

Redução da toxicidade do NaCl pelo Si no braquiário cultivado em solução nutritiva⁽¹⁾.

Ralini Ferreira de Mélo⁽²⁾; Carlos Ribeiro Rodrigues⁽²⁾; Carlos Eduardo Ventura Lopes de Brito⁽³⁾; Phelipe Matheus de Moraes Cavalcante⁽³⁾; Maria Alice Vasconcelos da Silva⁽⁴⁾; Tatiana Michlovská Rodrigues⁽⁴⁾.

⁽¹⁾ Trabalho executado com recursos do projeto aprovado pela Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia de Pernambuco (FACEPE) e com bolsa de PIBIC financiado pela FACEPE e de mestrado financiada pela CAPES.

⁽²⁾ Professor; Universidade Federal Rural de Pernambuco; Garanhuns, Pernambuco; fmralini@yahoo.com.br; ⁽³⁾ Estudante; Universidade Federal Rural de Pernambuco; ⁽⁴⁾ Pesquisadora, Universidade Federal Rural de Pernambuco.

RESUMO: O Si, mesmo não sendo classificado como essencial para as plantas, proporciona efeitos benéficos como indução de resistência a estresses abióticos como a salinidade. O presente projeto objetivou avaliar o crescimento do braquiário submetido ao estresse pelo NaCl com diferentes concentrações de Si. 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⁻¹ de Si) e duas concentrações de NaCl (0 e 40 mmol L⁻¹ de NaCl). Aos 20, 27, 42 e 57 dias após a semeadura (DAS) foram realizadas as coletas e determinadas a área foliar (AF) e massa seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR) e total (MST). O Si reduziu os efeitos deletérios da toxicidade do NaCl até os 42 DAS. Aos 57 DAS, com exposição prolongada das plantas ao estresse os efeitos benéficos do Si foram minimizados. As plantas cultivadas com NaCl na solução nutritiva apresentaram redução dos valores de AF, MSPA, MSR e MST. As concentrações de Si reduziram a MSR quando cultivadas com NaCl no meio. Com os resultados pode-se concluir que o NaCl reduziu o crescimento das plantas e que o Si reduziu os efeitos deletérios do NaCl na solução nutritiva até aos 42 DAS.

Termos de indexação: *Brachiaria brizantha*, cultivar MG05, silicato de potássio.

INTRODUÇÃO

Atualmente a salinidade é um fato crescente mundialmente, notadamente em regiões áridas e semi-áridas, decorrente das condições edafoclimáticas e da agricultura irrigada (Junior et al., 2010). Em Pernambuco, por ser uma região semi-árida, a salinidade causa sérios problemas para a agricultura e a pecuária. A pastagem, por exemplo, é um dos principais sistemas de produção da região que sofre com o impacto causado pela salinização, assim acarretando uma diminuição da produção do leite no Estado. Uma das principais culturas utilizadas na pastagem é a *Brachiaria* sp..

Para o aumento da produtividade das culturas em ambientes salinos, vem-se utilizando o silício no qual é um elemento químico benéfico para induzir a planta a

tolerar a salinidade. O Si age fortalecendo a estrutura da planta e diminuindo a transpiração. O silício também promove resistência das plantas e condições de estresse salino, porque ajuda a garantir a integridade e a estabilidade das membranas celulares (Liang et al., 1999). A integridade da membrana celular é garantida pela capacidade de Si de estimular o sistema antioxidante (Rodrigues et al., 2011).

Segundo Korndorfer et al. (2010) o braquiário está classificado como uma planta acumuladora de Si pela sua relação Si:Ca e permite que, todos os benefícios atribuídos ao Si possam ser verificados nesta cultura.

O silício também pode estar envolvido em atividades metabólicas ou fisiológicas das plantas sob estresse salino (Liang et al., 1999; Moussa et al., 2006; Hamayun et al., 2010 e Parveen & Ashraf, 2010). Segundo esses autores, em plantas nutridas com Si há aumento de níveis de enzimas antioxidante, aumento da capacidade fotossintética e aumento do conteúdo de clorofila em gramados cultivados sob condições de baixa umidade.

Assim o presente projeto objetiva avaliar o efeito do Si na redução do estresse do NaCl em plantas de braquiário cultivadas em solução nutritiva.

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⁻¹ de Si) e duas concentrações de NaCl (0 e 40 mmol L⁻¹ 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 (K₂SiO₃ - 171 g L⁻¹ de Si; 210 g L⁻¹ de K₂O; pH = 12 e d = 1,4 g cm⁻³). As doses de K foram ajustadas pela redução das doses de KNO₃ e as de nitrogênio pela adição de HNO₃. Quando necessário o pH das soluções

foi ajustado para 5,0 a 5,5 com auxílio da adição de HCl 0,5 mol L⁻¹ e NaOH 0,5 mol L⁻¹. 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 braquiário (*Brachiaria brizantha*) cv. MG05, 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.

Aos 20, 27, 42 e 57 foi determinada a área foliar (AF) das plantas com auxílio do programa Quant e em seguida as plantas foram colhidas, separadas em parte, lavadas com água destilada, secas com papel toalha e acondicionadas em sacos de papel kraft previamente identificados e secos em estufa com circulação de ar forçada a 65-70°C até peso constante. Em seguida as amostras foram pesadas, descontado o peso do sacos e determinadas a massa seca de parte aérea (MSPA, raiz (MSR) e total (MST).

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Scott Knott 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 MSPA obteve alteração com as doses de Si e NaCl no meio e com a interação entre essas. Em todos os períodos avaliados as plantas cultivadas com NaCl na solução apresentaram redução da MSPA (Figuras 1 A1, A2, A3 e A4), com exceção das plantas cultivadas com as concentrações de 1 e 2 mol L⁻¹ de Si aos 42 DAS que apresentaram valores de MSPA semelhante às das plantas cultivadas sem NaCl no meio (Figura 1 A3). As concentrações de Si não proporcionaram nenhum ajuste para a MSPA aos 20 e 27 DAS para as plantas cultivadas sem NaCl no meio (Figuras 1 A1 e A2). Aos 42 e 57 DAS houve incremento e redução, respectivamente, da MSPA com as doses de Si (Figuras 1 A3 e A4). Para as plantas cultivadas com NaCl no meio, as concentrações de Si proporcionaram ajuste quadrático para a MSPA aos 20 e 42 DAS (Figuras 1 A1 e A3) e redução da MSPA aos 57 DAS (Figura 1 A4). A

máxima MSPA aos 20 e 42 DAS (3,62 e 16,97 g planta⁻¹) das plantas cultivadas com NaCl foram obtidas com 2,60 e 2,70 mol L⁻¹ de Si no meio, respectivamente.

A MSR obteve alteração em função das concentrações de Si e NaCl no meio e da interação entre essas aos 20, 27 e 57 DAS. As 42 DAS so foi obtida variação da MSR em função das concentrações de Si e NaCl na solução isoladamente. Em todas as avaliações as plantas cultivadas com NaCl obtiveram redução da MSR (Figuras 1 B1, B2, B3 e B4), com exceção das plantas cultivadas com 2 mol L⁻¹ de Si aos 57 DAS no qual não houve diferença da MSR das plantas com ou sem NaCl no meio (Figura 1 B4). A MSR só obteve ajuste de modelo matemático em função das concentrações de Si na solução aos 20 e 57 DAS (Figuras 1 B1 e B4). Para as plantas cultivadas com NaCl houve redução da MSR com o incremento das concentrações de Si aos 20 e 57 DAS (Figuras B1 e B4). As plantas cultivadas sem NaCl no meio obtiveram, incremento da MSR com as concentrações de Si aos 20 DAS (Figura 1 B1) e redução seguido de incremento, ou seja, ajuste de modelo matemático inverso ou negativo, aos 57 DAS (Figura 1 B4).

A MST obteve alteração em função das concentrações de Si e NaCl no meio e da interação entre essas. Até aos 42 DAS as plantas cultivadas com NaCl apresentaram os menores valores de MST (Figura 1 C1, C2 e C3). Aos 57 DAS as plantas cultivadas com NaCl e 1 e 2 mol L⁻¹ de Si no meio apresentaram crescimento semelhante e superior, respectivamente, em relação às plantas cultivadas sem NaCl no meio. Esse efeito se deve à dois fatores sendo, a redução da MST das plantas sem NaCl no meio com as concentrações de Si e o incremento da MST das plantas cultivadas com NaCl no meio com as concentrações de Si (Figura 1 C4). Para as plantas cultivadas sem NaCl no meio as concentrações de Si proporcionaram incremento e redução da MST aos 42 e 57 DAS, respectivamente (Figuras 1 C3 e C4). Para as plantas cultivadas com NaCl no meio foi obtido ajuste de modelo quadrático das MST em função das concentrações de Si aos 20, 42 e 57 DAS (Figuras 1 C1, C3 e C4). Os maiores valores de MST obtido pelas plantas cultivadas com NaCl no meio aos 20, 42 e 57 DAS (4,83; 21,14 e 43,12 g planta⁻¹, respectivamente) foram obtidos com 2,50; 2,66 e 2,11 mol L⁻¹ de Si na solução nutritiva, respectivamente.

A SF obteve variação em função das concentrações de Si e NaCl no meio aos 20 e 27 DAS, em função das concentrações de Si e NaCl no meio de da interação entre esses aos 42 DAS e em função das concentrações de NaCl no meio aos 57 DAS. Em geral as plantas cultivadas com NaCl no apresentaram os menores

valores de AF em todas as avaliações (Figuras 1 D1, D2, D3 e D4), com exceção das cultivadas com 2 e 3 mol L⁻¹ de Si que não diferiram das plantas sem NaCl na solução (Figura 1 D3). As concentrações de Si reduziram a área foliar das plantas aos 20 DAS, independente das concentrações de NaCl (Figura 1 D1). Aos 42 DAS as concentrações de Si na solução proporcionaram ajuste de modelo matemático para a AF somente para as plantas cultivadas com NaCl no meio (Figuras 1 D3). Nesse período a máxima AF das plantas cultivadas com NaCl (1.367,79 cm²) foi obtida com 2,67 mol L⁻¹ de Si, não diferindo da AF das plantas cultivadas sem NaCl na solução.

Em geral, sem estresse pelo NaCl o Si proporcionou incremento na MSPA do braquiário até 42 DAS. Após esse período, as concentrações de Si no meio proporcionaram redução na MSPA. Esse efeito pode ser atribuído ao aumento da eficiência fotossintética da planta reduzindo o aporte de energia para a produção de massa seca. Já para as plantas cultivadas com NaCl no meio houve efeito do Si reduzindo os efeitos deletérios do NaCl até a concentração de 2,6 a 2,7 mol L⁻¹ de Si e até aos 42 DAS. Após esse período, aos 57 DAS, com a exposição prolongada das plantas ao estresse pelo NaCl, não foi observado efeito do Si. Com esses resultados, pode-se inferir que o Si é capaz de reduzir os efeitos deletérios do NaCl até aos 42 DAS para as condições do presente trabalho e que exposição da planta ao estresse em período maior o efeito benéfico do Si é minimizado. Um dos possíveis mecanismos para a minimização dos efeitos deletérios da salinidade e a redução da absorção do Na, como relatado por Moya et al. (1999). No presente projeto, quando as plantas foram cultivadas com NaCl no meio, com o incremento das concentrações de Si houve redução da MSR (Figuras 1 B1 e B4), podendo ser um dos mecanismos de redução dos efeitos tóxicos do NaCl na presença do Si. Na ausência do NaCl não foi observado efeito do Si na redução da MSR inicialmente (20 DAS – Figura 1 B1). De maneira geral o Si reduziu os efeitos deletérios do NaCl no meio em concentrações variando de 2,11 a 2,70 mol L⁻¹ de Si na solução nutritiva.

De maneira geral, vários autores relatam que o Si aumenta a resistência das plantas à salinidade (Liang et al., 1999; Moussa et al., 2006; Hamayun et al., 2010 e Parveen & Ashraf, 2010), como observado no presente trabalho. Todavia, no presente trabalho, pode ser observado que a maior resistência ao estresse dependerá do tempo de exposição dessas à condição de estresse, ou seja, no presente trabalho, a maior exposição das plantas ao NaCl minimizou os efeitos benéficos do Si. Segundo esses autores o principal mecanismo pelo qual o Si aumenta a resistência à salinidade é pela proteção ao aparato fotossintético

reduzindo os danos provocados pelas formas reativas de oxigênio pela maior atividade das enzimas antioxidativas.

CONCLUSÕES

Com os resultados obtidos pode-se concluir que o NaCl reduziu o crescimento das plantas e que o Si reduziu os efeitos deletérios do NaCl na solução nutritiva até aos 42 DAS nas concentrações entre 2,11 a 2,7 mol L⁻¹ de Si.

AGRADECIMENTOS

A FACEPE pelo financiamento do projeto e concessão de bolsa PIBIC e à CAPES pela concessão de bolsa de mestrado acadêmico.

REFERÊNCIAS

- 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, Anais. São Carlos, Universidade Federal, 2000. CR-ROM.
- 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*, 42:1713-1722, 2010.
- HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method of growing plants without soil. University of California, Berkeley, 32 p., 1950.
- JUNIOR, J. A. de L. ; SILVA, A. L. P. da. Estudo do processo de salinização para indicar medidas de prevenção de solos salinos. *Enciclopédia Biosfera*, 6:11-16, 2010.
- KORDORFER, P. H.; SILVA, G. C.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, A. G.; FREITAS, R. S. Efeito da adubação silicatada sobre gramíneas forrageiras e características químicas do solo. *Pesq. Agropec. Trop.*, 40:119-125, 2010.
- LIANG, Y.C. Effects of silicon on enzyme activity and sodium, potassium and calcium concentration in barley under salt stress. *Plant and Soil*, 29:217-224, 1999.
- MOUSSA, H.R. Influence os exogenous application of silicon on physiological response of salt-stressed maize (*Zea mays* L.). *International Journal of Agriculture & Biology*, 8:293-297, 2006.
- 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*, 42:1675-1684, 2010.
- RODRIGUES, F. de A.; OLIVEIRA, L. A. ; KORNDORFER, A. P. ; KORNDORFER, G. H. Silício: um elemento benéfico e importante para as plantas, *Informações Agronômicas*, Viçosa:UFV, 2011. P.1-136.

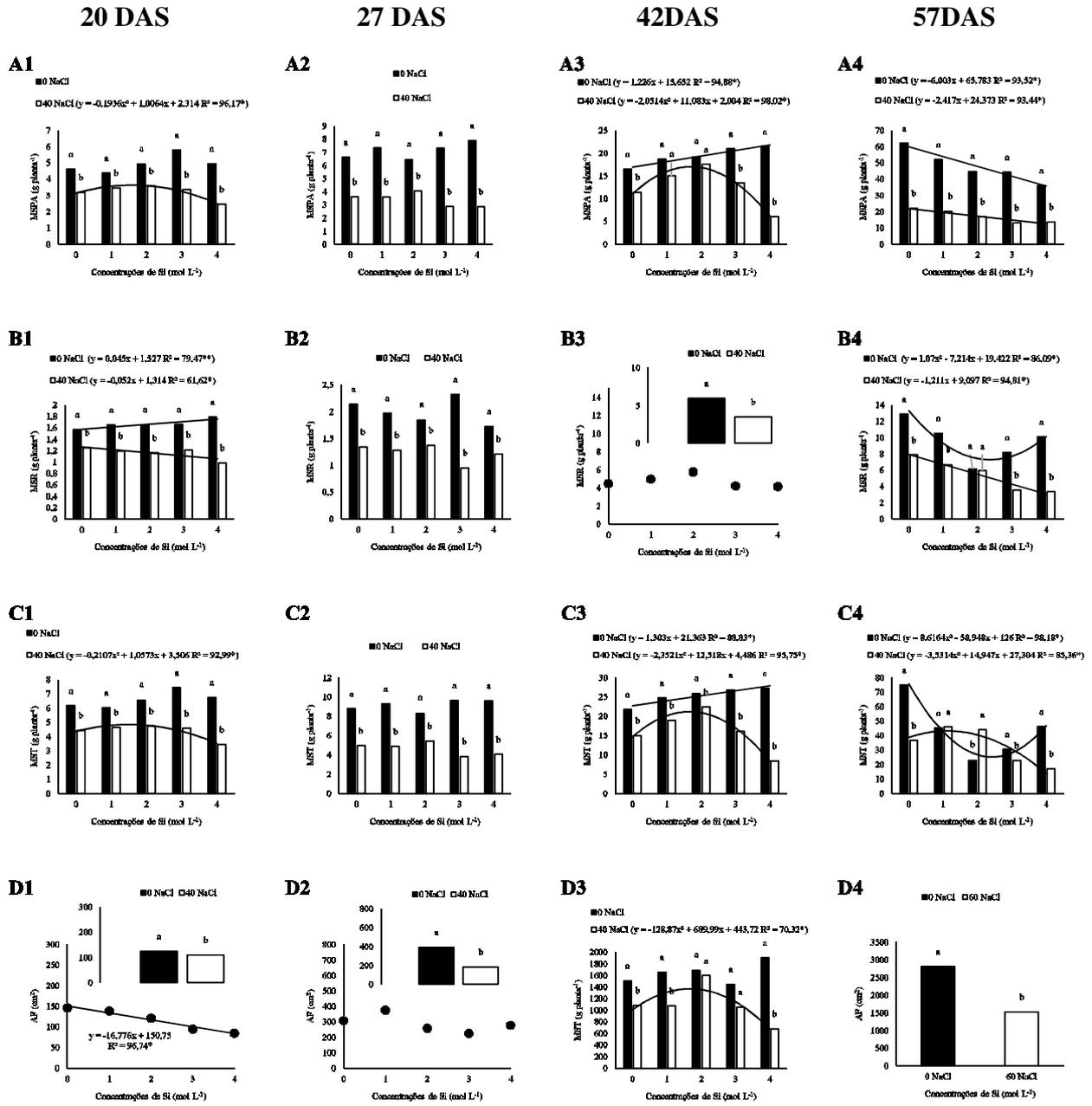


Figura 1 – Massa seca de parte aérea (MSPA), raiz (MSR), total (MST), área foliar (AF) e área foliar específica (AFS) do braquiário cultivado em solução nutritiva com concentrações de Si e NaCl aos 20, 27, 42 e 57 dias após a semeadura (DAS). Garanhuns/PE. Janeiro, 2013.