

Compostos Nitrogenados em Plantas de Sorgo Submetidas a Diferentes Concentrações de Silício e Deficiência Hídrica

Lillian Matias de Oliveira¹, Jonny Lucio de Sousa Silva², Luma Castro de Souza³, Jackeline Araújo Mota Siqueira⁴, Carla Carolynne Resueno Coelho⁵, Jaomara Nascimento da Silva⁶, Myriam Galvão Neves⁷, Helen Patrícia Moreira Negrão⁸, Cândido Ferreira de Oliveira Neto⁹

^{1,5,6,7,8,9}Acadêmicos do Curso de Agronomia da Universidade Federal Rural da Amazônia-UFRA, Capitão Poço, PA. ¹lillianoliveira4@hotmail.com, ⁵karlynha-000@hotmail.com, ⁶ns_jaomara@hotmail.com, ⁷agronomyriam@hotmail.com, ⁸helen_negrão@hotmail.com, ^{2,3,4}Engenheiros Agrônomos, UFRA. ²jonnylucios.silva@hotmail.com, ³lumasouza30@hotmail.com, ⁴jackelinearaujo86@hotmail.com e ⁹Professor Dr. da UFRA, Capitão Poço, PA. candido.neto@ufra.edu.br

RESUMO - No Brasil, as plantas de sorgo demonstram grande potencial de produção. É uma planta originária no centro da África e parte da Ásia, vem se tornando cada vez mais uma alternativa para alimentar os animais. Estresse é um desvio das condições consideradas adequadas ao desenvolvimento do vegetal. O silício é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico (H₄SiO₄). O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de compostos nitrogenados em plantas de sorgo submetidas a diferentes concentrações de silício e deficiência hídrica. 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. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC), com duas condições hídricas: controle, déficit hídrico [(sem Si) e (com Si) e 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, atividade da atividade do nitrato, amônio livre e nitrato foram afetados significativamente em plantas de sorgo sob estresse hídrico.

Palavras-chave: *Sorghum bicolor* [Moench.], casa de vegetação, metassilicato de sódio.

Introdução

No Brasil, a planta de sorgo vem demonstrando grande potencial de produção, não apenas por sua capacidade de suportar estresses ambientais que já é comprovada, mas, também, pelo fato do plantio à colheita serem mecanizados e também por apresentar grande amplitude de épocas de plantio e viabilidade de utilização dos equipamentos utilizados em outras culturas. É uma planta originária no centro da África e parte da Ásia, e vem se tornando cada vez mais uma alternativa para alimentar os animais, principalmente nas regiões onde a disponibilidade de água é baixa, e também por apresentar sementes que são ricas em proteínas, vitaminas, hidrato de carbono e sais minerais. Além disso, produzem plantas com alto volume de massa verde e que mostram tolerância à seca e à alta temperatura (CARVALHO et al., 2000).

Para Larcher (2006), estresse é um desvio das condições consideradas adequadas ao desenvolvimento do vegetal, no qual podem ocorrer alterações e respostas em parte do organismo ou nele como um todo.

O silício é absorvido pela planta na forma de ácido monossilícico (H_4SiO_4) juntamente com a água, através do fluxo de massa, além do mais se acumula principalmente nos locais de maior transpiração que são nos tricomas, espinhos, por exemplo, como ácido silícico polimerizado (BARBER e SHONE, 1966).

O objetivo deste trabalho foi estudar o comportamento de compostos nitrogenados em plantas de sorgo submetidas a diferentes concentrações de silício e a deficiência hídrica.

Material e métodos

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 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 de areia:vermiculita (1:2) e irrigados com solução nutritiva de 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 nos 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 determinação da massa seca em estufa de circulação forçada de ar a 70° C (+/- 5° C).

Foram determinados: o conteúdo relativo de água, a atividade da redutase do nitrato, o amônio livre, o nitrato, pelos métodos descritos por SLAVICK (1979), HAGEMAN e HUCKLESB (1971), WEATHERBURN (1967) e CATALDO et al. (1975), respectivamente.

Resultados e discussão

O conteúdo relativo de água (Figura 1A) foi afetado significativamente em plantas de sorgo sob estresse hídrico. Observa-se que o conteúdo relativo de água reduziu-se em comparação com as plantas controle (91%), mesmo com o aumento das 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%) de silício. Esses resultados mostraram que apesar do aumento do sistema radicular, a absorção de água do substrato pelo sistema radicular foi reduzida pela grande adsorção entre as moléculas de água e o substrato, o qual possivelmente encontrava-se no ponto de murcha permanente. Já nas concentrações de Si de 0,5 e 1,0 mM, houve uma retenção maior de água no tecido da folha e isso pode estar relacionado com um incremento da parede celular, promovendo uma regulação da transpiração celular. Para as concentrações 1,5 e 2,0 mM de silício, a redução foi maior dos níveis de água da folha pela toxidez causada pelo silício.

A atividade da redutase do nitrato (Figura 1B) nas raízes foi de: 0,71; 0,07; 0,621; 0,569; 0,31 e 0,213 mg de Redutase do nitrato/ 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: 1,48; 0,05; 1,123; 0,423; 0,223 e 0,2 mg de Redutase do nitrato/ g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Observa-se que houve redução da atividade da redutase do nitrato tanto na folha quanto na raiz quando comparadas com as plantas controle, e quando comparadas com as plantas com estresse sem silício observa-se que houve aumento em todos os tratamentos. A baixa atividade da enzima redutase do nitrato também está relacionada com as baixas concentrações de nitrato da planta, pois esta enzima utiliza as reservas de nitrato da planta que se encontram no vacúolo e esta enzima vai consumir o pouco nitrato ainda disponível da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por

Oliveira Neto (2008).

As concentrações de amônio livre (Figura 1C) nas raízes foram de: 30,21; 15,27; 23,92; 25,81; 25,30 e 24,09 mg de Amônio livre/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: 19,03; 11,52; 20,74; 18,50; 17,88 e 19,51 mg de Amônio livre/ g MS, nas plantas controle, estresse S/Si, estresse (0,5mM), estresse (1,0mM), estresse (1,5mM) e estresse (2,0mM), respectivamente. Esses resultados mostram que houve redução nas concentrações de amônio livre tanto na raiz quanto na folha quando comparadas com as plantas controle, e quando comparadas com as do estresse sem silício observa-se que houve aumento. Nas plantas sob o déficit hídrico o aumento nas concentrações de amônio livre pode estar ligado às outras rotas para formação do mesmo, promovendo um acúmulo de amônio através de um descompasso entre sua produção (desaminação, fotorrespiração, catabolismo de aminoácidos) e a redução da atividade da enzima glutamina sintetase (GS). Além disso, estes resultados comprovam que a deficiência hídrica aumentou expressivamente as concentrações de amônio livre em consequência da possível redução da fotossíntese, haja vista que a mesma está intimamente ligada ao metabolismo do nitrogênio, além do que a falta de água na folha inibiu a atividade da atividade da redutase do nitrato. Fato esse observado no gráfico da Figura 5 que mostra uma alta porcentagem de amônio livre principalmente nas folhas.

As concentrações de nitrato nas raízes foram de: 0,58; 0,13; 0,21; 0,22; 0,23 e 0,22 mg de nitrato/ 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: 0,46; 0,23; 0,36; 0,39; 0,35 e 0,31 mg de nitrato/ 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 houve redução de nitrato tanto na raízes quanto nas folhas quando comparado ao controle, enquanto quando comparado ao estresse sem silício houve aumento na concentração de nitrato tanto nas folhas quanto nas raízes. Essa redução ocorreu provavelmente porque a suspensão da irrigação do solo promoveu uma diminuição na absorção de NO_3 pelas raízes e, conseqüentemente, seu transporte para as folhas através do fluxo transpiratório, atenuando a atividade da enzima redutase do nitrato nas raízes e folhas (OLIVEIRA NETO, 2008).

Conclusões

A deficiência hídrica em plantas de sorgo afetou significativamente os compostos nitrogenados em plantas de sorgo submetidas a diferentes concentrações de silício e deficiência hídrica.

O silício promoveu uma tolerância maior em plantas submetidas à deficiência hídrica.

Literatura Citada

BARBER, D.A.; SHONE M.G.T. The absorption of silica from aqueous solutions by plants. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 17, p. 569-578, 1966.

CARVALHO, L.F.; MEDEIROS FILHO, S.; ROSSETTI, A.G.; TEÓFILO, E.A. Condicionamento osmótico em sementes de sorgo. *Revista Brasileira de Sementes*, v. 22, n.1, LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Rima, 2000. 531 p.

CATALDO, D. A.; HAROON, S. L. E; YOUNGS, V. L. Rapid colorimetric determination of nitrate in plant tissue by nitration of salicylic acid. *Commum Soil Science Plant Analyse*, 6: (1):71-80, 1975.

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.

HAGEMAN, R. H. G.; HUCKLESBY, D. P., Nitrate reductase from higher plants. In: *Methods in enzymology*, 17 A: 491 – 503, 1971.

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

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. Tradução: Prado, C. H. B. A. São Carlos: Rima, 2006. 531 p.

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.

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.

WEATHERBURN, M. W. Phenol hypochlorite reaction for determination of ammonia. Analytical Chemistry. V. 39: 971-974. 1967.

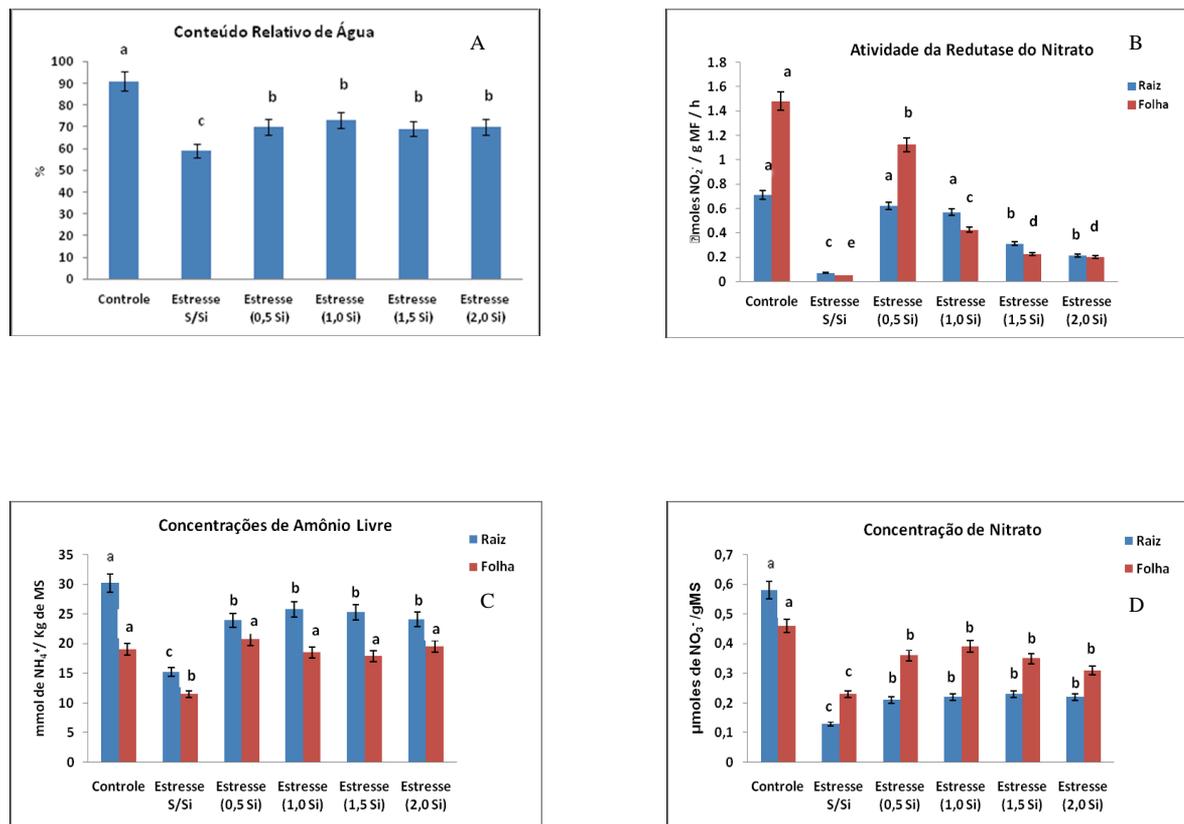


Figura 1- Conteúdo relativo de água (A), atividade da redutase do nitrato (B), concentrações de amônio livre (C) e concentrações de nitrato (D) em folhas e raízes de sorgo (*Sorghum bicolor* [L] submetido a 7 dias de suspensão hídrica e diferentes concentrações de silício (0,5, 1,0, 1,5 e 2,0 mM). Letras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