

Osmorreguladores em Plantas de Sorgo sob Suspensão Hídrica e Diferentes Níveis de Silício

Carla Carolynne Resueno Coelho¹, José Elton Sousa Silva², Jonny Lucio de Sousa Silva³, Luma Castro de Souza⁴, Jackeline Araújo Mota Siqueira⁵, Antônia Gilcileia Cunha da Conceição⁶, Lillian Matias de Oliveira⁷, Jaomara Nascimento da Silva⁸, Iza Layana Cezário Galdino⁹ e Cândido Ferreira de Oliveira Neto¹⁰

^{1,2,6,7,8,9} Acadêmicos do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço, PA. ¹karlynha-000@hotmail.com, ²jeagronomo11@hotmail.com, ⁶gilcileia.cunha@gmail.com, ⁷lillianoliveira4@hotmail.com, ⁸ns_jaomara@hotmail.com, ⁹iza_layana@hotmail.com, ^{3,4,5} Engenheiros Agrônomo, UFRA, PA. ³jonnylucios.silva@hotmail.com, ⁴lumasouza30@hotmail.com, ⁵jackelinearaujo86@hotmail.com e Prof. Doutor da UFRA, Capitão Poço, PA. ¹⁰candido.neto@ufra.edu.br

RESUMO - o sorgo é uma espécie do tipo C4, de dia curto e apresenta elevadas taxas fotossintéticas. O termo estresse é bastante utilizado pelos biólogos, ecologistas e agrônomos para descrever as respostas dos organismos submetidos aos fatores ambientais. Nos vegetais encontra-se o silício nos tecidos de suporte. Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento dos osmorreguladores em plantas de sorgo submetidas ao déficit hídrico sob diferentes concentrações de silício. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA - Capitão Poço), utilizando-se plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* [Moench.]) forrageiro da variedade BR-700, sem controle do ambiente e apenas com monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, através de um termohigrômetro digital. Foram utilizadas sementes de sorgo da cultivar BR-700. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com duas condições hídricas: controle, déficit hídrico [(sem Si) e (com Si) quatro concentrações de silício na forma de metassilicato de sódio (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mM)] com 7 repetições. O conteúdo relativo de água, amido, sacarose, glicina-betaína e carboidratos foram afetados significativamente em plantas de sorgo sob estresse hídrico.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor*, casa de vegetação, concentrações de silício.

Introdução

Segundo Magalhães e Durães (2003), o sorgo é uma espécie do tipo C4, de dia curto e apresenta elevadas taxas fotossintéticas. E de acordo com Camacho et al. (2002), essa planta possui tolerância a períodos de estiagem durante seu ciclo vital e dessa forma consegue produzir colheitas de grãos e massa verde economicamente compensadora, em condições de pluviosidade baixa e em solos pobres em nutrientes, ou seja, de baixa fertilidade.

O termo estresse é bastante utilizado pelos biólogos, ecologistas e agrônomos para descrever as respostas dos organismos submetidos aos fatores ambientais potencialmente desfavoráveis à vida. Além disso, no início, quando as plantas são submetidas ao estresse hídrico, as alterações podem ser reversíveis, mas, dependendo da duração e da situação de estresse, podem ser irreversíveis, levando a danos permanentes ou até a morte (PLAUT,

1995).

Nos vegetais encontra-se o silício nos tecidos de suporte, como nos do caule e nas folhas, podendo ser encontrado em quantidades reduzidas nos grãos. Mas, de forma geral, o conteúdo médio de silício das raízes é menor se comparado com o caule e as folhas. Em alguns casos, como, por exemplo, a soja, o teor de Si na raiz é maior do que nas folhas (MA et al., 2001). Além disso, estudos recentes vêm demonstrando que esse elemento químico pode estimular o crescimento e a produção vegetal por meio de várias ações indiretas, propiciando proteção contra fatores abióticos, como estresse hídrico, toxidez de alumínio, ferro, dentre outros, e bióticos, como a incidência de insetos-praga (EPSTEIN, 1999).

Este trabalho teve como objetivo estudar o comportamento dos osmorreguladores em plantas de sorgo submetidas ao déficit hídrico sob diferentes concentrações de silício.

Material e método

O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA - Capitão Poço), utilizando-se plantas de sorgo (*Sorghum bicolor* [Moench.]) forrageiro da variedade BR-700, sem controle do ambiente e apenas com monitoramento da temperatura e umidade relativa do ar, através de um termohigrômetro digital. Foram utilizadas sementes de sorgo da cultivar BR-700 que foram obtidas na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa Milho e Sorgo), provenientes da safra 2010. Os vasos foram dispostos no espaçamento de 0,60 m entre linhas e 0,40 m entre plantas, em distribuição ao acaso. As plantas de sorgo foram cultivadas em vasos Leonard modificados contendo substrato com areia:vermiculita (1:2) e irrigados com solução nutritiva, de acordo com Hoagland e Arnon (1950).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com duas [2] condições hídricas: controle, déficit hídrico [(sem Si) e (com Si) [4] quatro concentrações de silício na forma de metassilicato de sódio (0,5; 1,0; 1,5 e 2,0 mM)] com 7 repetições, no qual cada unidade experimental foi composta de duas plantas/vaso. A aplicação da deficiência hídrica deu-se a partir do 25º dia após a germinação e mantida a suspensão hídrica por um período de 7 dias. A aplicação das concentrações de silício foi feita após a emergência das plântulas (3-4 dias). Foi aplicada a análise de variância aos dados coletados dos resultados e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Além disso, foram calculados os desvios-padrões para cada tratamento, sendo as análises estatísticas realizadas com SAS- Institute (1996) e embasadas nas teorias estatísticas preconizadas

(Gomes e Garcia, 2000).

Foram feitas coletas destrutivas das plantas no estágio vegetativo (30 dias), sempre às 9:00 h da manhã, onde as plantas foram separadas em raiz, colmo e folhas. Em seguida, as partes foram pesadas separadamente para a determinação da massa fresca. Amostras de cada parte foram reservadas para a determinação da porcentagem de umidade através da determinação da massa seca em estufa de circulação forçada de ar a 70° C (+/- 5° C).

Foi determinado o conteúdo relativo de água, amido, sacarose, glicina-betaína e carboidratos solúveis totais, pelo método descrito por SLAVICK (1979), DUBOIS et al. (1956), VAN HANDEL (1968), GRIEVE e GRATTAN (1983), DUBOIS et al. (1956), respectivamente.

Resultados e Discussão

O conteúdo relativo de água (Figura 1A) foi afetado significativamente em plantas de sorgo sob estresse hídrico. Para o conteúdo relativo de água foi observado que a deficiência hídrica reduziu-se em comparação com as plantas controle (91%), mesmo aumentando as concentrações de silício, porém nas concentrações de silício de 0,5 mM (75%) e 1,0 mM (73%), houve uma maior manutenção de água no tecido foliar em comparação com as concentrações de 1,5 mM (61%) e 2,0 mM (63%). Nas concentrações de Si de 0,5 e 1,0 mM, a retenção maior de água no tecido foliar pode estar relacionada com um incremento da parede celular, promovendo uma regulação da transpiração celular e, para as concentrações 1,5 e 2,0 mM de silício, a redução maior dos níveis de água da folha foi causada pela toxidez do silício.

As concentrações de amido nas raízes foram de: 0,12; 0,03; 0,10; 0,09; 0,03 e 0,03 mg de amido/ g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Nas folhas, as concentrações foram de: 0,34; 0,05; 0,29; 0,28; 0,11 e 0,11 mg de amido / g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Esses resultados demonstram que houve redução nas concentrações de amido (Figura 1B) nas raízes e folhas em todos os tratamentos quando comparadas com as plantas controle.

A redução das concentrações de amido nas folhas sob a deficiência hídrica está provavelmente relacionada com a diminuição da fotossíntese e a degradação do amido através das enzimas α - e β -amilase, formando novos açúcares, como a sacarose, com intuito de ajuste osmótico e/ou transporte para outros drenos preferenciais e/ou a inativação da enzima chave na síntese de amido pela a ADP-glicose pirofosforilase.

As concentrações de sacarose nas raízes foram de: 12,1; 58,3; 35,2; 34,9; 37,9 e 37,7 mg de Sacarose/ g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Nas folhas, as concentrações foram de: 24,4; 65,2; 39,4; 44,3; 45,2 e 47,3 mg de Sacarose/ g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. As concentrações de sacarose aumentaram (Figura 1C) nas raízes e folhas de todos os tratamentos quando comparadas com as plantas controle. Esse aumento das concentrações de sacarose está ligado, provavelmente, à diminuição fotossintética e da quebra do amido através da enzima α - e β -amilase em açúcares. Esses açúcares podem ser quebrados e então transportados para os diversos drenos, na forma de sacarose.

As concentrações de glicina-betaína nas raízes foram de: 3,1; 14,1; 9,1; 8,9; 3,4 e 1,4 mg / g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Nas folhas, as concentrações foram de: 5,9; 17,1; 11,1; 10,8; 11,4 e 10,0 mg / g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente.

A Figura 1D mostra que as concentrações de glicina-betaína nas raízes aumentaram nos tratamentos estresse S/Si, estresse 0,5, estresse 1,0 e estresse 1,5, quando comparadas com as plantas controle. Porém observa-se que houve uma redução no tratamento estresse 2,0. Nessa concentração de Si, o mesmo se tornou tóxico para as plantas, pois o Si conseguiu nessa concentração impedir a perda de água, fazendo com que as proteínas sofressem pouca degradação e formando, dessa forma, poucas concentrações de aminoácidos.

As concentrações de carboidratos solúveis totais nas raízes foram de: 0,6; 1,5; 1,1; 0,9; 0,6 e 0,66 mg / g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Nas folhas, as concentrações foram de 0,8; 1,9; 1,2; 1,1; 0,8 e 0,7 mg de / g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente.

Observa-se na Figura 1E que a concentração de carboidratos solúveis totais nas raízes e nas folhas em todos os tratamentos aumentou quando comparadas com as plantas controle. Porém, quando comparadas ao estresse S/Si, houve uma redução. Nas plantas sob deficiência hídrica o aumento dos carboidratos solúveis totais está relacionado com o processo de ajustamento fisiológico no metabolismo dessas plantas, sendo assim, reduzindo seus potenciais osmóticos no sentido de manter a planta hidratada e, conseqüentemente, retardar a desidratação dos seus tecidos. Esses aumentos observados em plantas sob estresse estão

associados ao fato de que com a desidratação ocorre diminuição do conteúdo de amido na célula, além de queda na capacidade de fotossíntese, fato que paralisará o crescimento celular, assim como reduzirá a síntese de sacarose para exportação, possibilitando aumentos nos teores de carboidratos totais no meio celular (OLIVEIRA NETO, 2008).

Conclusões

O déficit hídrico influenciou negativamente o conteúdo relativo de água, concentrações de amido, concentrações de sacarose e concentrações de glicina-betaína e concentrações de carboidratos solúveis totais em folhas e raízes de sorgo.

O silício foi benéfico a plantas submetidas a estresse hídrico.

Literatura Citada

CAMACHO, R.; MALAVOLTA, E.; GUERERO-ALVES, J.; CAMACHO, T. Vegetative growth of grain sorghum in response to phosphorus nutrition. *Scientia Agrícola*, v.59, n.4. p.771-776, 2002.

EPSTEIN, E. Silicon. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, v.50, p.641-664, 1999.

DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J.K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Calorimetric method for determination of sugars and related substances. **Analytical Chemistry**, Washington-DC, v.28, n. 3, p. 350-356, 1956.

GOMES, F. P.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. FEALQ, Piracicaba, SP. 2000. 309p.

GRIEVE C.M., GRATTAN S.R. (1983): Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant and Soil*, 70: 303–307.

HOAGLAND, D.R.; ARNON, D.I. The water culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station, Circular*, 347. 1950.

MA, J. F.; MIYAKE. Y.; TAKAHASHI, E. Silicon as a beneficial element for crop plants. In: DATNOFF, L. E., SNYDER, G. H., KORNDÖRFER, G. H. *Silicon in Agriculture. Studies in plant science*. Amsterdam: Elsevier, 2001. v. 8 p. 17-39.

MAGALHÃES, P.C.; DURÃES, F.O.M. *Ecofisiologia da Produção de Sorgo. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo*, 2003. 4p. (Comunicado Técnico, 87).

OLIVEIRA-NETO, C.F. Crescimento, produção e comportamento fisiológico e bioquímico em plantas de sorgo (*sorghum bicolor* [L.] moench) submetidas à deficiência hídrica /Belém, 2008. 114p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal Rural da

Amazônia, 2008.

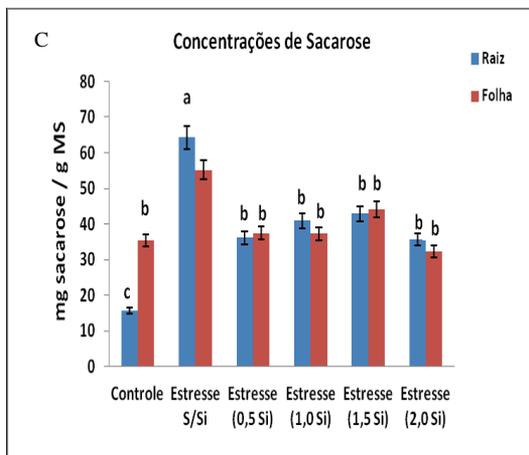
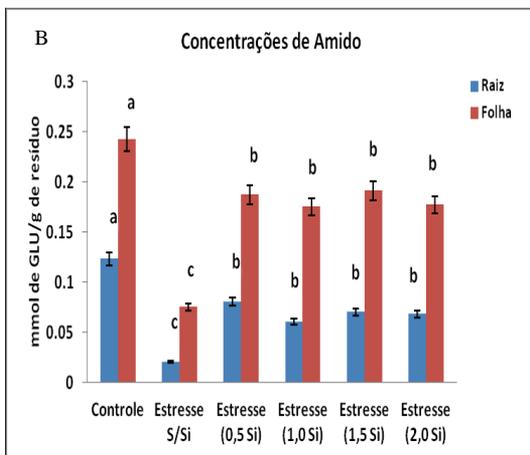
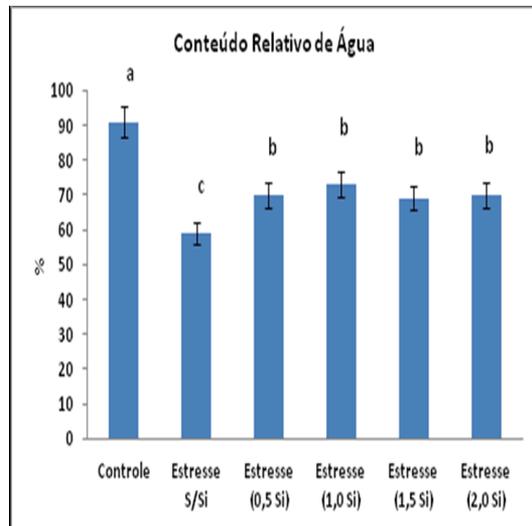
PLAUT, Z. Photosynthesis in plant crop under water and salt stress. In- PESSARAKLI, M. Handbook of plant crop physiology, Israel, cap. 27, p.587-601, 1995.

SAS INSTITUTE. SAS/STAT User's Guid: version 6.12, SAS Institute, Cary, NC. 1996.

SLAVICK, B. Methods of Studying Plant Water Relations. Springer-Verlag, New York. 1979.

VAN HANDEL, E. Direct microdetermination of sucrose. Analytical Biochemistry, v. 22, n. 02, p. 280-283, 1968.

A



D

E

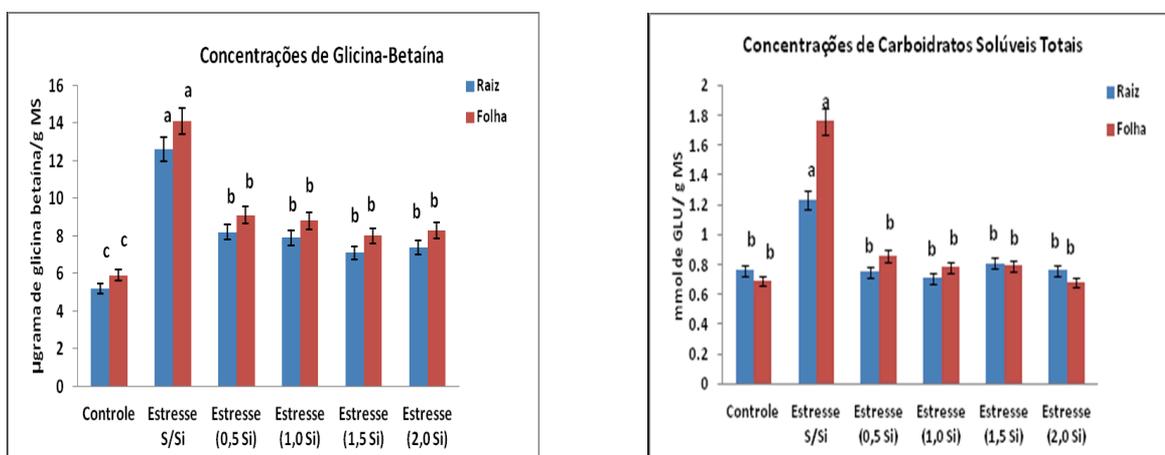


Figura 1- Conteúdo relativo de água (A), concentrações de amido (B), concentrações de sacarose (C) e concentrações de glicina-betaina (D) e concentrações de carboidratos solúveis totais (E) em folhas e raízes de sorgo (*Sorghum bicolor* [L] submetido a 7 dias de suspensão hídrica e a diferentes concentrações de silício (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 mM). Letras minúsculas iguais não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, através do teste de Tukey). As barras representam os desvios padrões das médias.