

OSMOPROTEÇÃO E ATIVIDADE FOTOQUÍMICA EM CULTIVARES DE CANA-DE-AÇÚCAR SOB DÉFICIT HÍDRICO E REIDRATAÇÃO

Adenilton C. S. da Silva^{1*}, Sebastião de O. Maia Júnior², Claudiana M. dos Santos³, André L. J. Silva¹, João R. Avelino¹, Elenilton L. S. dos Santos¹, Jhulyanne C. M. dos Santos², Laurício Endres⁴

1. Estudantes de IC do Centro de Ciências Agrárias da UFAL
2. Estudantes de pós-graduação do Centro de Ciências Agrárias da UFAL
3. Pesquisadora do Centro de Ciências Agrárias da UFAL
4. CECA-UFAL - Fisiologia Vegetal / Orientador

Resumo:

A cana-de-açúcar é uma planta de metabolismo C4, com grande capacidade produtiva. Entretanto, na maioria das regiões o déficit hídrico tem sido o fator mais limitante à sua produtividade. Dessa maneira, objetivou-se avaliar os níveis de prolina, glicina betaína e a eficiência fotoquímica máxima do PSII sob déficit hídrico e reidratação em cultivares de cana-de-açúcar. O experimento foi realizado no Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Alagoas. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, sendo duas cultivares, RB72454 e RB92579, e duas condições hídricas, controle e déficit hídrico. Os níveis de prolina aumentaram sob estresse hídrico mais na cultivar RB92579 que na RB72454. Semelhantemente, os níveis de glicina betaína aumentaram sob estresse hídrico na RB92579, mas não na RB72454. A cultivar RB92579 é mais tolerante ao déficit hídrico, pois apresenta aumento nos níveis de prolina e glicina betaína, além da manutenção de Fv/Fm.

Palavras-chave: estresse hídrico, osmoprotetores, tolerância

Apoio financeiro: Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Ensino Superior - CAPES

Introdução:

A cana-de-açúcar é uma planta de metabolismo C4, com grande capacidade produtiva nas diversas regiões do mundo onde é cultivada. Entretanto, na maioria das regiões o déficit hídrico é o fator mais limitante à sua produtividade, sobretudo onde o cultivo não é irrigado (Inman-bamber; Smith, 2005).

O déficit hídrico pode levar a perturbação de processos fisiológicos como a eficiência fotoquímica (Silva et al., 2013). Sob essas condições, a capacidade fotossintética é progressivamente reduzida com alterações na atividade fotoquímica do PSII. Como consequência, as plantas têm menor aproveitamento da energia luminosa na produção de ATP e NADPH, aumentando a suscetibilidade à fotoinibição (Sales et al., 2013).

A preservação da atividade fotoquímica com baixa fotoinibição e manutenção da assimilação de CO₂ após um período de deficiência hídrica é um mecanismo extremamente importante para retomar seu crescimento e desenvolvimento, sendo, portanto, interessante também avaliar a recuperação das plantas após o déficit hídrico (Chen et al., 2016).

A capacidade das plantas se recuperarem do déficit hídrico após a reidratação está ligada aos mecanismos de tolerância desencadeados durante o período de estresse (Chen et al., 2016). Um desses mecanismos é a produção de osmoprotetores, como por exemplo, prolina e glicina betaína (Zhang et al., 2014), que auxiliam as plantas a sofrer menos distúrbios no aparelho fotoquímico do PSII, além de promoverem uma melhor recuperação do estresse hídrico. A proteção dos osmoprotetores sobre o aparato fotoquímico quando a cana-de-açúcar está sob déficit hídrico não é bem compreendido (Endres et al., 2016). No entanto, existem relatos de que o acúmulo de osmoprotetores contribui com a tolerância de plantas de diferentes espécies quando submetidas ao déficit hídrico (Ashraf; Foolad, 2007).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar os níveis dos osmoprotetores prolina e glicina betaína e a eficiência

fotoquímica máxima do PSII de cana-de-açúcar sob estresse hídrico e reidratação.

Metodologia:

O estudo foi realizado no Centro de Ciências Agrárias (CECA) da Universidade Federal de Alagoas, Brasil (9° 28' S, 35° 49' W, 127 m de altitude), em casa de vegetação. Neste estudo, foram utilizadas as cultivares de cana-de-açúcar RB72454 e RB92579.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2 x 2, sendo duas cultivares de cana-de-açúcar, RB72454 e RB92579, e duas condições hídricas, controle (plantas hidratadas) e estresse hídrico (estressadas com posterior reidratação), em dez repetições.

Foram utilizados vasos de 30 L, preenchidos com 23 kg de solo, o qual foi previamente corrigido com calcário, e incubado por 60 dias. Posteriormente, o solo foi adubado conforme recomendações de (Vitti et al., 2013). Foram plantados quatro colmos com gemas individuais em cada vaso. Aos 30 dias realizou-se o desbaste deixando-se duas plantas por vaso, em que apenas dois perfilhos primários foram mantidos para as avaliações.

O solo foi mantido próximo da capacidade de campo durante todo o período de crescimento até a imposição do estresse hídrico, aos 105 dias após o plantio. A umidade do solo foi monitorada a cada dois dias a partir do início do estresse hídrico até a reidratação, utilizando o sensor de umidade modelo SM200 (Delta T Device, England) a dez cm de profundidade.

O estresse hídrico permaneceu até a ocasião em que se visualizou a murcha e enrolamento das folhas+1, bem como o início da senescência nas folhas mais velhas, quando a umidade do solo chegou a 2,2% em média. Aos oito dias após o estresse hídrico, as plantas stressadas foram reidratadas por quatro dias, enquanto as plantas controle foram mantidas hidratadas durante todo período. Dessa maneira, as avaliações foram realizadas em dois momentos, ao final do estresse (plantas controle/hidratadas x stressadas) e da reidratação (plantas controle/hidratadas x stressadas/reidratadas). Foram avaliadas, nos dois períodos, as seguintes variáveis: Fv/Fm, prolina e glicina betaína.

A eficiência fotoquímica máxima do PSII (Fv/Fm) foi avaliada entre 12 e 13 horas conforme Maxwell e Johnson (2000), utilizando-se um fluorômetro portátil (PAM 2500, WALZ).

Posteriormente, foram coletadas as folhas+1 de uma planta por repetição priorizando-se a parte mediana com descarte da nervura central. As folhas selecionadas foram rapidamente congeladas em N₂ líquido e armazenadas em freezer a -70 °C, para posterior avaliação dos teores de prolina e glicina betaína. A prolina foi analisada com base no método de Bates et al. (1973) e a glicina betaína foi analisada com base no método de Grieve e Grattan (1983) com pequenas modificações.

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias comparadas pelo teste de Tukey a $p < 0,05$ (Sisvar 5.6).

Resultados e Discussão:

A eficiência fotoquímica máxima do PSII (Fv/Fm) foi afetada pelo estresse hídrico chegando a reduzir 38,7 e 12% nas cultivares RB72454 e RB92579, respectivamente (Figura 1A). Com a reidratação, Fv/Fm se recuperou na cultivar RB92579, mas não na RB72454 (Figura 1B). Esses resultados indicam que Fv/Fm foi eficiente na seleção das cultivares de cana-de-açúcar ao estresse hídrico como relatado por Silva et al. (2013). Além disso, a cultivar RB92579 desencadeou mecanismos que lhe proporcionaram melhor recuperação fotoquímica e, portanto, maior tolerância ao estresse como observado também em cana-de-açúcar (Silva et al.,

2013) e milho (Chen et al., 2016).

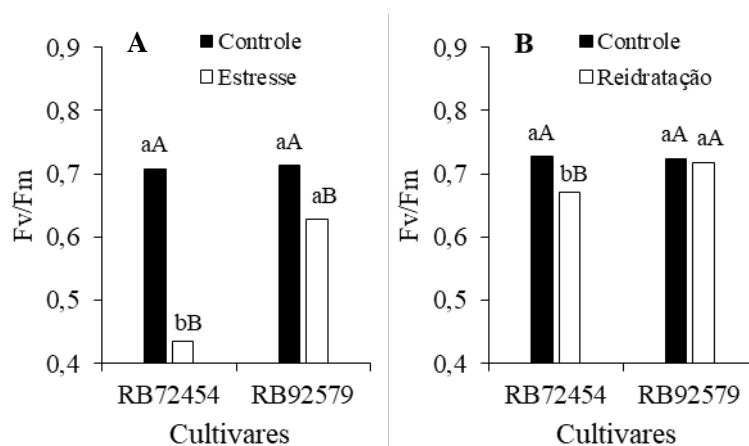


Figura 1. Eficiência fotoquímica máxima do PSII (Fv/Fm) de cultivares de cana-de-açúcar sob estresse hídrico (A) e posterior reidratação (B). *Médias seguidas de letras maiúsculas iguais entre tratamentos hídricos dentro de cultivares, e letras minúsculas iguais de cultivares dentro de tratamentos hídricos, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O estresse hídrico aumentou os níveis de prolina em 623% na RB72454 e 1657% na RB92579 em relação às plantas hidratadas (Figura 2A). Após a reidratação, os níveis de prolina não variaram entre plantas reidratadas e controle na cultivar RB72454, mas se mantiveram 184% maior nas plantas reidratadas na cultivar RB92579, quando comparadas ao tratamento controle (Figura 2B). Esses resultados condizem com os resultados de Abbas et al. (2014), em que a concentração de prolina foi maior nas plantas de cana-de-açúcar sob estresse hídrico, se sobressaindo nas cultivares mais tolerantes.

O estresse hídrico não alterou os níveis de glicina betaína da cultivar RB72454 (Figura 2C). Já a cultivar RB92579 aumentou os níveis de glicina betaína em 28% sob estresse hídrico, e manteve níveis de 13% acima nas plantas reidratadas (Figura 2D). Resultados semelhantes também foram observados em cultivares de trigo (Wang et al., 2010) e de cana-de-açúcar sob condições de estresse hídrico (Abbas et al., 2014), em que os níveis de glicina betaína aumentaram mais nas plantas estressadas.

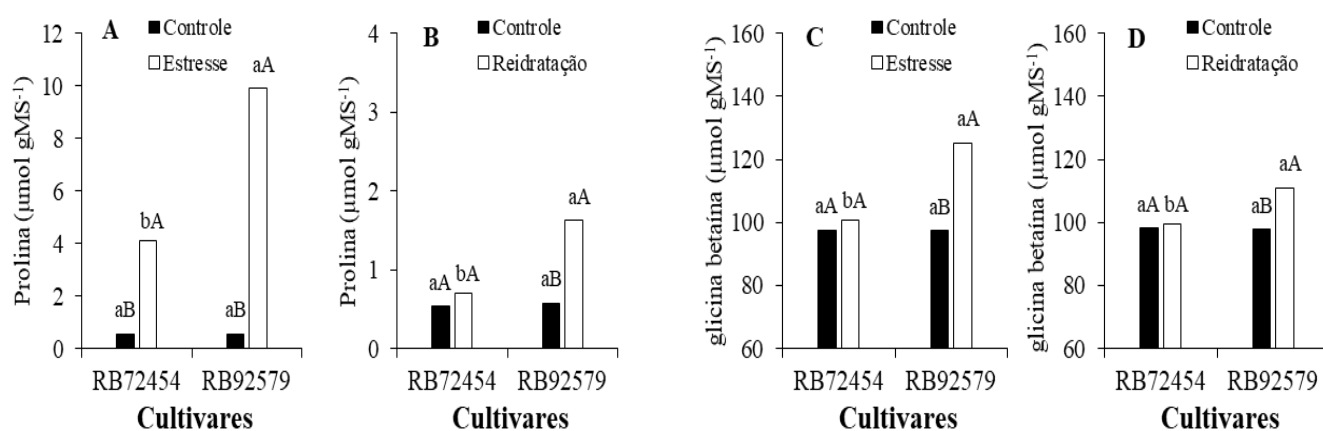


Figura 2. Níveis de prolina no estresse (A) e reidratação (B) e de glicina betaína no estresse (C) e reidratação (D) em duas cultivares de cana-de-açúcar sob estresse hídrico e posterior reidratação. *Médias seguidas de letras maiúsculas iguais entre tratamentos hídricos dentro de cultivares, e letras minúsculas iguais de cultivares dentro de tratamentos hídricos, não diferem estatisticamente entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conclusões:

A cultivar RB92579 é mais tolerante ao estresse hídrico, apresentando mecanismos de proteção como menor redução de Fv/Fm, o qual foi mais ativo que na RB72454. Além disso, infere-se que o acúmulo dos osmoprotetores prolina e glicina betaína na RB92579, sob condição de estresse, contribuiu na proteção do aparelho fotossintético além de auxiliar na recuperação.

Referências bibliográficas

- ABBAS, S. R., AHMAD S.D., SABIR S.M., SHAH A.H. Detection of drought tolerant sugarcane genotypes (*Saccharum officinarum*) using lipid peroxidation, antioxidante activity, glycine-betaine and proline contents. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 14:233-243, 2014.
- ASHRAF, M., AND M. R. FOOLAD. Roles of glycine betaine and proline in improving plant abiotic stress resistance. *Environ. Exp. Bot.* 59, 206–216, 2007.
- BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water stress studies. *Plant Soil*, Dordrecht, v. 39, p. 205-207, 1973.
- CHEN, D.; WANG, S.; CAO B.; CAO, D.; LENG, G.; LI, H.; YIN, L.; SHAN, L.; DENG, X. Genotypic variation in growth and physiological response to drought stress and re-watering reveals the critical role of recovery in drought adaptation in maize seedlings. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, 1-15, 2016.
- ENDRES, L., OLIVEIRA, N. G., FERREIRA, V. M., SILVA, J. V., BARBOSA, G. V. S., MAIA JUNIOR, S. O. Morphological and physiological response of sugarcane under abiotic stress to neonicotinoid insecticides. *Theor. Exp. Plant Physiol.* 28:347–355, 2016.
- GRIEVE, C.M., GRATTAN, S. R. Rapid assay for determination of water soluble quaternary ammonium compounds. *Plant and Soil*. 70, 303- 307, 1983.
- INMAN-BAMBER, N.G.; SMITH, D.M. Water relations in sugarcane and response to water deficits. *Field Crops Research*, v.92, p.185-202, 2005.
- MAXWELL C.; JOHNSON, G. M. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, Oxford, v. 51, p. 659-668, 2000.
- SALES, C.R.G., RIBEIRO, R.V., SILVEIRA, J.A.G. MACHADO, E. C., MARTINS, M. O., LAGÔA, A. M. M. A. Superoxide dismutase and ascorbate peroxidase improve the recovery of photosynthesis in sugarcane plants subjected to water deficit and low substrate temperature. – *Plant Physiol. Biochem.* 73: 326-336, 2013.
- SILVA. M. A.; SANTOS, C. M.; ARANTES, M. T.; BRUNELLI, M. C.; HOLANDA, L. A. Respostas fisiológicas de cultivares de cana-de-açúcar submetidas à deficiência hídrica e a reidratação. *Revista Caatinga*, v. 26, n. 3, p. 28-35, 2013.
- VITTI GC, LUZ PHC, ALTRAN WS. Nutrição e adubação. In: SANTOS F, BORÉM, A. (eds) *Cana-de-açúcar: do plantio à colheita*. UFV, Viçosa, 2013.
- WANG, G.P., ZHANG, X.Y., LI, F., LUO, Y., WANG, W. Overaccumulation of glycine betaine enhances tolerance to drought and heat stress in wheat leaves in the protection of photosynthesis. *Photosynthetica*, 48 (1): 117-126, 2010.
- ZHANG, L. X., LAI, J. H., LIANG, Z. S., ASHRAF, M. Interactive effects of sudden and gradual drought stress and foliar-applied glycinebetaine on growth, water relations, osmolyte accumulation and antioxidant defence system in two maize cultivars differing in drought tolerance. *Journal Agronomy Crop Science*, 200, 425–433, 2014.