

## Redução dos efeitos deletérios do NaCl no crescimento inicial do feijoeiro comum cultivados com Si<sup>(1)</sup>.

**Márcio Felipe Pinheiro Neri Nunes<sup>(2)</sup>; Carlos Ribeiro Rodrigues<sup>(3)</sup>; Maria Alice Vasconcelos da Silva<sup>(4)</sup>; Tatiana Michlovská Rodrigues<sup>(4)</sup>; Rodrigo Pereira Hércias<sup>(5)</sup>; Marthony Dornelas Santana<sup>(5)</sup>.**

<sup>(1)</sup> Trabalho executado com recursos de projeto financiado pela Fundação de Amparo a Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e com bolsa de iniciação científica financiada pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

<sup>(2)</sup> Estudante; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Garanhuns, PE; marcio\_nerifpn@hotmail.com; <sup>(3)</sup> Professor; Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(4)</sup> Pesquisadora; Universidade Federal Rural de Pernambuco; <sup>(5)</sup> Estudante; Universidade Federal Rural de Pernambuco.

**RESUMO:** O silício tem sido associado a diversos efeitos benéficos, relacionados às plantas e empregado na interação com a atividade fotossintética para a redução de condições de estresse biótico e abiótico. O presente trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade do silício de atenuar os efeitos deletérios do NaCl no crescimento do feijoeiro comum. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 sendo cinco concentrações de Si na solução nutritiva (0; 1; 2; 3; 4; mmol L<sup>-1</sup> de Si) e duas concentrações de NaCl (0 e 60 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl) com quatro repetições. As plantas foram coletadas aos 25 dias após a germinação e avaliadas quanto massa seca de folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), de parte aérea (MSPA), total (MST), relação parte aérea/raiz (PA:R), área foliar (AF) e área foliar específica (AFS). Independente das concentrações de Si na solução nutritiva, a presença de NaCl reduziu o crescimento agrônomo, em todas as variáveis estudadas. A AF, a MSF, a MSC, a MSR, a MSPA e a MST obtiveram incremento em função das concentrações de Si na solução nutritiva somente nos tratamentos com o NaCl. Sem o NaCl houve redução da MSC e da MSPA com as concentrações de Si. Com os resultados conclui-se que o Si reduziu os efeitos deletérios do NaCl no feijoeiro no início do crescimento.

**Termos de indexação:** *Phaseolus vulgaris* L.; cultivar IPA010; silicato de potássio.

### INTRODUÇÃO

Mesmo não sendo considerado um elemento essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas, o silício (Si) tem sido associado a diversos efeitos benéficos, relacionados às plantas: o baixo coeficiente de transpiração; o maior teor de clorofila; maior rigidez estrutural dos tecidos, com o aumento da resistência mecânica das células, deixando as folhas mais eretas e aumentando a área fotossintética e a absorção de CO<sub>2</sub>. Consequentemente, diminuindo o

autossombreamento e a redução do acamamento; o aumento do número de folhas e da matéria seca; o retardo da senescência e a proteção contra estresses bióticos, através da diminuição da incidência de patógenos e do aumento da resistência a insetos pela formação de uma barreira mecânica. (Epstein, 1999).

Alguns trabalhos têm avaliada a interação entre o Si e a atividade fotossintética em plantas sob condições de estresse biótico ou abiótico como toxidez de manganês (Mn) (Feng et al., 2009); estresse osmótico (Hattori et al., 2008); ataque de fitopatógenos (Gao et al., 2010), e salinidade (Al-aghaby et al., 2004; Moussa, 2006). Isso se justifica pelo fato do Si proporcionar aumento da atividade fotossintética e crescimento das plantas somente quando expostas à condição de estresse.

O emprego do Si na redução da toxidez causada pelo excesso de NaCl foi proposto por Ahmad (1992), que conseguiu resultados positivos na produção de matéria seca em trigo (*Triticum vulgare*). Resultados semelhantes foram observados por Hamayun et al. (2010) com a cultura da soja, Moussa (2006) com a cultura do milho e Al-aghaby et al. (2004) com a cultura do tomate, obtiveram aumento da resistência das plantas devido ao aumento da atividade fotossintética, este protegido pelo aumento da atividade de enzimas antioxidativas reduzindo os danos provocados pelas formas reativas de oxigênio.

Contudo, este trabalho teve por objetivo avaliar a capacidade do silício de atenuar os efeitos deletérios da salinidade no crescimento do feijoeiro comum.

### MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Unidade Acadêmica de Garanhuns da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UAG/UFRPE). As plantas foram cultivadas em vasos com capacidade para 10L contendo solução nutritiva de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950) com os tratamentos e receberam aeração constante.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado em esquema fatorial 5 x 2 sendo cinco concentrações de Si na solução nutritiva (0; 1; 2; 3; 4; mmol L<sup>-1</sup> de Si) e duas concentrações de NaCl (0 e 60 mmol L<sup>-1</sup> de NaCl) com quatro repetições, totalizando 40 vasos com quatro plantas cada um.

As doses de Si foram aplicadas via solução de silicato de potássio (K<sub>2</sub>SiO<sub>3</sub> -171 g L<sup>-1</sup> de Si; 210 g L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O; pH = 12 e d = 1,4 g cm<sup>-3</sup>). As doses de K foram ajustadas pela redução das doses de KNO<sub>3</sub> e as de nitrogênio pela adição de HNO<sub>3</sub>. Quando necessário o pH das soluções foi ajustado para 5,0 a 5,5 com auxílio da adição de HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> e NaOH 0,5 mol L<sup>-1</sup>. Diariamente o nível de solução dos vasos foi completado, com adição de água destilada. A condutividade elétrica da solução de cada vaso, também, foi monitorada a cada dois dias. Assim que a condutividade reduzir a 40% da inicial a solução foi substituída.

As sementes de feijão cv. IPA010 foram semeadas em bandejas contendo areia lavada umedecida com água deionizada. Após emissão da primeira folha definitiva as plântulas foram transplantadas para bandejas de 40L de capacidade contendo solução nutritiva de Hoagland (Hoagland & Arnon, 1950) a 25% da força iônica durante 15 dias para aclimação. Em seguida, foram escolhidas pela uniformidade e transplantadas quatro plantas para cada vaso definitivo de cultivo contendo 10L de solução nutritiva de Hoagland a 100% da força iônica.

O crescimento das plantas aos 25 dias após a germinação foi determinado através da estimativa dos valores de massa seca de folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), de parte aérea (MSPA), total (MST), relação parte aérea/raiz (PA:R), área foliar (AF) e área foliar específica (AFS).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey a 5% de probabilidade e regressão em função das concentrações de Si na solução nutritiva com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira et al., 2000).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Durante os primeiros 60 dias de crescimento do feijoeiro o principal dreno metabólico é para o crescimento da parte aérea. Nessa fase, altos níveis de salinidade pode prejudicar o crescimento das plantas. Alves et al. (2009) descreve vários distúrbios metabólicos e nutricionais que afetam o desenvolvimento de plantas submetidas a estresse abiótico como a salinidade.

Aos 25 dias após a germinação, a análise de crescimento mostrou alteração nos valores da AF, da MSF, da MSC, da MSPA e da MST em plantas

submetidas à adição de Si em concentrações de NaCl na solução nutritiva e na interação entre o Si e o NaCl. A MSR obteve variação somente em função das concentrações de NaCl e da interação entre as concentrações de NaCl e Si na solução nutritiva. A relação PA:R e a AFS obtiveram variação somente com as concentrações de NaCl no meio.

Independente das concentrações de Si na solução nutritiva, a presença de NaCl reduziu o crescimento agrônomico, em todas as variáveis estudadas (**Figura 1**). Resultados semelhantes foram observados por Souza et al. (2007) trabalhando com salinidade no crescimento de feijão-de-corda.

A AF, a MSF, a MSC, a MSR, a MSPA e a MST obtiveram incremento em função das concentrações de Si na solução nutritiva somente nos tratamentos com o NaCl (**Figura 1**), Moussa et al. (2006) encontrou respostas significativas em todas as características analisadas que demonstraram diminuição dos efeitos deletérios devido ao estresse salino quando submetidos a crescentes concentrações de Si, avaliando seu efeito sobre a atividade fotossintética, mecanismo chave para a indução de resistência a planta.

Todavia, sem o NaCl houve redução da MSC e da MSPA com as concentrações de Si, com ajuste de modelo matemático linear decrescente para a MSC e quadrático inverso para a MSPA (**Figura 1**).

As plantas cultivadas na ausência do NaCl no meio não obtiveram alteração da AF, MSF, MSC, MSR, MSPA e MST em função das concentrações de Si na solução nutritiva. Os efeitos do Si no crescimento inicial do feijoeiro quando cultivado sem aplicação do estresse foram menos aparentes em relação às plantas cultivadas com o estresse. O pequeno efeito do Si obtido foi na redução do crescimento de caule e parte aérea total das plantas. Como as plantas sem estresse aumentaram a produção de grãos com o aumento das doses do Si (dados não apresentados) a redução do crescimento de parte aérea aos 25 dias após a germinação pode ser um indicativo do aumento da eficiência fotossintética da planta. Outro fator positivo da redução do crescimento da parte aérea é a facilidade do manejo fitossanitário e redução de porta de entrada de doenças.

De maneira geral, pode ser observado no início do desenvolvimento das plantas que as mesmas quando cultivadas na presença do Si reduziu a velocidade de senescência das folhas mais velhas o que pode trazer duas vantagens: 1) manutenção da folha como fonte de fotoassimilados e não como dreno em caso de folhas senescentes e 2) folhas mais sadias há redução da incidência de doenças.



## CONCLUSÕES

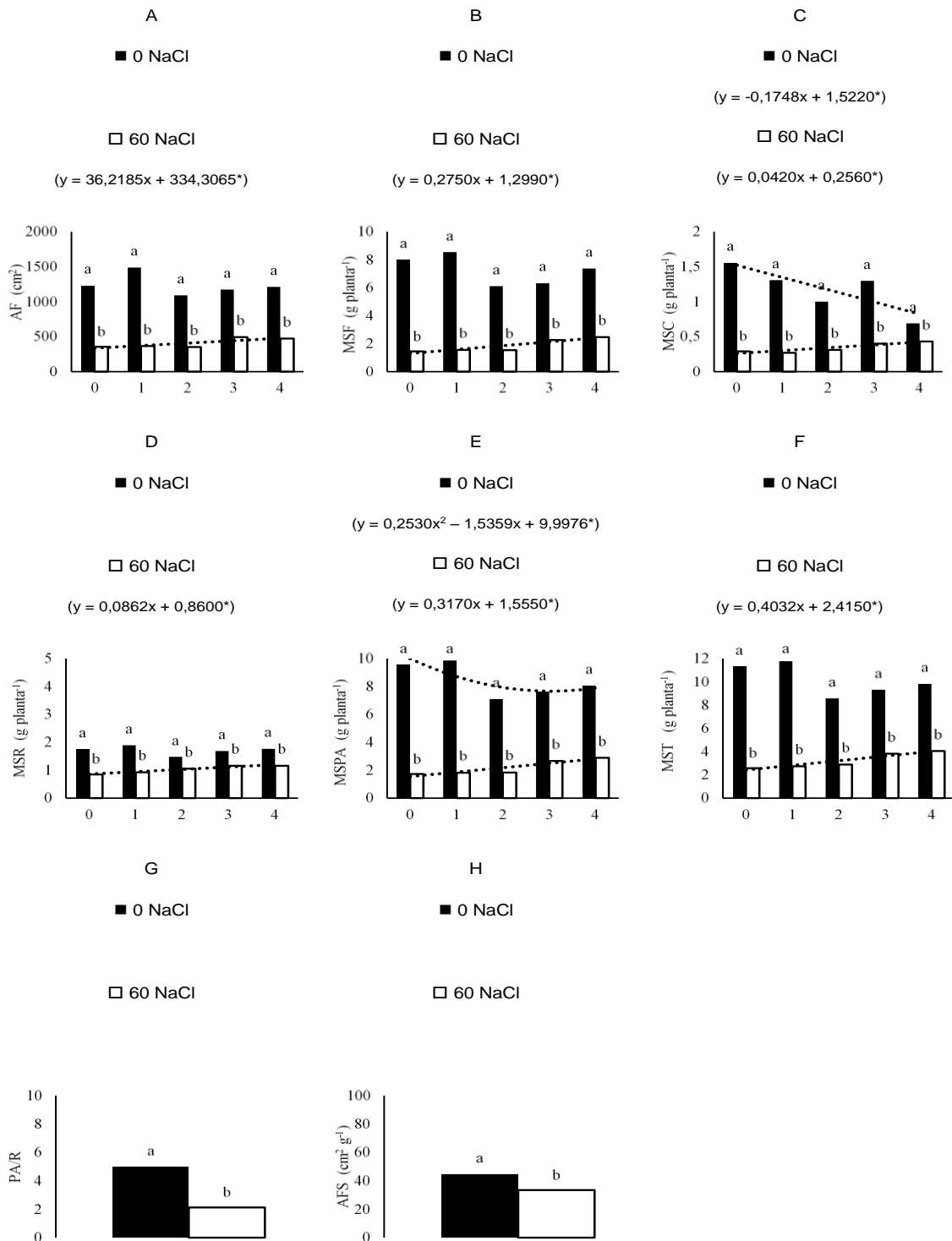
Com os resultados obtidos pode-se concluir que o Si reduziu os efeitos deletérios do NaCl no início do crescimento do feijoeiro e que o Si reduziu o crescimento da parte aérea das plantas cultivadas sem estresse sem afetar a produção de grãos.

## AGRADECIMENTOS

À FACEPE pelo financiamento do projeto. Ao CNPq pela concessão de bolsa de Iniciação científica. Ao Instituto Agronômico de Pernambuco (IPA) pelo fornecimento das sementes.

## REFERÊNCIAS

- AHMAD, R.; ZAHEER, S.; ISMAIL, S. Role of silicon in salt tolerance of wheat (*Triticum aestivum* L.). *Plant Science*, v. 85, n. 01, p. 43–50, 1992.
- AL-AGHABARY, K.; ZHU, Z.; SHI, Q. Influence of silicon supply on chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, and antioxidative enzyme activities in tomato plants under salt stress. *Journal of Plant Nutrition*, v.27, p.2101-2115, 2004.
- ALVES, F. A. L.; SILVA, S. L. F.; SILVEIRA, J. A. G.; PEREIRA, V. L. A. Mecanismos fisiológicos envolvidos com a diminuição de K<sup>+</sup> em raízes de cajueiro causada por NaCl. *Revista Ciência Agronômica*, v. 40, n. 04, p. 588-595, 2009.
- EPSTEIN, E. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 50, n. 01, p. 641-664, 1999.
- FENG, J.; SHI, Q.; WAG, X. Effects os exogenous silicon on photosynthetic capacity and antioxidant enzyme activities in chloroplast of cucumber seedlings under excess manganese. *Agricultural Sciences in China*, v.8, p.40-50, 2009.
- FERREIRA, D.F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para o Windows versão 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. Anais. São Carlos, Universidade Federal de São Carlos, 2000. p.255-258.
- GAO, D.; CAI, K.; CHEN, J.; LUO, S.; ZENG, R.; YANG, J.; ZHU, X.; Silicon enhances photochemical efficiency and adjusts mineral nutrient absorption in *Magnaporthe oryzae* infected rice plants. *Acta Physiology Plant*, published online: 07 September, 2010.
- HAMAYUN, M.; SOHN, E.; KHAN, S.A.; SHINWARI, Z.K.; KHAN, A.L.; LEE, I. Silicon alleviates the adverse effects of salinity and drought stress of growth and endogenous plant growth hormones of soybean. *Pakistan Journal of Botany*, v.42, p.1713-1722, 2010.
- HATTORI, T.; SONOBE, K.; INANAGA, S.; AN, P.; MORITA, S. Effects of silicon on photosynthesis of young cucumber seedlings under osmotic stress. *Journal of Plant Nutrition*, v.31, p.1046-1058, 2008.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method of growing plants without soil. University of California, Berkeley, 32 p., 1950.
- MOUSSA, H.R. Influence os exogenous application of silicon on physiological response of salt-stressed maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, v.8, 293-297, 2006.
- SOUSA, R.A.; LACERDA, C.F.; AMARO FILHO, J.; HERNANDEZ, F.F.F. Crescimento e nutrição mineral do feijão-de-corda em função da salinidade e da composição iônica da água de irrigação. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*. Recife, v.2, n.1, p.75-82, 2007.



**Figura 1** – Crescimento agrônomo do feijoeiro (*Phaesolus vulgaris* L.) cv. IPA 10 aos 25 dias após a germinação cultivada em solução nutritiva com concentrações de Si e NaCl. Garanhuns, PE. 2012.