teste Tukey. **Test. (a): testemunha Pérola; *** Test. (b): testemunha Áporé

Tabela 4 - Valores médios dos teores foliares de Si e características agronômicas de cultivares de feijoeiro comum submetidas a diferentes fontes de Si - época da “seca”

Fatores	Características avaliadas				
	Teor de Si (mg kg ⁻¹)	Número de vagens por planta	Número de grãos por vagem	Peso de cem grãos (g)	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹)
Cultivares					
Pérola	0,47±0,08 b*	17±5,14 a	5,0±2,1 a	22,76±7,11 b	1909±513 a
Aporé	0,53±0,27a	16±6,22 ab	4,2±1,97 ab	22,32±6,55 b	1848±454 a
BRS Talismã	0,51±0,25 ab	14±5,55 b	3,5±0,85 b	24,71±9,14 a	1807±380 ab
Fontes de silício					
Si líquido	0,48±0,10	17±4,48	4,1±0,98	23,64±8,41	1982±487
Rocksil	0,52±0,11	14±5,23	4,3±1,10	23,07±7,56	1781±311
Si amorfa	0,50±0,13	17±5,44	3,8±0,88	22,95±6,48	1845±425
Test. (a)**	0,51±0,12	14±5,20	4,8±1,17	23,39±7,22	1810±413
Test. (b)***	0,54±0,25	15±4,80	4,6±1,12	23,10±6,89	1786±366
Test. (c)****	0,53±0,36	14±3,90	4,1±1,24	23,90±8,86	1684±287
Média	0,51	15	4,3	23,32	1828
C.V. (%)	11,38	11,41	4,85	6,81	15,84

* Médias + Desvio Padrão seguidas por letras diferentes na coluna, diferem entre si, à 5% de probabilidade pelo teste Tukey. **Test. (a): testemunha Pérola; *** Test. (b): testemunha Aporé; ****Test. (c): testemunha Talismã

Com relação as características agronômicas, observou que o número de vagens por plantas foi o componente mais estreitamente correlacionado com o rendimento de grãos, tanto nas safras das “águas” como da “seca” (Tabela 3 e 4), estando de acordo com resultados de Teixeira et al. (2004).

O rendimento médio de grãos nas duas safras (“águas” e “seca”) foi de 890 e 1828 kg ha⁻¹ (Tabelas 3 e 4), valores acima da média brasileira, que segundo CONAB (2008) situa-se em torno de 815 kg ha⁻¹ (safra 2006/2007).

O elevado rendimento de grãos obtido na safra da “seca” resultou na utilização de irrigação complementar. Além disso, a menor ocorrência de incidência de doenças certamente também contribuiu decisivamente para obtenção de maiores rendimentos de grãos. Estas observações condizem com as afirmações de Araújo e Ferreira (2006), de que no cultivo de feijão da “seca” e de “inverno” se tem menores problemas fitossanitários, e se obtêm um produto de melhor qualidade pelo fato da ausência de chuva na colheita, levando conseqüentemente, a obtenção de melhores preços no mercado.

Apesar ausência de resposta dos feijoeiros à adubação silicatada no tocante à produtividade, pode-se constatar que as plantas tratadas com Si, de modo geral, foram menos suscetíveis às enfermidades, sendo este

fator de grande relevância para a diminuição do número de aplicações de fungicidas, o que repercute em menores custos na produção final.

Conclusões

1. A aplicação foliar de Si no feijoeiro promove redução da severidade de antracnose e mancha angular na safra das “águas”, e de crestamento bacteriano na “seca”;
2. As fontes Rocksil, Saborsil e Silicato de Potássio não diferem entre si quanto à capacidade de fornecimento de Si para as plantas de feijoeiro comum adicionadas via foliar;
3. O rendimento de grãos e seus componentes (número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de cem grãos) não é influenciado pela adubação silicatada.

Referências

AGARIE, S. et al. Effect of silicon on tolerance to water deficit and heat stress in rice plants (*Oriza sativa* L.), monitored by electrolyte leakage. **Plant Product Science**, v. 1, n. 01, p. 96-103, 1998.

- ANDERSON, D. L.; BOWEN, J. E. **Nutrição da cana**. Tradução de José Orlando Silva. Piracicaba: Potafós, 1992. 40 p.
- ARAÚJO, G. A. A.; FERREIRA, A. C. B. Manejo do solo e plantio. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: UFV, 2006. cap. 5, p. 88-114.
- BARBOSA FILHO, M. P. et al. Silicato de cálcio como fonte de silício para o arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 25, n. 02, p. 325-330, 2001.
- CARVALHO, J. C. **Análise de crescimento e produção de grãos da cultura de arroz irrigado por aspersão em função da aplicação de escórias de siderurgia como fonte de silício**. 2000. 119 f. Dissertação. (Mestrado em Produção Vegetal)-Universidade Estadual de São Paulo - Botucatu.
- COMPANHIA NACIONAL DO ABASTECIMENTO - CONAB. **Levantamento feijão total (1º, 2º e 3º safra) - 2007**. Brasília. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conabweb/download/safra/12levsafra.pdf>. Acesso em: 25 abr. 2008.
- DATNOFF, L. E.; SNYDER, G. H.; KORNDÖRFER, G. H. **Silicon in agriculture**. Amsterdam: Elsevier Science, 2001. v. 8, 424 p. (Studies in Plant Science).
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Arroz e Feijão. **Cultivares de feijão**. 2007. Santo Antônio de Goiás - GO. Disponível em: <http://guapore.cnpaf.embrapa.br/feijao/index.htm>. Acesso em: 26 abr. 2008.
- EPSTEIN, E. Silicon. **Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology**, v. 50, n. 03, p. 641-664, 1999.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2. ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401 p.
- FARIA, R. G. **Influência do silicato de cálcio na tolerância do arroz de sequeiro ao déficit hídrico do solo**. 2000. 47 f. Dissertação (Mestrado em Solos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- FRANZOTE, B. P. et al. Aplicação foliar de silício em feijoeiro comum. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISAS DE FEIJÃO, 8., Goiânia. **Anais...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 2005. v. 02, p. 957-960.
- KORNDÖRFER, C. M.; ABDALA, A. L.; BUENO, I. C. S. O silício e as gramíneas no cerrado. **Revista Veterinária Notícias**, v. 7, n. 02, p. 153-163, 2001.
- KORNDÖRFER, G. H. et al. Avaliação de métodos de extração de silício para solos cultivados com arroz de sequeiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 23, n. 01, p. 101-103, 1999.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Potafós, 1997. 319 p.
- MAUD, M. et al. Teores de silício do solo e na planta de arroz de terras altas com diferentes doses de adubação silicatada e nitrogenada. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 04, p. 867-873, 2003.
- MENZIES, J. G. et al. The influence of silicon on cytological interactions between *Sphaerotheca fuliginea* and *Cucumis sativus*. **Biology Molecular and Plant Pathology**, v. 39, n. 02, p. 403-414, 1992.
- NASCIMENTO, R. S.; ARF, O.; NASCIMENTO, M. S. Aplicação de silício em feijão de inverno em solo de cerrado. In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISAS DE FEIJÃO, 8., Goiânia, **Anais...** Goiânia: EMBRAPA/CNPAF, 2005. v. 2, p. 949-952.
- RODRIGUES, F. A. et al. Silicon enhances the accumulation of dipentenoid phytoalexins in rice: a potential mechanism for blast resistance. **Phytopathology**, v. 94, n. 01, p. 177-183, 2004.
- SECRETARIA DE PLANEJAMENTO DO ESTADO DE GOIÁS – SEPLAN-GO. **Coordenadas geográficas dos municípios**. 2006. Goiânia. Disponível em: <http://portalsepin.seplan.go.gov.br/anuario/situacaofisica/tabela1.htm> Acesso em: 25 abr. 2008.
- TEIXEIRA, I. R. et al. Manganese and zinc leaf application on common bean grown on a "cerrado" soil. **Scientia Agricola**, v. 61, n. 01, p. 77-81, 2004.