

## MISTURA DE DERIVADOS DE TREALOSE MITIGAM EFEITOS CAUSADOS PELO DÉFICIT HÍDRICO EM MILHO: UMA ANÁLISE DA ANATOMIA FOLIAR

Alexandra dos Santos Ambrósio<sup>1</sup>

André Alves Manoel Diniz<sup>2</sup>

Joice Aparecida de Novais Portugal<sup>3</sup>

Kamila Rezende Dázio de Souza<sup>4</sup>

Thiago Corrêa de Souza<sup>5</sup>

### Agroecologia e Produção Agrícola

#### Resumo

O déficit hídrico é um dos principais eventos que comprometem o cultivo de milho e a aplicação de bioestimulantes, como a trealose, tornou-se uma das soluções para mitigar estresses abióticos e expandir a agricultura. Porém, a síntese de derivados de trealose e análise dos seus efeitos nas plantas ainda são desconhecidos. O presente trabalho teve como objetivo verificar se a pulverização da mistura dos derivados de trealose azídica e tosilada é capaz de mitigar o estresse gerado pelo déficit hídrico em milho através da análise da anatomia de foliar. Utilizou-se um milho híbrido sensível ao déficit hídrico e um pulverizador manual para aplicar a mistura de derivados (30mM) nas faces foliares adaxial e abaxial no início e no fim do estresse. O estresse persistiu por 12 dias seguido de reidratação. Ao fim do experimento, analisou-se os seguintes parâmetros: espessura da nervura central, distância entre os feixes, diâmetro dos metaxilemas, área de fibras, espessura do limbo, espessuras das epidermes e das cutículas, índice estomático, densidade estomática e diâmetro polar. A mistura dos derivados de trealose acarretou no aumento da espessura da epiderme, densidade estomática e funcionalidade estomática na face abaxial e redução da espessura da cutícula. A pulverização da mistura de derivados de trealose gerou modificações anatômicas na folha visando aumentar a assimilação de carbono. A mistura de derivados de trealose é capaz de mitigar os danos causados pelo estresse no híbrido de milho, exibindo a possibilidade de ser um estimulante para a tolerância ao déficit hídrico.

Palavras-chave: *Zea mays* L.; epiderme; densidade estomática; funcionalidade estomática

<sup>1</sup> Mestre Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL, Instituto de Ciências da Natureza-ICN alexandra\_dsa@hotmail.com.

<sup>2</sup> Estudante de Graduação em Ciências Biológicas Bacharelado, Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL-MG, Instituto de Ciências da Natureza-ICN, andreriddle33@gmail.com.

<sup>3</sup> Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL-MG, Instituto de Ciências da Natureza-ICN, joiceanovais@gmail.com.

<sup>4</sup> Dra. Pós doutoranda PNPd/CAPES Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL-MG, Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais- PPGCA, krdazio@hotmail.com.

<sup>5</sup> Prof. Dr., Adjunto Nível II Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL-MG, Instituto de Ciências da Natureza-ICN, thiagonepre@hotmail.com.

## INTRODUÇÃO

O déficit hídrico é um dos principais eventos naturais que prejudicam a agricultura, sendo responsável por comprometer mais de 80% dos cultivos agrícolas (FAO, 2018). O milho é um dos principais cultivos do Brasil e seu estágio vegetativo V5/V6 é um dos mais importantes de se estudar o efeito do déficit hídrico devido a diferenciação floral (MAGALHÃES; DURÃES, 2006).

A anatomia do vegetal pode sofrer modificações para responder ao déficit hídrico. Em algumas espécies, há aumento do número de estômatos acompanhado da redução do tamanho dos mesmos, para que haja assimilação de carbono com menor gasto de água (XU; ZHOU, 2008). Ademais, ocorre aumento da espessura das epidermes, cutículas e da parede celular para evitar a saída de água (KAUR; ASTHIR, 2017).

Frente a diferentes estresses, faz-se o uso de bioestimulantes, os quais são substâncias que promovem aumento no crescimento vegetal (CALVO; NELSON; KLOPPER, 2014). Já é comprovado que a aplicação exógena de trealose é capaz de induzir uma resposta satisfatória em relação aos danos causados pelo estresse hídrico (ALI; ASHRAF, 2011). Porém é necessária maior contribuição científica sobre o assunto, principalmente envolvendo pulverização de derivados de trealose na agricultura.

O presente trabalho teve como objetivo verificar se a pulverização da mistura dos derivados de trealose azidídica e tosílada é capaz de mitigar o estresse gerado pelo déficit hídrico em milho através da análise da anatomia de foliar.

## METODOLOGIA

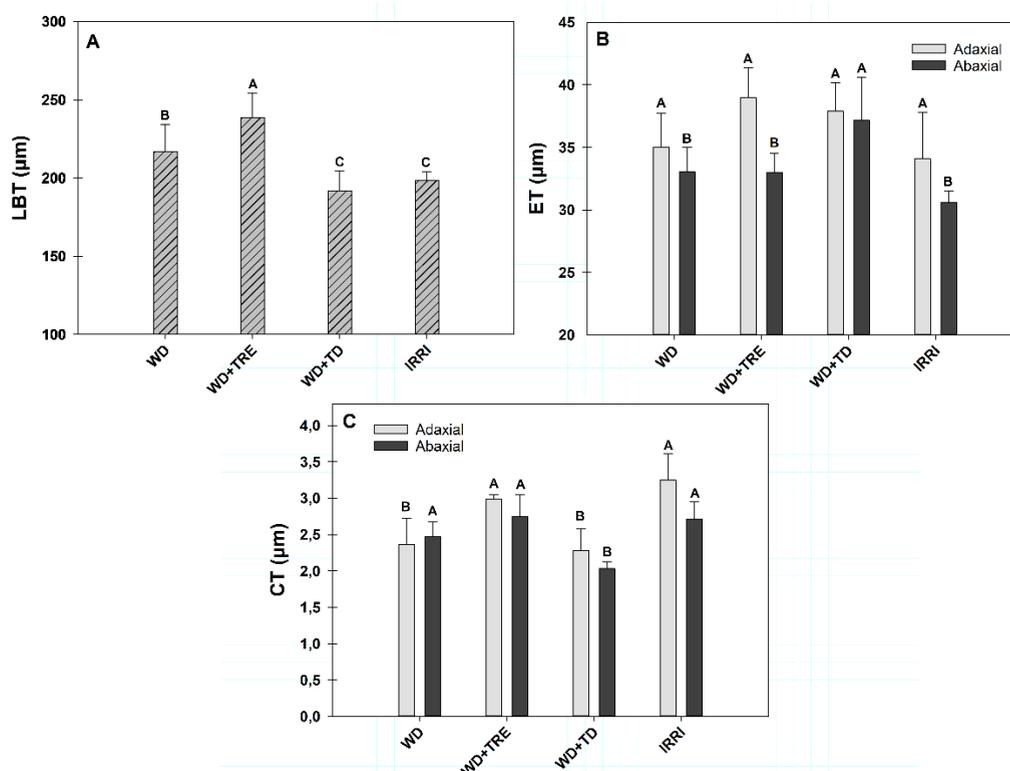
O experimento foi conduzido em casa de vegetação em vasos com capacidade de 10 dm<sup>3</sup>. Foram impostos dois tratamentos no estágio de 4 folhas totalmente expandidas: irrigado (IRRI, 70% da capacidade de campo (CC)) e déficit hídrico (WD, 55% de CC). Doze horas antes do início do estresse as plantas foram submetidas à pulverização foliar de trealose (30 mM) e à mistura dos derivados de trealose (azidídica + tosílada, 15 mM cada). Uma segunda aplicação foi realizada no quinto dia de déficit hídrico. Os tratamentos foram: déficit hídrico (WD), déficit hídrico com pulverização de trealose (WD+TRE), déficit hídrico com pulverização da mistura dos derivados de trealose (WD+TD) e irrigado (IRRI), cada um com 5 repetições.

Foram realizadas secções transversais a fim de se analisar: espessura da nervura central (LCT), distância entre os feixes (DSS), diâmetro dos metaxilemas (XD), área de

fibras (FA), espessura do limbo (LBT), espessura da epiderme (ET) e espessura da cutícula (CT). Também foram realizadas secções paradérmicas em ambas faces foliares para verificar: Índice estomático (SI), número de células paradérmicas (PC), densidade estomática (SD), diâmetro polar dos estômatos (PD) e funcionalidade estomática (SF).

Foram calculadas as médias e o  $\pm$  erro padrão (SE) para cada parâmetro. Foi realizada uma comparação entre os tratamentos através da análise de variância (ANOVA) e o teste de comparação de médias Scott Knott, a 0,05 % de significância ( $P \leq 0.05$ ), no programa Sisvar versão 4.3 (Universidade Federal de Lavras, Lavras, Brasil).

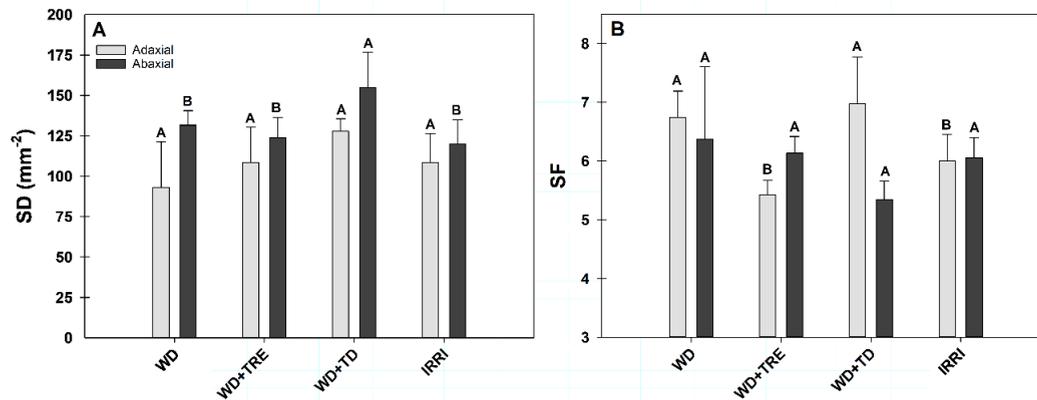
## RESULTADOS E DISCUSSÃO



**Fig 1.** Análise das secções transversais sob déficit hídrico. (A) Espessura do limbo (LBT), (B) Espessura das epidermes adaxiais e abaxiais (ET), (C) Espessura das cutículas adaxiais e abaxiais. Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $P \leq 0.05$ ). Barras correspondem ao  $\pm$  erro padrão (SE) ( $n = 5$ ).

As médias LCT, DSS, XD e FA são estaticamente iguais entre os tratamentos (dados não mostrados). Para a LBT, a maior média foi observada em WD+TRE (Fig. 2A). A ET abaxial do WD+TD foram observadas médias superiores, indicando que a mistura

de derivados de trealose proporcionou um aumento da ET da face abaxial para evitar a perda de água. WD+TRE e IRRI obtiveram as maiores médias de CT adaxial e, na parte abaxial, WD+TD apresentou a menor média. É interessante notar que a mistura dos derivados de trealose conduziu a folhas de milho mais finas (LBT), com menor CT.



**Fig 2.** Análise das seções transversais sob déficit hídrico. (A) Densidade estomática (SD), (B) Funcionalidade estomática (SF). Médias seguidas pela mesma letra entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ( $P \leq 0.05$ ). Barras correspondem ao  $\pm$  erro padrão (SE) ( $n = 5$ ).

Não houve diferença significativa no SI, PC e DP. As médias de SD abaxial em WD+TD se sobrepuseram (Fig. 2A). Uma SD maior pode favorecer as trocas gasosas foliares apesar de perder mais água (SOUZA; MAGALHÃES; PEREIRA, 2010). O PD e a SF estão ligados ao tamanho dos estômatos e conseqüentemente a área de abertura e a economia de água (ZHAO; SUN; KJELGREN, 2015). Ao analisar SF, observou-se que WD+TD e WD apresentaram maiores médias na face adaxial (Fig. 2B). WD+TD acarretou em um aumento de SF indicando maior assimilação de CO<sub>2</sub> com menor perda de água. Diferentemente da mistura de derivados, a pulverização apenas da trealose acarretou em maior LBT, CT, porém menor SF. Sob déficit hídrico, é mais eficiente a planta desenvolver folhas com mais estômatos, porém menores, para minimizar a perda de água sem comprometer a atividade fotossintética (SOUZA et al., 2013).

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Conclui-se que a mistura de derivados age de forma diferente da trealose frente ao déficit hídrico. Enquanto a trealose desencadeia modificações que buscam economizar água, a

mistura de derivados deflagra em respostas em prol de manter uma alta atividade fotossintética mesmo que haja maior perda de água. Desta forma, a mistura dos derivados trealose azídica e tosilada é capaz de mitigar os efeitos do déficit hídrico em milho e podem contribuir para pesquisas de bioestimulantes a fim de se expandir agricultura.

## A GRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa (Processo 423584/2016-2, chamada Universal 01/2016). O presente trabalho também foi realizado com apoio de bolsa da CAPES - Código de Financiamento 001. Agradecimentos pela bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq modalidade PQ, categoria 2 cedida a Souza, TC (Processo: 304421/2018-9).

## R REFERÊNCIAS

- ALI, Q.; ASHRAF, M. Induction of drought tolerance in maize (*Zea mays* L.) due to exogenous application of trehalose: Growth, Photosynthesis, Water Relations and Oxidative Defence Mechanism. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 197, n. 4, p. 258–271, 2011.
- BI, H. et al. The impact of drought on wheat leaf cuticle properties. **BMC Plant Biology**, v. 17, n. 85, p. 1–13, 2017.
- CALVO, P. E DERIVADOS/2015 T. ESTER DERIVATIVES FOR HEALTH APPLICATIONS. PD.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant and Soil**, v. 383, n. 1–2, p. 3–41, 2014.
- DU JARDIN, P. Plant biostimulants: Definition, concept, main categories and regulation. **Scientia Horticulturae**, v. 196, p. 3–14, 2015.
- FAO, IFAD, UNICEF, WFP, W. **The State of Food Security and Nutrition in the World 2018. Building climate resilience for food security and nutrition. Rome, FAO. Licence: CC BY-NC-SA 3.0 IGO.** [s.l.: s.n.].
- KAUR, G.; ASTHIR, B. Molecular responses to drought stress in plants. **Biol. Plantarum.**, v. 61, n. 201, p. 1–10, 2017.
- MAGALHÃES, P. C.; DURÃES, F. O. M. Fisiologia da Produção de Milho. **Circular Técnica**, 76, v. d, p. 10, 2006.
- NAWAZISH, S.; HAMEED, M. Leaf anatomical adaptations of *Cenchrus ciliaris* L., from the Salt Range, Pakistan against drought stress. **Pak. J. Bot.**, v. 38, n. 5, p. 1723–1730, 2006.
- SOUZA, T. C. DE; MAGALHÃES, P. C.; PEREIRA, F. J. Leaf plasticity in successive selection cycles of 'Saracura' maize in response to periodic soil flooding. **Pesq. agropec. bras.**, v. 45, n. 1, p. 16–24, 2010.
- SOUZA, T. C. et al. The influence of ABA on water relation, photosynthesis parameters, and chlorophyll fluorescence under drought conditions in two maize hybrids with contrasting drought resistance. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 35, n. 2, p. 515–527, 2013.
- XU, Z.; ZHOU, G. Responses of leaf stomatal density to water status and its relationship with photosynthesis in a grass. **Journal of Experimental Botany**, v. 59, n. 12, p. 3317–3325, 2008.
- YAN, W.; ZHONG, Y.; SHANGGUAN, Z. Evaluation of physiological traits of summer maize under drought stress. **Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science**, v. 66,

n. 2, p. 133–140, 2016.

ZHAO, W.; SUN, Y.; KJELGREN, R. Response of stomatal density and bound gas exchange in leaves of maize to soil water deficit. **Acta Physiol Plant**, v. 37, n. 1, 2015.