



# FERTBIO 2012

A responsabilidade socioambiental da pesquisa agrícola  
17 a 21 de Setembro - Centro de Convenções - Maceió/Alagoas

## Distribuição de Silício em bananeiras inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*

**Adriana Maria de Aguiar Accioly<sup>(1)</sup>; Emília Gabriela Jesus da Conceição<sup>(2)</sup>; Paula Angela Umbelino Guedes Alcoforado<sup>(3)</sup> e Miguel Angel Dita Rodriguez<sup>(4)</sup>**

<sup>(1)</sup> Pesquisadora, Embrapa Mandioca e Fruticultura, Rua Embrapa, s/n, Caixa Postal 007, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, [adriana@cnpmf.embrapa.br](mailto:adriana@cnpmf.embrapa.br); <sup>(2)</sup> Professora, Curso técnico em Agronegócio/Fundação Odebrecht, Tancredo Neves, BA, [emiliagjc@yahoo.com.br](mailto:emiliagjc@yahoo.com.br); <sup>(3)</sup> Professora Adjunto, CCAB/Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Universitário, CEP 44380-000 Cruz das Almas, BA, [pauga@ufrb.edu.br](mailto:pauga@ufrb.edu.br); <sup>(4)</sup> Pesquisador, Bioversity Internacional, Turrialba, Costa Rica, [m.dita@cgiar.org](mailto:m.dita@cgiar.org).

**RESUMO** – O mal-do-Panamá, reconhecida como uma das doenças mais destrutivas da bananeira no mundo tem causado enormes prejuízos aos produtores de banana. Dentre as alternativas testadas para o controle de doenças de plantas, encontra-se o uso do silício (Si), que tem apresentado efeitos benéficos em várias espécies, proporcionando efetivo controle de doenças em plantas. O objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da planta, a absorção e translocação de silício em bananeiras inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*. Os tratamentos constaram de 0, 250, 500, 750 e 1000 mg dm<sup>-3</sup> de Si, mais um tratamento adicional (testemunha absoluta - sem silício e sem a inoculação com *F. oxysporum* f. sp. *cubense*). O solo em cada vaso foi incubado com Si por 15 dias. Decorrido este período, plantas de bananeira das variedades Grande Naine, Tropical e Maçã, oriundas de cultura de tecidos, foram transferidas para vasos contendo 3 kg de solo. A inoculação com *F. oxysporum* procedeu-se 40 dias após o transplantio das plantas para os vasos. Foram determinados a produção da matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA), teores de Si na parte aérea e raízes e o índice de translocação. A adição de doses crescentes de Si ao solo elevou a produção da matéria seca da raiz e da parte aérea das plantas de bananeiras. As plantas de bananeiras absorveram e translocaram silício para a parte aérea comportando-se como uma planta acumuladora intermediária de Si.

**Palavras-chave:** *Musa* sp., Adubação silicatada, translocação.

### INTRODUÇÃO

Entre as fruteiras produzidas no Brasil, a bananeira ocupa lugar de expressão, tanto em volume de frutas produzido, quanto em importância sócio-econômica. Devido as suas particularidades, em especial seu baixo custo, é uma fruta consumida por todas as classes sociais destacando-se entre as fruteiras, quanto sua importância socioeconômica e em relação ao seu valor nutricional.

A utilização de solos poucos férteis e a não manutenção dos níveis adequados de nutrientes durante o ciclo da planta são fatores responsáveis pela baixa produtividade da bananeira. Na maioria das vezes o desconhecimento do solo e, sobretudo, das exigências nutricionais da planta leva à prática de adubação inadequada que afetará de forma significativa o desenvolvimento e produtividade da bananeira.

Aliado a isso, a bananeira é afetada por diversos problemas fitossanitários, dentre os quais está o mal-do-Panamá, também conhecido como fusariose ou simplesmente murcha de *Fusarium* da bananeira, causada pelo fungo *Fusarium oxysporum* Schlecht f. sp. *cubense*, (E.F.Smith), Snyd & Hans., que é considerada uma das doenças mais destrutivas da bananicultura mundial (Ploetz, 2006; Viljoen, 2002).

Por conseguinte, a busca de alternativas que sejam viáveis economicamente, e que causem menor impacto ao ambiente, viabilizando o cultivo das variedades suscetíveis, passou a ser de grande importância para a cultura, para garantir aos produtores melhores índices de produtividade.

A fertilização silicatada pode ser uma alternativa de controle do mal-do-Panamá, pois o silício é considerado como elemento benéfico para as plantas. Sua absorção tem sido relacionada principalmente com o aumento na tolerância à toxidez por metais pesados, na resistência a pragas e doenças, a estresses hídricos e salinos, menor evapotranspiração, promoção de crescimento e nodulação em leguminosas, efeito na atividade de enzimas e na composição mineral, melhoria da arquitetura da planta, redução no acamamento e conseqüente aumento da taxa fotossintética (Epstein, 1999).

Nesse sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar a resposta da planta, a absorção e translocação de silício em bananeiras de variada resistência ao mal-do-Panamá, inoculadas com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense* (*Foc*).

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação e nos Laboratórios da Embrapa Mandioca e Fruticultura, em vasos contendo 3kg de uma amostra de Latossolo Amarelo Distrocoeso, coletada na camada de 0-50 cm de profundidade no município de Cruz das Almas - BA (Tabela 1).

O experimento foi instalado em delineamento blocos casualizados (DBC) num esquema fatorial  $5 \times 3 + 1$  tratamento adicional (testemunha absoluta) com 4 repetições. Os fatores estudados foram cinco doses de silício (0, 250, 500, 750 e 1000 mg Si dm<sup>-3</sup> solo) e três cultivares de banana (Grande Naine, Tropical e Maçã inoculados com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*), e um tratamento adicional constando de testemunha absoluta, sem silício e sem inoculação com *Fusarium oxysporum* f. sp. *cubense*.

Para os tratamentos testemunha absoluta e o tratamento 0 mg dm<sup>-3</sup> de Si, a relação cálcio:magnésio foi mantida em 3:1, usando-se CaCO<sub>3</sub> e MgCO<sub>3</sub>. O solo em cada vaso foi incubado por 15 dias após aplicação do Si. Durante este período, a umidade nos vasos foi mantida constante, a 60% do volume total de poros. Após o período de incubação, foi feita a homogeneização do solo presente em cada vaso, e foram coletadas amostras simples, que foram submetidas à análise química conforme Embrapa (1997 e 1999). A análise de silício foi realizada por colorimetria, seguindo método de Korndörfer et al.(2004).

Decorridos os 15 dias de incubação, plantas de bananeira das variedades Grande Naine, Tropical, e Maçã, oriundas de cultura de tecidos, foram transferidas para os vasos. Nesta etapa foi realizada uma fertilização de plantio utilizando-se 300 mg dm<sup>-3</sup> de K; 238 mg dm<sup>-3</sup> de P; 44 mg dm<sup>-3</sup> de N e 50 mg dm<sup>-3</sup> de S. Oito dias após o plantio realizou-se adubação de cobertura utilizando 50 mg dm<sup>-3</sup> de N; 0,5 mg dm<sup>-3</sup> de B; 1,5 mg dm<sup>-3</sup> de Cu; 5 mg dm<sup>-3</sup> de Zn e 0,1 mg dm<sup>-3</sup> de Mo. Semanalmente as plantas foram adubadas via cobertura com 50 mg dm<sup>-3</sup> de N por vaso.

Ao final do experimento coletou-se as plantas obtendo-se a matéria seca da parte aérea e de raízes. Os teores de silício foram determinados na parte aérea e raízes, conforme metodologia adaptada descrita por Leite (1997). Com base nos teores de Si na parte aérea e raízes, e também na matéria seca das plantas, foram determinados os conteúdos desse elemento na parte aérea, nas raízes e o conteúdo total. A partir dos conteúdos foi determinado o índice de translocação (Abichequer e Bohnen, 1998), de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Índice de translocação} = \frac{\text{Conteúdo na parte aérea}}{\text{Conteúdo total}}$$

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de médias (Tukey) e análise de regressão utilizando o SAS (2003). Foi realizado teste t para comparação de contraste ortogonal entre a testemunha absoluta e a média dos tratamentos com silício.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os teores de Si no solo aumentaram linearmente com a adição das doses de silicato, diferindo significativamente da testemunha absoluta (Figura 1),

indicando que a fonte de silício utilizada reagiu no solo disponibilizando esse elemento.

Foi observado aumento linear na produção de matéria seca de raízes (Figura 2A) e de parte aérea (Figura 2B) com a aplicação das doses de silicato ao solo, independente da variedade de bananeira. Este efeito positivo observado no incremento MSR e MSPA da banana deu-se, possivelmente, pelo acúmulo do Si sob forma de sílica gel nos tecidos de suporte do caule e folhas. Este acúmulo faz com que as folhas fiquem mais eretas, com maior rigidez, além de apresentarem uma melhor arquitetura, o que promove maior interceptação de luz solar com conseqüente redução da queda de folhas, aumento na taxa fotossintética e no crescimento (Marschner, 1995). Na avaliação dos contrastes observaram-se efeitos significativos para a produção da matéria seca da parte aérea e de raízes, sendo que o teste t revelou que a testemunha absoluta foi superior aos tratamentos com silício. Este comportamento se deve a ausência do *Foc* nas plantas da testemunha absoluta o que leva a uma maior produção de MSPA e MSR por não haver ação negativa do fungo. Tendo em vista ainda, que mesmo com o aumento do silício no solo e conseqüente incremento no tecido vegetal, as plantas que foram inoculadas com o *Foc* apresentaram produção de MSPA e MSR inferior à testemunha.

As diferenças observadas na produção da MSPA (Tabela 2) entre as variedades podem ser atribuídas a mecanismos genéticos próprios de cada variedade. Plantas de banana Maçã (variedade suscetível ao mal-do-Panamá) mesmo favorecidas com os benefícios proporcionados pelo silício não produziram maior MSR e MSPA que as plantas da banana Tropical (variedade com resistência intermediária ao mal-do-Panamá) e a Grande Naine (variedade com resistência ao mal-do-Panamá).

Verificou-se um aumento quadrático do Si na parte aérea das plantas com aplicação de doses crescentes de Si no solo (Figura 3A). Os teores de silício encontrados na raiz (Figura 3B) foram inferiores aos encontrados na parte aérea, demonstrando a eficiência das plantas de banana em absorver e translocar esse elemento. A bananeira é uma monocotiledônea, e em geral, o conteúdo médio de silício nas raízes é menor quando comparado com o caule e folhas. A maior parte do Si transportado das raízes pela corrente transpiratória é acumulado (precipitado) como SiO<sub>2</sub> em órgãos da parte aérea, tornando-se imóvel e, portanto, não sendo redistribuído (Jones & Handreck, 1967). A partir da dose de 250 mg dm<sup>-3</sup> de Si as plantas de bananeira apresentaram concentração de Si entre 5 e 10 g kg<sup>-1</sup>, comportando-se como uma planta acumuladora intermediária de silício concordando com Souza Júnior et al. (2008) e em parte com as informações de Moraes (2006), confirmando assim que a banana absorve e transloca Si para a parte aérea, como pode ser observado pelo índice de translocação do Si na figura 4.

Por outro lado, isto possivelmente pode ter acontecido devido aos baixos teores de silício no solo (Figura 1). O acúmulo de silício em plantas novas de banana da variedade Grande Naine em sistema hidropônico é controlado pela concentração de Si na solução (Henriet et al., 2006). Ou seja, quanto maior o teor de silício no solo

a planta poderia ter uma melhor resposta na absorção deste elemento.

### CONCLUSÕES

- Há incremento da produção da matéria seca da parte aérea e de raízes de bananeiras com o aumento das doses de silício fornecidas via solo.
- As plantas de bananeiras das variedades Grande Naine, Tropical, e Maçã absorvem e translocam silício para a parte aérea, comportando-se como uma planta acumuladora intermediária de Si.

### REFERÊNCIAS

ABICHEQUER, A.D.; BOHNEN, H. Eficiência de absorção, translocação e utilização de fósforo por variedades de trigo. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.22, n.1, p.21-26, jan./mar. 1998.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: Ministério da Agricultura e Abastecimento, 1997. 212p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises química de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 1999. 370p.

EPSTEIN, E. Silicon. Annual Review in Plant Physiology and Plant Molecular Biology, Palo Alto, v.50, p.641-664, 1999.

JONES, L. H. P.; HANDRECK, K. A. Silica in soils, plants and animals. Advances in Agronomy, San Diego, v. 19, p. 107-147, 1967.

HENRIET C, DRAYE X, OPPITZ I, SWENNEN R, DELVAUX, B. Effects, distribution, and uptake of silicon in banana (*Musa spp.*) under controlled conditions. Plant Soil 287:359–374p. 2006.

KORNDÖRFER, G. H.; PEREIRA, H. S.; CAMARGO, M. S. Silicato de cálcio e magnésio na agricultura. Uberlândia:UFU/ICIAG, 2004. (Boletim técnico, 1).

LEITE, P. C. Interação silício-fósforo em Latossolo Roxo cultivado com sorgo em casa de vegetação. Viçosa: UFV. Imprensa Universitária, 1997. p.87. (Tese - Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas).

MARSCHNER, H. Mineral nutrition of higher plants. 2 ed. New York: Academic Press, 1995. 887p.

MORAES, W. S. Nutrição mineral e sanidade na cultura da banana. In: GODOY, L. J. G.; NOMURA, E. S.; MORAES, W. S. Nutrição e adubação da cultura da banana. p.15-17, 2006. (Informações agrônomicas, 116).

PLOETZ, R.C. Fusarium wilt of banana is caused by several pathogens referred to as *Fusarium oxysporum* fsp. *cubense*. Phytopathology, v. 96, p.653-656, 2006.

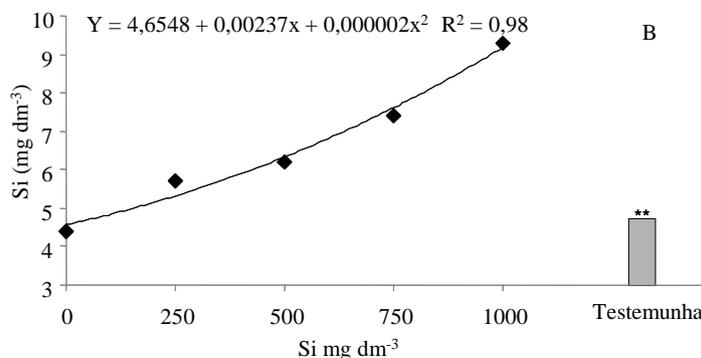
SAS INSTITUTE. The SAS-system for windows: release 9.1 (software). Cary:Statistical Analysis System Institute, 2003.

SOUZA JÚNIOR, S. F. DE ; ANDRADE, A. L. DE ; ALMEIDA, P. S. G.; MARCÍLIO, H. C.; FOLMAN, R.; BEZERRA, F. F.; VILALBA, R.; SCHERER, S. Acúmulo de silício em folhas de bananeira (*musa sp.*). In: XX Congresso Brasileiro de Fruticultura 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture Vitória/ES, 2008.

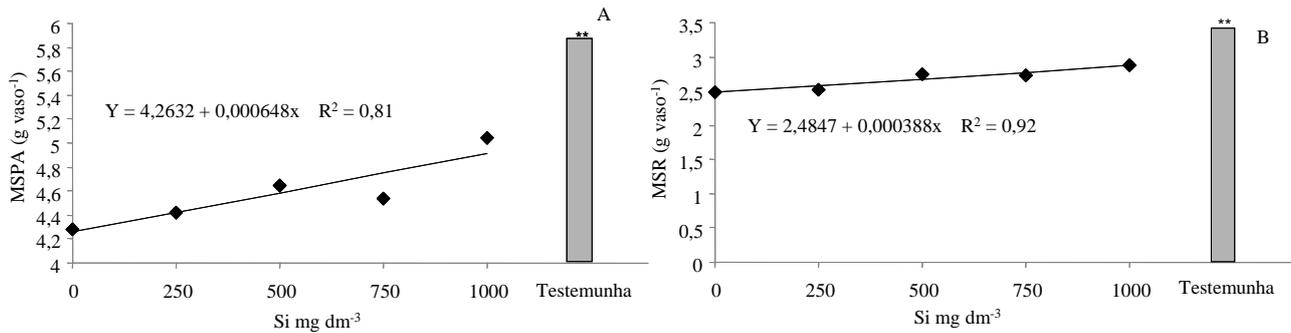
VILJOEN, A. The status of Fusarium wilt (Panama disease) of banana in South Africa. South African Journal Of Science v.98, p.341-344, 2002.

**Tabela 1.** Propriedades químicas e físicas do solo utilizado no experimento

pH	Si	P	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>+2</sup>	Mg <sup>+2</sup>	Al <sup>+3</sup>	H+Al	S	CTC	V	MO	Areia	Silte	Argila
(H <sub>2</sub> O)	--mg dm <sup>-3</sup> --					cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					%		g kg <sup>-1</sup>		
4,6	4,58	1,0	0,12	0,02	0,7	0,3	1,0	3,30	1,14	4,44	25,7	7,04	601	77	322



**Figura 1.** Teores de silício (B) no solo em função de doses crescentes de Silicato. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste de t.

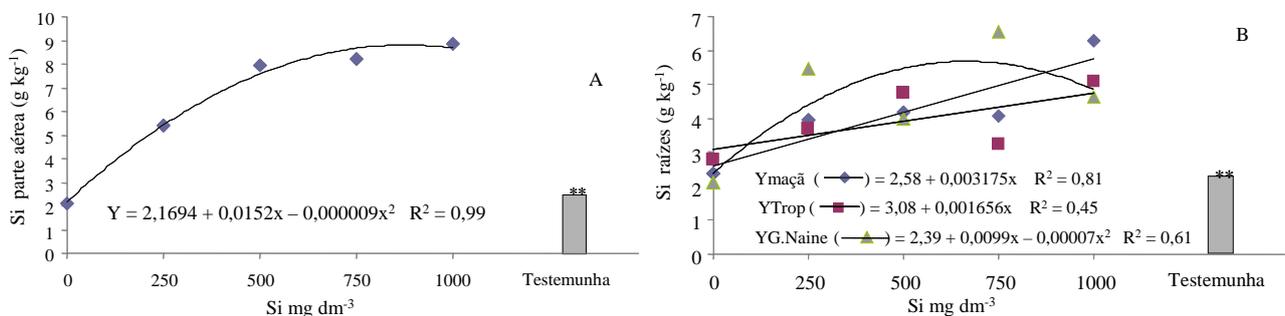


**Figura 2.** Produção de matéria seca de raiz e parte aérea de plantas de banana crescidas em solo com aplicação de diferentes doses de Si. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste de t.

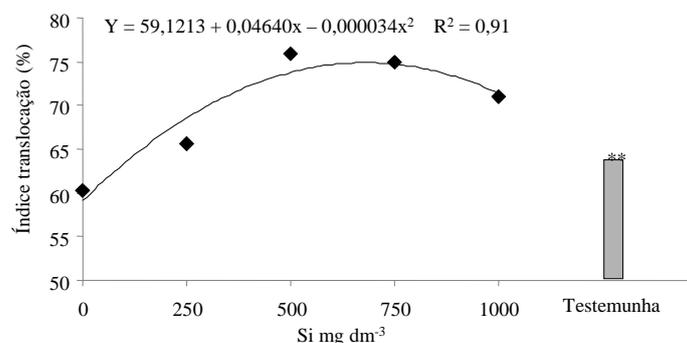
**Tabela 2.** Produção de matéria seca da raiz (MSR) e da parte aérea (MSPA) de variedades de banana crescidas em solo suplementado com silício

Variedades	MSR (g vaso <sup>-1</sup> )	MSPA (g vaso <sup>-1</sup> )
Maçã	2,26 C	4,12 C
Tropical	2,78 B	4,76 B
Grande Naine	3,36 A	5,49 A
CV (%)	14,45	15,14

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.



**Figura 3.** Teores de silício na parte aérea (A) e nas raízes (B) de bananeiras crescidas em solos suplementados com silicato. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste de t.



**Figura 4.** Índice de translocação de Silício em plantas de banana crescidas em solos suplementados com silicato. \*\* significativo a 1% de probabilidade pelo teste de t.