

## Crescimento do feijoeiro em estágio de início de floração sob concentrações de Si e NaCl em solução nutritiva<sup>(1)</sup>.

**Ana Eduarda Albuquerque Freire<sup>(2)</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>(2)</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; carlos\_rodrigues@yahoo.com.br; <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 Si como elemento útil é utilizado para induzir a resistência das plantas a condições de estresse. 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 33 dias após a germinação e avaliadas quanto massa seca de folha (MSF), caule (MSC), raiz (MSR), vagem (MSV), de parte aérea (MSPA), total (MST), relação parte aérea/raiz (PA:R), área foliar (AF) e área foliar específica (AFS). As plantas cultivadas no meio com NaCl obtiveram redução da AF, da MSF, da MSC, da MSR, da MSV, da MSPA, da MST, da AFS. As concentrações de Si em solução nutritiva contendo NaCl proporcionaram aumento da AF, da MSF, da MSC, da MSR, da MSPA e da MST. Sem o NaCl houve redução da AF e da MSF com as concentrações de Si no meio. A MSC, a MSR e a MSV apresentaram ajuste de modelo matemático quadrático inverso em função das concentrações de Si no meio sem o NaCl. 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; salinidade.

### INTRODUÇÃO

O feijoeiro é uma das principais culturas em área plantada e de importância econômica para o Brasil e de grande representatividade econômica para o Agreste Pernambucano. Um dos principais fatores que limitam a produtividade do feijoeiro na região é o solo e a água, constituído de elevado teores de sais. Estima-se que aproximadamente 22% das terras agrícolas do mundo (mais de 800 milhões de hectares) estão afetadas por sais

(Munns & Tester, 2008). No Estado de Pernambuco, cerca de 8% da área total do Estado (7.819 km<sup>2</sup>) está comprometida (Pereira, 2008).

O Si, como elemento útil, é utilizado para induzir a resistência das plantas a condições de estresse, dentre elas a salinidade. 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).

Em condições salinas, o silício (Si) tem sido apontado como um grande indutor de resistência às plantas, pois proporciona proteção ao aparato fotossintético, reduz os efeitos deletérios das formas reativas de oxigênio na planta, além de aumentar a concentração de compostos naturais de defesa do vegetal (Parveen & Ashraf, 2010). Alguns trabalhos têm avaliado a interação entre o Si e a atividade fotossintética em plantas sob condições de estresse biótico ou abiótico como estresse osmótico (Hattori et al., 2008); radiação UV (Shen et al., 2010), ataque de fitopatógenos (Gao et al., 2010), chuva ácida (Xie et al., 2008) 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.

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 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 33 dias após a germinação, início da floração das plantas, ou seja, estágio R, as plantas foram colhidas e determinada a massa seca de folha (MSF), caule (MSC), raiz, (MSR), vagem (MSV), de parte aérea (MSPA), total (MST), relação parte aérea/raiz (PA:R), área foliar (AF) e área foliar específica (AFS).

Os dados foram tratados pela 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

A passagem da fase de crescimento vegetativo para a fase reprodutiva da planta esta associada a modificações na relação fonte e dreno da planta, nesta etapa a planta conduz parte do que assimila para os meristemas que agregado ao metabolismo da planta e capacidade energética disponibilizada, responde aos estímulos formando flores, frutos e sementes.

Aos 33 dias após a germinação, houve variação da AF, da MSC, da MSR, da MSV, da MSPA, da MST e da PA/R em função de todas as fontes de variação (Tabela 2). A MSF obteve variação em função das concentrações de NaCl e da interação entre as concentrações de NaCl e Si no meio (**Figura 1**). A AFS obteve variação somente em função das concentrações de NaCl no meio (**Figura 1**).

Durante a floração, as plantas cultivadas em meio com NaCl, visualmente apresentavam tamanho reduzido e apresentavam menor número e abortamento das flores. Resultados semelhantes foram observados por Fernandes et al. (2010) em coqueiro em função do nível de salinidade na água.

As plantas cultivadas no meio com NaCl obtiveram redução da AF, da MSF, da MSC, da MSR, da MSV, da MSPA, da MST, da AFS. Resultados semelhantes foram observados por Al-Aghabary et al. (2004) trabalhando com salinidade no crescimento do tomate. Segundo Lacerda et al. (2005) a salinidade afeta a nutrição mineral das culturas reduzindo os processos de absorção, transporte, assimilação e distribuição de nutrientes na planta.

A PA/R, obteve redução com exceção do tratamento com 4 mmol L<sup>-1</sup> de Si em meio salino, aos 33 dias após a germinação (**Figura 1**). Segundo Moya et al. (1999) a maior redução no crescimento da raiz, diminui a assimilação de íons potencialmente tóxicos, favorecendo a aclimação da planta ao estresse salino. As concentrações crescentes de Si presentes em solução nutritiva contendo NaCl proporcionaram aumento da AF, da MSF, da MSC, da MSR, da MSPA e da MST (**Figura 1**). Ou seja, o Si minimizou os efeitos negativos do NaCl. Segundo Moussa et al. (2006) o uso de Si em meio salino age na indução de resistência sob estresse salino.

A MSV não apresentou nenhum modelo matemático com as concentrações de Si e com NaCl no meio. Sem o NaCl houve redução da AF e da MSF com as concentrações de Si no meio (**Figura 1**). A redução da AF, e da MSF aos 33 dias após a germinação com o aumento do Si e sem o NaCl (**Figura 1**), pode ser atribuído ao aumento da eficiência fotossintética proporcionado pelas concentrações de Si.

A MSC, a MSR e a MSV apresentaram ajuste de modelo matemático quadrático inverso em função das concentrações de Si no meio sem o NaCl (**Figura 1**). Ou seja, com o aumento das concentrações de Si houve redução da MSC, da MSR, da MSV, da MSPA e da MST até as concentrações de 2,12; 1,56; 2,14; 2,56 e 2,56 mmol L<sup>-1</sup> de Si, respectivamente, seguindo de aumento até a maior concentração estudada (**Figura 1**). A PA/R obteve ajuste de modelo matemático às concentrações de Si na solução nutritiva somente no tratamento com NaCl sendo quadrático positivo, ou seja, houve incremento na PA/R até a concentração de 1,29 mmol L<sup>-1</sup> de Si (**Figura 1**).

## CONCLUSÕES



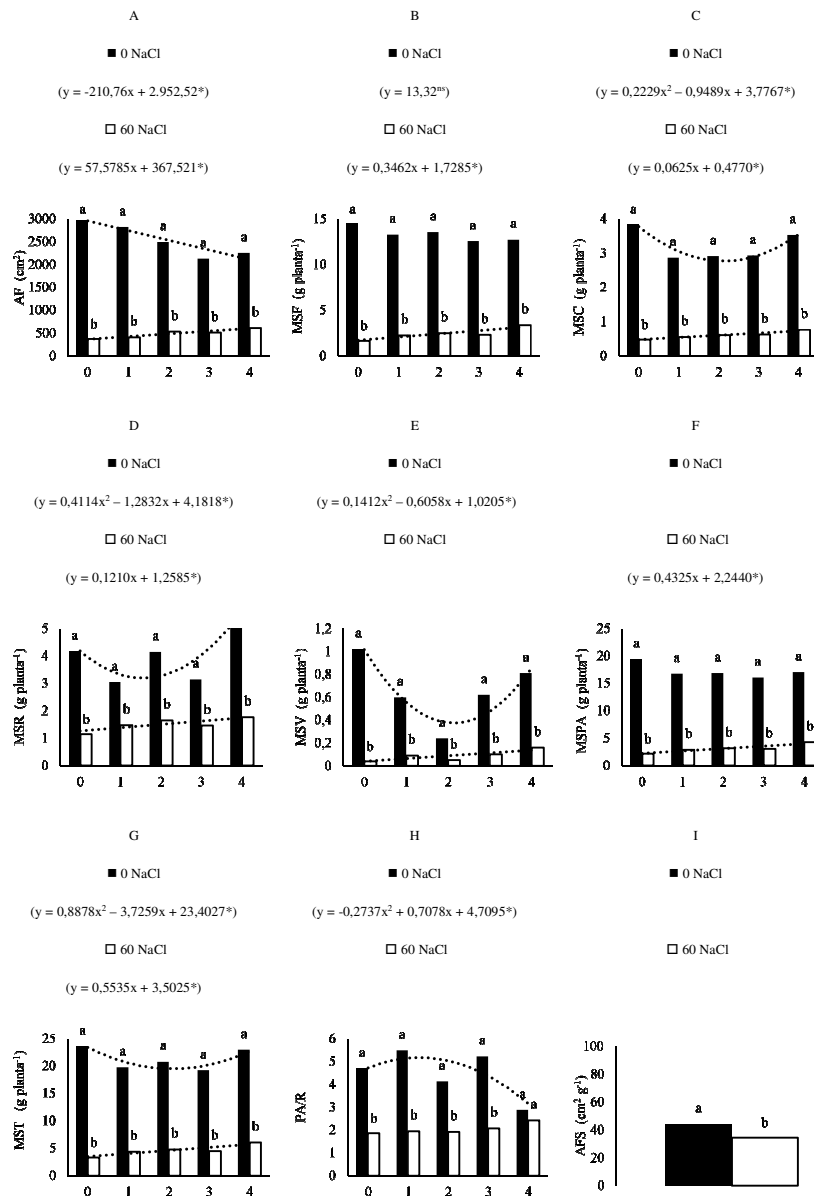
Com os resultados obtidos pode concluir que o Si reduziu os efeitos deletérios do NaCl durante o início da floração do feijoeiro e que o Si reduziu a área foliar e massa seca de folha das plantas cultivadas sem estresse.

### AGRADECIMENTOS

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

### REFERÊNCIAS

- 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.
- EPSTEIN, E. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v. 50, n. 01, p. 641-664, 1999.
- FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, S. S. *Biosalinidade e produção agrícola. Manejo da Salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados*, Fortaleza, CE: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2010. p. 181-203.
- 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.
- 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.
- 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.
- MOYA, J.L.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M. Morphological factors determining salt tolerance in citrus seedlings: the shoot to root ratio modulates passive root uptake of chloride ions and their accumulation in leaves. *Plant, Cell and Environment*, Logan, v.22, n.11, p.1425-1433, 1999.
- MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, v. 59, n. 4, p. 651-681, 2008.
- NASCIMENTO, C. W. A.; CUNHA, K. P. V.; RODRIGUES, F. A. Silício e tolerância de plantas a metais pesados. In: RIBEIRO, M. R.; NASCIMENTO, C. W. A.; RIBEIRO, M. R. et al. *Tópicos em Ciência do Solo*, Viçosa, MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 273-318.
- PARVEEN, N.; ASHRAF, M. Role of silicon in mitigating the adverse effects of salt stress on growth and photosynthetic attributes of two maize (*Zea mays* L.) cultivars grown hydroponically. *Pakistan Journal of Botany*, v.42, p.1675 1684, 2010.
- PEREIRA, J.R. Solos afetados por sais. In: CAVALCANTI, F.J.A. (Ed.). *Recomendação de adubação para o Estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA, 2008. p. 81- 87.
- SHEN, X.; ZHOU, Y.; DUAN, L.; LI, Z.; ENEJI, A.E.; LI, J.; Silicon effects on photosynthesis and antioxidant parameters of soybean seedling under drought and ultraviolet-B radiation. *Journal of Plant Physiology*, v.167, p.1248-1252, 2010.
- XIE, Y.F.; YANG, W.H.; LU, M.R.; CAI, X.L.; ZHOU, J. Effects of silicon on photosynthetic characteristics of *Indocalamus barbatus* under simulated acid rain stress. *Ying Yong Sheng Tai Xue Bao*, v.19, p.1179-1184, 2008.



**Figura 1** – Crescimento agrônomo do feijoeiro (*Phaesolus vulgaris* L.) cv. IPA 10 aos 33 dias após a germinação cultivada em solução nutritiva com concentrações de Si e NaCl. Garanhuns, PE. 2012.