

SOLUTOS ORGÂNICOS CONTRIBUEM PARA O AJUSTAMENTO OSMÓTICO DE GENÓTIPOS DE ALGODOEIRO SUBMETIDOS AO DÉFICIT HÍDRICO

ORGANIC SOLUTES CONTRIBUTE TO THE OSMOTIC ADJUSTMENT OF COTTON GENOTYPES UNDER DROUGHT STRESS

Oliveira, APS¹; Macêdo, ECF¹; Zonta, JH²; Jales Filho¹, RC; Melo, YL¹; Melo, AS¹

¹Universidade Estadual da Paraíba, Campus I, Campina Grande-PB. Brasil.

autapaulina@outlook.com; yurimelo86@gmail.com; renatto_jales@hotmail.com;
alberto@uepb.edu.br. ²Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Empara Algodão. joão-
henrique.zonta@embrapa.br

Resumo: O algodoeiro trata-se de uma cultura difundida no Brasil e possui adaptabilidade aos ambientes com restrição hídrica, nesta perspectiva o estudo objetivou avaliar os mecanismos de resistência de diferentes genótipos de algodoeiro ao déficit hídrico através de descritores fisiológicos e bioquímicos relacionados ao ajustamento osmótico vegetal. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação com esquema fatorial 6 x 2, correspondendo a seis genótipos (BRS 368 RF, BRS Seridó, CNPA 5M, BRS 286, BRS Aroeira e BRS 7MH) e dois manejos hídricos (sem e com déficit hídrico), em delineamento inteiramente casualizado, com 3 repetições. Após 14 sob os tratamentos hídricos, folhas de cada genótipo foram analisadas quanto ao potencial hídrico, açúcares totais, aminoácidos totais e prolina. Os genótipos de algodoeiro BRS Seridó, CNPA 5M, BRS Aroeira e BRS 7MH apresentaram aumentos nos seus potenciais hídricos, comparados aos demais genótipos. Os aumentos de aminoácidos totais e prolina contribuíram de forma mais efetiva para o ajustamento osmótico dos genótipos BRS Seridó e BRS 7MH, em condições de déficit hídrico. O genótipo CNPA 5M aumentou seus níveis açúcares totais e aminoácidos totais para mitigar os efeitos osmóticos do déficit hídrico. Já o genótipo BRS Aroeira utiliza-se de açúcares totais e prolina para o ajustamento osmótico nas condições de estresse do presente estudo.

Palavras-chave: *Gossypium hirsutum* L.; Osmorreguladores; Resistência; Seca.

Introdução

O algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) fornece matéria prima para o ramo agrotêxtil, apresentando aproximadamente 90% das fibras naturais destinadas à produção e consumo brasileiro (BARROCAS et al., 2014). As áreas cultivadas abrangem cerca de 956,7 mil hectares e para a safra 2017-2018, são esperadas uma produção de 25,67 milhões de toneladas no país, cujo aumento representa 9,8% na produção (CONAB, 2018).

O Brasil, apesar de ser um grande produtor agrícola, apresenta desigualdades quanto à distribuição hídrica, o que afeta negativamente os produtores, principalmente os que cultivam em regiões cujo acesso à água é restrito, como o Nordeste. Associada as variações climáticas súbitas, a escassez hídrica em algumas regiões inibem o plantio de espécies importantes para a economia nacional, entretanto pode-se destacar algumas, as quais possuem maior adaptabilidade ao déficit hídrico como o algodão, feijão-caupi, milho, dentre outras (VIÇOSI et al., 2017). Neste sentido, a seleção de genótipos resistentes ao estresse hídrico pode auxiliar à identificação e a compreensão dos diversos mecanismos de tolerância à seca, assim como, a avaliação de quais cultivares são mais tolerantes ao déficit hídrico.

Os efeitos dos problemas causados pela restrição hídrica são notados principalmente na produtividade e no crescimento vegetal, além de provocar perda da homeostase hídrica e afetar os processos de absorção e manutenção do acúmulo de água nos tecidos (FLOWERS et al., 2014). Contudo, uma das principais estratégias utilizadas pelas plantas para contornar os problemas da seca é o ajustamento osmótico. Este mecanismo consiste na síntese e acúmulo de solutos



orgânicos nas células, que reduzem o potencial osmótico e aumenta a turgidez garantindo desta forma, maior absorção de água e a manutenção do crescimento celular. Dentre os osmorreguladores mais estudados destacam-se: açúcares solúveis, aminoácidos (ex. prolina e glicina betaína), íons inorgânicos, proteínas dentre outros (SILVEIRA et al., 2010).

Uma resposta fisiológica ao déficit hídrico pode ser representada pela combinação de eventos moleculares prévios, que são ativados pela percepção do sinal de estresse, como o aumento do teor de prolina, um dos mecanismos principais das plantas para o ajustamento osmótico e o aumento no acúmulo de açúcares solúveis totais, os quais constituem um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética das plantas e adaptabilidade a diferentes ambientes sob condições adversas (SILVEIRA et al., 2010).

Nessa perspectiva, o presente estudo objetivou avaliar os mecanismos de resistência de diferentes genótipos de algodoeiro ao déficit hídrico através de descritores fisiológicos e bioquímicos relacionados ao ajustamento osmótico vegetal.

Metodologia

O experimento foi realizado em casa de vegetação da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA – Algodão), em Campina Grande - PB. Foram avaliados seis genótipos de algodoeiro correspondentes ao BRS 368 RF (Genótipo A), BRS SERIDÓ (Genótipo B), CNPA 5M (Genótipo C), BRS 286 (Genótipo D), BRS AROEIRA (Genótipo E) e BRS 7MH (Genótipo F), submetidos a dois manejos hídricos (sem déficit hídrico – irrigação próxima à capacidade de campo; com déficit hídrico – suspensão total da irrigação), combinados no esquema fatorial 6 x 2, em delineamento inteiramente casualizado com 3 repetições, compreendendo 36 unidades experimentais.

As sementes foram deslintadas e posteriormente aplicado fungicida sistêmico. Em cada vaso de polipropileno (7 litros) foram plantadas quatro sementes por genótipo e após 15 dias da emergência foram realizados desbastes, deixando-se apenas duas plântulas por vaso. O solo foi previamente corrigido e fertilizado com matéria orgânica, atendendo sugestões da recomendação da análise de solo. Após 20 dias da emergência, quando o limbo da primeira folha definitiva atingiu dimensões mínimas de 6 cm², 18 unidades experimentais foram submetidas à irrigação diária, correspondendo ao tratamento sem déficit hídrico (SDH), ao passo que, em outras 18 unidades experimentais, a irrigação foi suspensa completamente, correspondendo ao tratamento com déficit hídrico (CDH).

Após 14 dias de submissão ao déficit hídrico, foram retirados 3 vasos com duas plantas de cada genótipo, com e sem déficit hídrico, para as análises fisiológicas e bioquímicas em tecido foliar, correspondendo as variáveis de potencial hídrico foliar (Ψ_w), realizada no horário entre 5:00 e 6:00 h da manhã, utilizando-se a bomba de Scholander, modelo Soilmoisture 3000, com leituras expressas em Mpa; açúcares solúveis totais (AST), realizada pelo método “fenol-sulfúrico” descrito por Dubois et al. (1956), expressa em $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca, com leitura realizada em espectrofotômetro a 490 nm de absorbância; aminoácidos livres totais (AALT), determinada segundo o método descrito por Peoples et al. (1989), expressa $\eta\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca, com leitura realizada em espectrofotômetro a 570 nm de absorbância; e prolina livre (PRO), determinada segundo metodologia descrita por Bates (1973), expressa $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ de massa fresca, com leitura realizada em espectrofotômetro a 520 nm.

Os dados das coletas foram submetidos à análise de variância pelo teste F, onde as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, utilizando-se o programa computacional Sisvar 5.6.

Resultados e discussão





Avaliando o potencial hídrico das plantas de algodoeiro submetidas ao déficit hídrico, observaram-se reduções nos potenciais hídricos de todos os genótipos, comparado às plantas irrigadas. Os genótipos BRS Seridó, CNPA 5M, BRS Aroeira e BRS 7MH apresentaram maiores potenciais hídricos em condições de déficit hídrico, comparados aos genótipos BRS 368 RF e BRS 286 sugerindo a participação de mecanismos intraespecíficos de mitigação aos efeitos do déficit hídrico (Figura 1 A).

As plantas cultivadas em condições de deficiência hídrica no solo apresentam reduções no potencial hídrico do tecido foliar. Tais efeitos podem repercutir em prejuízos aos processos fisiológicos, bioquímicos, moleculares e morfológicos, resultando em modificações no seu metabolismo (ZANDALINAS et al., 2018). Além disso, os efeitos das variações metabólicas na disponibilidade hídrica comprometem a capacidade de estabelecimento da maioria das plantas cultivadas (SILVA et al., 2012). No entanto, o aumento do potencial hídrico em parte dos genótipos sugere que o algodoeiro apresenta capacidade de efetuar um ajustamento osmótico.

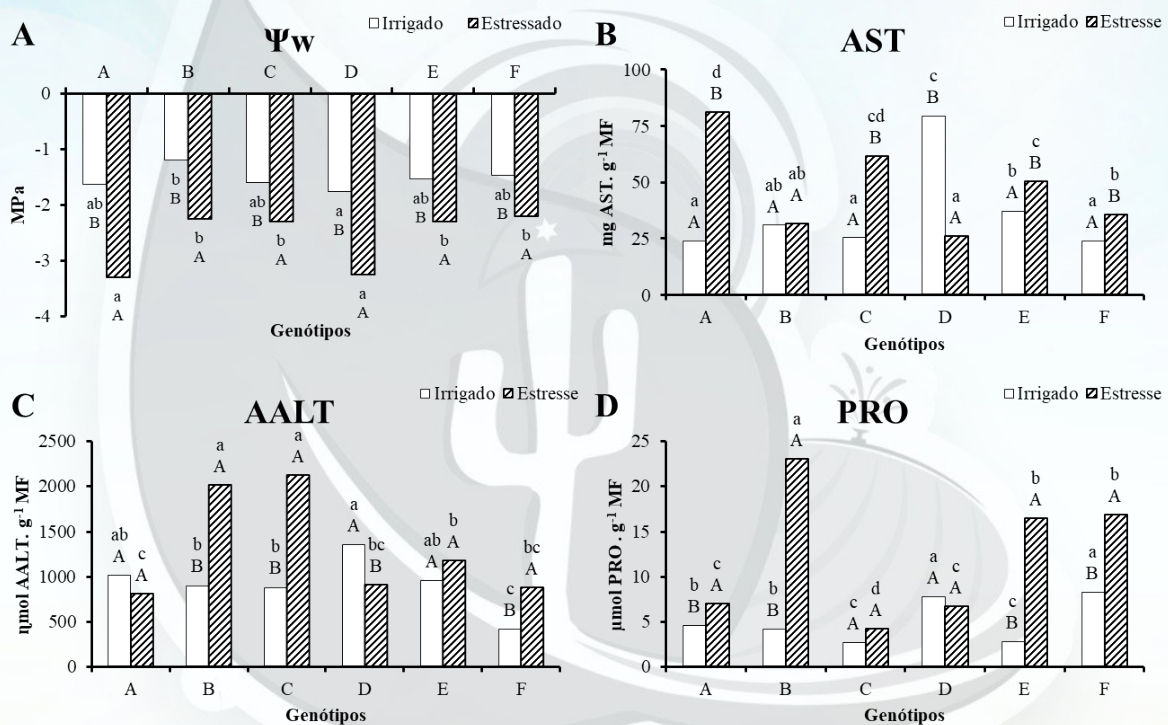


Figura 1: Potencial hídrico (Ψ_w) (A); açúcares solúveis totais (B); aminoácidos livres totais (C) e prolina livre (D) em diferentes genótipos de algodoeiro (A - BRS 368 RF; B - BRS Seridó; C - CNPA 5M; D - BRS 286; E - BRS Aroeira; F - BRS 7MH), após 14 dias de exposição ao déficit hídrico. Médias seguidas de letras maiúsculas comparam os tratamentos hídricos para cada genótipo e médias seguidas de letras em minúsculo, comparam os diferentes genótipos em cada tratamento hídricos pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Ao avaliar os açúcares solúveis totais (AST) dos diferentes genótipos de algodoeiro, observou-se que a maioria apresentou aumento nos níveis de AST após submissão ao déficit hídrico, com exceção dos genótipos BRS Seridó e BRS 286 (Figura 1 B). Os genótipos BRS 368 RF, CNPA 5M, BRS Aroeira e BRS 7MH, submetidos ao déficit hídrico, apresentaram aumentos nos níveis de AST de aproximadamente 70%, 58%, 26% e 32%, respectivamente, comparados aos seus respectivos grupos controles irrigados (Figura 1 B).

O aumento nos níveis de AST, observados em alguns genótipos submetidos ao déficit hídrico, sugerem que o acúmulo de carboidrato possa desempenhar um papel importante no ajuste osmótico do algodoeiro, principalmente nos genótipos CNPA 5M, BRS Aroeira e BRS 7MH, por apresentarem aumento no potencial hídrico, comparados aos demais genótipos na



mesma condição (CHEN et al., 2011). Os carboidratos solúveis constituem um dos principais fatores relacionados à eficiência fotossintética e, conseqüentemente, ao crescimento e adaptabilidade do vegetal a diferentes ambientes e condições adversas, ocasionadas pelos variados tipos de estresse (FAROOQ et al., 2012).

Ao avaliar os aminoácidos livres totais (AALT) dos diferentes genótipos de algodoeiro submetidos ao déficit hídrico, observou-se que os genótipos BRS Seridó, CNPA 5M e BRS 7MH apresentaram aumentos de 123%, 139% e 110%, respectivamente, comparados aos seus respectivos grupos controles irrigados (Figura 1 C). O aumento das concentrações de aminoácidos livres totais nos genótipos BRS Seridó, CNPA 5M e BRS 7MH, provavelmente agiram como osmólitos compatíveis, mantendo o turgor celular a potenciais hídricos inferiores ao do ambiente externo e contribuindo para o aumento da capacidade de tolerar ao déficit hídrico (AJITHKUMAR & PANNEERSELVAM, 2014).

Com exceção dos genótipos CNPA 5M e BRS 286, os demais apresentaram aumento na concentração de prolina (Figura 1 D). Os genótipos BRS 368 RF, BRS Aroeira e BRS 7MH, em condições de déficit hídrico, apresentaram aumentos de aproximadamente 51%, 491% e 104%, comparados aos seus respectivos grupos controles irrigados. O genótipo BRS Seridó obteve a maior média dentre todos os tratamentos e genótipos avaliados (23,02 $\mu\text{mol} \cdot \text{g}^{-1}$ MF), aumentando em 5 vezes a concentração de prolina comparada ao seu controle irrigado. O acúmulo de prolina nos referidos genótipos de algodoeiro podem ter contribuído para a regulação osmótica, o que aumenta a capacidade da planta de extrair água do solo, de proteger a integridade celular, ou ainda, participar da constituição de estoque de nitrogênio e carbono, usados durante o período de déficit hídrico (ULLAH et al., 2017).

Conclusões

Os genótipos de algodoeiro BRS Seridó, CNPA 5M, BRS Aroeira e BRS 7MH apresentaram aumentos nos seus potenciais hídricos, comparados aos demais genótipos. Os aumentos de aminoácidos totais e prolina contribuíram de forma mais efetiva para o ajustamento osmótico dos genótipos BRS Seridó e BRS 7MH, em condições de déficit hídrico. O genótipo CNPA 5M aumentou seus níveis açúcares totais e aminoácidos totais para mitigar os efeitos osmóticos do déficit hídrico. Já o genótipo BRS Aroeira utiliza-se de açúcares totais e prolina para o ajustamento osmótico nas condições de estresse do presente estudo.

Agradecimentos

À CAPES, Conselho Nacional de Pesquisa(CNPq-UEPB) e à Embrapa Algodão.

Referências

AJITHKUMAR, P.; PANNEERSELVAM R. ROS scavenging system, osmotic maintenance, pigment and growth status of *Panicum sumatrense* roth. Under drought stress. **Cell Biochemistry Biophysics**, v.68, 2014. p.587–595.

BARROCAS, E. N.; MACHADO, J. da C.; ALVES, M. de C.; CORRÊA, C. C. Desempenho de sementes de algodão submetidas à deficiência hídrica e presença de *Colletotrichum gossypii* var. *cephalosporioides*. **Bioscience journal**. Uberlândia,.V. 30, n. 2, 2014, p. 421-428.

BATES, L. S. Rapid determination of free proline for water stress studies. **Plant and Soil**, v.39, n.1, 1973. p.205-207.





CHEN, W; FENG, C.; GUO, W.; SHI, D.; YANG, C. Comparative effects of osmotic-, salt- and alkali stress on growth, photosynthesis, and osmotic adjustment of cotton plants. **Photosynthetica**, v.49, n.3, p.417-425, 2011.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. Análise mensal- Algodão 2018 Disponível em: <file:///C:/Users/Ci%C3%A4ncias%20Agr%C3%A1rias/Downloads/AlgodãoZ-Z ConjunturaZ MensalZ-ZmaroZ2018.pdf.> Acesso em: 13 Abr. 2018.

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

FAROOQ M.; HUSSAIN M.; WAHID A.; SIDDIQUE K.H.M. (2012) Drought stress in plants: An overview. In: Aroca R. (eds) **Plant responses to drought stress**. Springer, Berlin, Heidelberg.

FERRARI, E.; PAZ, A.; SILVA, A. C. Déficit hídrico no metabolismo da soja em semeaduras antecipadas no Mato Grosso. **Nativa**, v.3, n.1, 2015., p.67-77.

FLOWERS, T. J.; MUNNS, R.; COLMER, T. D. Sodium chloride toxicity and the cellular basis of salt tolerance in halophytes. **Annals of Botany**, v.115, 2014, p.419-431.

PEOPLES, M.B.; FAIZAH , A.W.; REA KASEM , B.; HERRIDGE, D.F. Methods for evaluating nitrogen fixation by nodulated legumes in the field. Canberra: Australian **International Center of Agricultural Research**, 1989. 76p.

SILVA, M. R. da; MARTIN, T. N.; ORTIZ, S.; BERTONCELLI, P.; VONZ, D. Desempenho agrônomo de genótipos de milho sob condições de restrição hídrica. *Revista de Ciências Agrárias*, v.35, n.1, 2012. p.202-212.

SILVEIRA, J.A.G.; SILVA, S.L.F.; SILVA, E.N.; VIÉGAS, R.A. Mecanismos biomoleculares envolvidos com a resistência ao estresse salino. In: GHEYI, H.R.; DIAS, N.S.; LACERDA, C.F. Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados. **Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade**. Fortaleza, 2010, p.161-180.

ULLAH, A.; SUN, H.; YANG, X.; ZHANG, X. Drought coping strategies in cotton: increased crop per drop. **Plant Biotechnology Journal**, v.15, 2017, p.271-284.

VIÇOSI, K. A.; FERREIRA, A. A. S.; OLIVEIRA, L. A. B.; RODRIGUES, F. Estresse hídrico simulado em genótipos de feijão, milho e soja. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia-MS, v.4, 2017. p.36-42.

YANG, Z.; XU, L.; YU, J.; DACOSTA, M.; HUANG, B. Changes in carbohydrate metabolism in two kentucky bluegrass cultivars during drought stress and recovery. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.138, n.1, 2013, p.24-30.

ZANDALINAS, S. I.; MITTLER, R.; BALFAGÓN, D.; ARBONA, V.; GÓMEZ-CADENAS, A. Plant adaptations to the combination of drought and high temperatures. *Physiologia Plantarum*, v.162, p.2-12, 2018.

