



## Crescimento da berinjela adubada com silício via foliar em um solo degradado por sais tratado com produtos remediadores<sup>(1)</sup>

**Rafael Guimarães Veriato<sup>(2)</sup>; Josinaldo Lopes Araujo<sup>(3)</sup>; Maria Luíza Cândido Guimarães<sup>(4)</sup>; Kariolania Fortunato de Paiva<sup>(2)</sup>; Edmar Gonçalves de Jesus<sup>(2)</sup>**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG); <sup>(2)</sup> Estudante; CCTA/UFCG, Pombal, PB; rafael\_veriato@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor; CCTA/UFCG, Pombal, PB; <sup>(4)</sup> Estudante de Mestrado em Horticultura Tropical; CCTA/UFCG, Pombal, PB; Pombal, PB.

**RESUMO:** O excesso de sais e de sódio no solo é uma das principais causas de abandono de áreas em perímetros irrigados do semiárido brasileiro. Objetivou-se avaliar o crescimento de berinjela cultivar 'Embú' em um solo salino-sódico após incorporação de corretivos e resíduos orgânicos, adubada com silício via foliar, em casa de vegetação. Os tratamentos, em delineamento inteiramente casualizado, foram arranjados em esquema fatorial 3 x 3 x 2, onde foram combinados três tratamentos referentes a incorporação de resíduos orgânicos (sem incorporação, incorporação de esterco bovino na dose de 10% v/v e incorporação de fibra de coco na dose de 10% v/v), três tratamentos referentes ao uso de corretivos (sem corretivo, gesso agrícola e enxofre elementar) e dois tratamentos referentes a aplicação de silício via foliar (0 e 20 mmolL<sup>-1</sup>). A aplicação de sulfato de cálcio e posterior fornecimento de esterco bovino ao solo proporcionou uma maior produção de matéria seca, número de folhas e crescimento em altura de planta. Concluiu-se que o crescimento da berinjela é afetado diretamente pela eficiência do corretivo empregado na remediação do solo e que a aplicação de silício via foliar não atenuou nos efeitos estressantes da salinidade e da sodicidade sobre a cultura.

**Termos de indexação:** corretivos da salinidade, silicato, resíduos orgânicos.

### INTRODUÇÃO

A reversão do processo de degradação, bem como a minimização dos impactos ambientais e sociais proporcionados pelas áreas degradadas pelo excesso de sais e de sódio, em áreas irrigadas, passa necessariamente pela adoção de técnicas de remediação. Dentre as técnicas, a utilização de produtos com ação corretiva da salinidade e da sodicidade é bastante utilizada, destacando-se a aplicação de resíduos orgânicos, sulfato ferroso, cloreto de cálcio, gesso agrícola, o ácido sulfúrico e o enxofre elementar, os quais têm sido largamente difundidos na literatura (Pereira et al., 2010; Pitman & Laüchili, 2002; Qadir et al., 2007; Leite et al., 2007; Sousa et al., 2012).

Alguns trabalhos têm atestado o efeito positivo do silício (Si) sobre o crescimento das plantas sob condições de estresses bióticos (Ma & Takahashi, 2002; Korndörfer et al., 2005; Ma & Naoki Yamaji, 2006). Esse efeito tem sido atribuído à influência do Si nas plantas, melhorando o seu estado nutricional e redistribuição dos nutrientes, na redução da transpiração e também em alguns aspectos da eficiência fotossintética. Em outros trabalhos, foi observado que o silício diminui a absorção de Na, amenizando o efeito de toxicidade desse elemento sobre as plantas (Yeo et al., 1999; Gong et al., 2006). A berinjela (*Solanum melongena* L.) é uma solanácea originária de regiões quentes da Índia, Birmânia e China, sendo cultivada há séculos por chineses e árabes. No Brasil essa espécie foi introduzida pelos portugueses, no século XVI (Filgueira, 2008). De acordo com o último censo agropecuário (IBGE, 2006), a produção total brasileira de berinjela, em 2006 foi de 78.217 toneladas. Em relação a sua tolerância à salinidade, há poucas informações na literatura, principalmente em condições de solo salino-sódico. Unlukara et al. (2010) relatam que a berinjela é moderadamente sensível à salinidade, com queda no rendimento a partir de 1,5 dSm<sup>-1</sup> de condutividade elétrica da água de irrigação com uma perda de produtividade de 4,4% para cada aumento unitário de condutividade elétrica.

Objetivou-se avaliar o crescimento de berinjela cultivar 'Embú' em um solo salino-sódico após incorporação de corretivos e resíduos orgânicos, adubada com silício via foliar.

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA), Campus de Pombal-PB, utilizando-se amostras de um NEOSSOLO FLÚVICO salino-sódico obtidas aleatoriamente na profundidade de 0-40 cm, de um lote pertencente ao setor de fruticultura do Perímetro Irrigado de São Gonçalo, localizado a 10 km do município de Sousa-PB.



### Tratamentos e condução do experimento

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com três repetições, em esquema fatorial 3 x 3 x 2, onde foram combinados dois tratamentos referentes a incorporação de resíduos orgânicos (sem incorporação, incorporação de esterco bovino na dose de 10% v/v solo e incorporação de fibra de coco na dose de 10% v/v), três tratamentos referentes ao uso de corretivos (sem corretivo, gesso agrícola e enxofre elementar) e dois tratamentos referentes ao uso de silício via foliar (0 e 20 mmolL<sup>-1</sup>) e um tratamento adicional (solo não salino) com três repetições, totalizando 57 parcelas experimentais. O tratamento adicional foi utilizando apenas no cálculo da produção de matéria seca relativa. Cada parcela foi constituída por um vaso com 6 dm<sup>3</sup> de solo. A determinação da necessidade de gesso foi calculada com base nos teores de sódio trocáveis do solo. A dose de enxofre elementar aplicada correspondeu à mesma dose de enxofre aplicada na forma de sulfato de cálcio.

Após a aplicação dos corretivos, os solos foram mantidos por 30 dias com umidade correspondente a 70% da capacidade de campo. A fase seguinte correspondeu a lavagem do solo, onde foi aplicando um volume de água equivalente a duas vezes a porosidade total do solo. Posteriormente, em todos os vasos, foi realizada uma adubação com sulfato de amônio, aplicando 100 mg dm<sup>-3</sup>, diluído em 20 mL de água destilada e aplicou-se também 0,498 g de superfosfato simples em cada vaso. Após o período de incubação e lavagem do solo, foi realizada a incorporação de 10% de esterco bovino e 10% de fibra de coco comercial sobre o volume total do solo nos vasos correspondentes a cada tratamento. Durante o período experimental, em todos os vasos, incluindo os sem adição de resíduos orgânicos, os solos foram mantidos úmidos, com 70% da capacidade de campo. Após 20 dias de incubação do solo com os resíduos orgânicos, procedeu-se uma nova lavagem do solo. Em seguida, foi realizado o transplântio de duas mudas de berinjela por vaso. As doses de Si (20 mmolL<sup>-1</sup>) foram aplicadas cinco vezes, em intervalos de sete dias, durante a fase vegetativa da berinjela. Foi empregado como fonte de Si o produto comercial Quimifol silício®, composto por uma solução de silicato de potássio contendo 12% Si e 12,4 % K.

No início do florescimento da cultura, foi medida a altura das plantas e, em seguida, as mesmas foram separadas em parte aérea e raízes e secas em estufa com ar forçado (65°-70°C) até peso constante, para posterior avaliação da matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca de raízes (MSR), matéria seca total (MST) e matéria seca total relativa (MSTRel). A matéria seca total relativa foi calculada dividindo-se a matéria seca total obtida

em dado tratamento pela matéria seca total obtida no solo não salino e multiplicando-se o resultado por 100.

### Análise estatística

A análise estatística das variáveis experimentais consistiu na análise de variância e teste de médias (Tukey) ao nível de 5% com o auxílio do *software* SISVAR®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As variáveis relacionadas com o crescimento da berinjela sofreram efeito dos tratamentos de correção do solo e dos tratamentos de aplicação de resíduos orgânicos e da interação entre estes fatores, exceto para as variáveis altura de planta e matéria seca de raízes (**Tabela 1**). Contudo, nenhuma das variáveis foram influenciadas pela aplicação foliar de silício (**Tabelas 1 e 2**). Os valores de crescimento em altura da planta e produção de matéria seca de raízes (MSR) da berinjela apresentaram maiores valores quando se corrigiu o solo com sulfato de cálcio (CaSO<sub>4</sub>·2H<sub>2</sub>O) ou enxofre elementar (S<sup>o</sup>) (**Tabela 1**). Os resultados obtidos podem está relacionados à melhoria dos atributos químicos do solo, como o abaixamento do pH, diminuição dos teores de sódio trocável e aumento dos teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> devido aos corretivos (Veriato et al., 2015). A diminuição do crescimento vegetal no tratamento sem corretivo é devido principalmente ao excesso de sódio trocável (Sousa et al., 2012). Sob elevada PST, os cátions Mg<sup>2+</sup>, Ca<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> podem ser deslocados do complexo de troca, em consequência dos altos teores de Na<sup>+</sup> diminuindo a disponibilidade desses nutrientes para as plantas, podendo ocasionar alterações fisiológicas, como a diminuição da taxa fotossintética, condutância estomática e taxa de transpiração (Sousa et al., 2012; Sá et al., 2013) e condutividade hidráulica das raízes. Assim, além da fitotoxidez provocada pelo excesso de sódio, quando comparados com os demais cátions, o menor crescimento das plantas sob maior PST, podem está relacionados também às condições físicas indesejáveis do solo nestes tratamentos, afetando negativamente o crescimento das plantas, sobretudo para o desenvolvimento do sistema radicular (Dias & Blanco, 2010).

O número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST) e matéria seca total relativa (MSTRel), também apresentaram valores superiores no solo tratado com sulfato de cálcio e enxofre elementar. Entretanto, o efeito foi dependente da incorporação de resíduos orgânicos ao solo (**Tabela 2**). De maneira geral, os maiores



valores de MSPA, MST e MSTRel foram obtidos quando houve a combinação da aplicação de esterco bovino e sulfato de cálcio. Esse efeito positivo na produção de matéria seca pode ser explicado pela influência do esterco bovino no aumento dos teores de fósforo no solo e o aumento dos teores de  $\text{Ca}^{+2}$  e  $\text{Mg}^{+2}$ , proporcionado pela aplicação de  $\text{CaSO}_4$  (Veriato et al., 2015) que, como consequência, reduziu a PST do solo e proporcionou um melhor desenvolvimento da berinjela.

### CONCLUSÕES

A aplicação de sulfato de cálcio e posterior fornecimento de esterco bovino ao solo proporciona uma maior produção de matéria seca, número de folhas e crescimento em altura de planta.

A aplicação de silício via foliar não afeta o crescimento da berinjela, assim como não atenua os efeitos estressantes da salinidade e da sodicidade sobre a cultura.

### AGRADECIMENTOS

Ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande pela disponibilização da Infraestrutura necessária a execução da pesquisa.

### REFERÊNCIAS

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F. efeitos dos sais no solo e na planta. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. In: Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 2010. p. 472.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna, produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

GONG, H.J.; RANDALL, D.P.; FLOWERS, T.J. Silicon deposition in the root reduces sodium uptake in rice (*Oryza sativa* L.) seedlings by reducing bypass flow. *Plant, Cell and Environmental*, 29: 1970-1979, 2006.

KORNDÖRFER, G.H.; NOLLA, A.; OLIVEIRA, L.A. Silício no solo e na planta. 2. ed. Uberlândia, GPSi/ICIAG/UFU, 2005. 22 p. (Boletim Técnico 3).

IBGE. Quantidade produzida, valor da produção, área plantada e área colhida da lavoura temporária: tomate. Rio de Janeiro, 2007. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 12 maio de 2012.

LEITE, E.M.; CAVALCANTE, L.F.C.; DINIZ, A.A.; SANTOS, R.V.; ALVES, G.S.; LUCENA, CAVALCANTE, I.H.L. Correção da sodicidade de dois solos irrigados em resposta à aplicação de gesso agrícola. *Irriga*, v.12, p.168-176, 2007.

MA, J.F.; NAOKI YAMAJI, N. Silicon uptake and accumulation in higher plants. *Plant Science*, 11:392-397, 2006.

MA, J.F.; TAKAHASHI, E. Soil, fertilizer, and plant silicon research in Japan, Elsevier, 2002. 274 p.

PEREIRA, E.B.; SOUSA, F.Q.; ARAUJO, J.L.; NASCIMENTO, MG.R.; LIMA, G.S. Desempenho de corretivos na recuperação de um solo salino-sódico do semiárido Paraibano. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS (Fertbio). 29., Guarapari, 2010. Anais. Guarapari, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2010. CD-ROM.

PITMAN, M.G.; LAÜCHLI, A. Global impact of salinity and agricultural ecosystems. In: *Salinity: Environment-Plants-Molecules* (A. Laüchli & U. Lüttge, Eds.), pp. 3-20. Kluwer Academic, Dordrecht, the Netherlands. 2002.

QADIR, M.; OSTER, J.D.; SCHUBERT, S.; NOBLE, A.D.; SAHRAWAT, K.L. Phytoremediation of Sodic and Saline-Sodic Soils. *Advances in Agronomy*, v.96, p.197-247, 2007.

SÁ, F. V. S.; ARAUJO, J. L.; NOVAES, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. *Revista Ceres (Online)*, v. 3, p. 388-396, 2013.

SOUSA, F.Q.; ARAUJO, J.L.; SILVA, P.S.; PEREIRA, F.H.F.; SANTOS, R.V.; LIMA, G.S. Crescimento e respostas fisiológicas de espécies arbóreas em solo salinizado tratado com corretivos. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.6, p.173-181, 2012.

UNLUKARA, A.; AHMET KURUNÇ, A.; KESMEZ, G.D.; YURTSEVEN, E.; SUAREZ, D.L. Effects of salinity on eggplant (*Solanum melongena* .) growth and evapotranspiration. *Irrigation and Drainage*, v. 59, p. 203-214, 2010.

VERIATO, R.G.; ARAUJO, J.L.; PAIVA, K.F.; GUIMARÃES, M.L.; JESUS, E. G. Uso de resíduos orgânicos e produtos químicos na remediação de um solo degradado por excesso de sais e sódio. In: XXXV CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO. 2015. Anais...Natal, 2015.

YEO, A.R.; FLOWERS, S.A.; RAO, G.; WELFARE, K.; SENANAYAKE, N.; FLOWERS, T.J. Silicon reduces sodium uptake in rice (*Oriza sativa* L.) in saline conditions and this accounted for by reduction in transpirational bypass flow. *Plant, Cell and Environmental*, 22: 559-565, 1999.

**Tabela 1.** Altura de planta e matéria seca de raízes (MSR) da berinjela em função dos tratamentos de correção do solo.

Correção do solo	Altura (cm)	MSR (g planta <sup>-1</sup> )
SC	15,00 b	0,46 b
CaSO <sub>4</sub>	19,47 a	1,26 a
S°	21,96 a	1,02 a

Médias seguidas por letras diferentes nas colunas, diferem entre si (Tukey, 5%). SC= Solo sem corretivo; CaSO<sub>4</sub> 2H<sub>2</sub>O= Solo corrigido com sulfato de cálcio; S°= Solo corrigido com enxofre elementar.

**Tabela 2-** Número de folhas (NF), matéria seca da parte aérea (MSPA), matéria seca total (MST) e matéria seca total relativa (MSTRel) da berinjela em função da aplicação de corretivos e incorporação de resíduos orgânicos.

Correção do solo	Resíduos orgânicos		
	Esterco bovino	Fibra de coco	Sem resíduo
	-----NF (Folhas/planta)-----		
SC	3,9 bA	4,6 bA	4,0 bA
CaSO <sub>4</sub>	7,9 aA	5,5 bB	6,4 aAB
S°	6,7 aA	7,3 aA	6,7 aA
	-----MSPA (g/planta)-----		
SC	1,98 cA	2,06 bA	1,65 aA
CaSO <sub>4</sub>	6,12 aA	3,9 abB	3,15 abB
S°	4,22 bA	4,40 aA	3,43 aA
	-----MST (g/planta)-----		
SC	2,39 cA	2,59 bA	2,07 bA
CaSO <sub>4</sub>	7,59 aA	4,38 abB	4,36 aB
S°	5,33 bA	5,35 aA	4,45 aA
	-----MSTRel (%)-----		
SC	52,60 cA	56,97 cA	45,43 bA
CaSO <sub>4</sub>	166,80 aA	96,33 abB	95,90 aB
S°	117,15 bA	117,67 aA	97,83 aA

Para cada variável, médias seguidas por letras diferentes, minúsculas nas colunas e maiúsculas nas linhas, diferem entre si (Tukey, 5%). SC= Solo sem correção; CaSO<sub>4</sub>= Solo corrigido com sulfato de cálcio e S°= Solo corrigido com enxofre elementar.