

INDUÇÃO DO SISTEMA ANTIOXIDANTE DO MILHO SOB DÉFICIT HÍDRICO APÓS A APLICAÇÃO DA MISTURA DE DERIVADOS DA TREALOSE

Joice Aparecida de Novais Portugal¹

Alexandra Ambrósio Santos²

Marcus Vinícius Silveira Cambraia³

Kamila Rezende Dázio Souza⁴

Thiago Corrêa de Souza⁵

Agroecologia e Produção Agrícola Sustentável

Resumo

O Déficit hídrico (DH) induz mudanças no metabolismo vegetal ativando enzimas antioxidantes no combate às espécies reativas de oxigênio. Diante da atuação da trealose na mitigação dos efeitos da seca em plantas pela ativação do sistema antioxidante, surge o interesse para teste de novos derivados dessa molécula. O objetivo deste estudo foi verificar o efeito da mistura de derivados de trealose na ativação do sistema antioxidante em milho (BRS 1030) submetido ao DH. Para isso, utilizou-se os tratamentos: DH (55% da capacidade de campo), DH+trealose (DH com aplicação foliar de trealose), DH+derivados da trealose (DH com aplicação foliar da mistura de derivados). Plantas controle irrigadas foram mantidas a 70% da capacidade de campo. Foram realizadas duas aplicações foliares: no momento de suspensão da irrigação e dez dias após imposição do DH. Realizou-se três coletas foliares (1º dia de estresse; 12º dia de estresse e 12h após reidratação) para análise enzimática da dismutase do superóxido (SOD), peroxidase do ascorbato (APX) e catalase (CAT) e peroxidação lipídica (MDA). O DH elevou a atividade da APX e CAT, mas não alterou a atividade da SOD. O MDA não variou significativamente entre os tratamentos durante DH. Após a reidratação, verificou-se redução na atividade de APX, assim como da PL em relação ao DH e aumento da atividade da SOD. A aplicação de derivados promoveu a atividade da APX, CAT em plantas de milho após 12 dias de DH, resultando em menor MDA após reidratação em relação às plantas não tratadas, concluindo que os derivados da trealose atuaram como sinalizadores de déficit hídrico no genótipo de milho BRS 1030.

Palavras-chave: Enzimas; Seca; Metabolismo; APX; CAT

¹Mestranda em Ciências Ambientais, Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL-MG, Instituto de Ciências da Natureza-ICN, joiceanovais@gmail.com

²Me. Ciências Ambientais pela Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL, Instituto de Ciências da Natureza-ICN alexandra_dsa@hotmail.com.

³Graduando em Biotecnologia, Universidade Federal de Alfenas-MG, UNIFAL-MG, marcuscambraia00@gmail.com

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

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

INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays L.*) é um dos grãos com maior produção no cenário mundial e possui alto valor econômico no setor nacional e internacional (CONAB, 2017). Porém as alterações climáticas decorrentes em épocas de safra podem limitar a produção dos grãos, interferindo negativamente na produção final (MAGALHÃES *et al.*, 2002).

O acúmulo de EROs pode causar degradação enzimática e de DNA, modificações na membrana plasmática como peroxidação lipídica e induzir a apoptose celular. Plantas de milho tolerantes ao déficit hídrico podem ativar o sistema antioxidante aumentando a atividade de enzimas como a dismutase do superóxido (SOD) e as peroxidases como peroxidase do ascorbato (APX) catalase (CAT), responsáveis pela eliminação do H₂O₂ (SANTOS *et al.*, 2018).

Em milho, observou-se que genótipos tolerantes apresentavam maior atividade enzimática antioxidante, aumentando a área foliar e o acúmulo de biomassa (MAGALHÃES *et al.*, 2016). Além disso, a aplicação exógena de trealose em milhos induz uma resposta satisfatória em relação aos danos causados pelo estresse abiótico e biótico (ZHOU *et al.*, 2014). A trealose (α D-glicopiranosil-[1,1]- α -D-glicopirose) é um dissacarídeo muito apreciado pelas indústrias por ser um açúcar natural amplamente encontrado na natureza e que não apresenta toxicidade.

Existem literaturas explorando a relação entre a trealose e a tolerância à seca, mas ainda se faz necessário uma maior contribuição científica, principalmente envolvendo novos derivados. Portanto, objetivou-se com este trabalho a verificação dos efeitos causados pelo déficit hídrico na ativação de enzimas antioxidantes em genótipos de milho (BRS1030) após a aplicação de uma mistura de derivados sintetizados da trealose.

METODOLOGIA

O experimento foi conduzido em casa de vegetação, cada vaso permaneceu com duas plântulas do híbrido de milho BRS 1030, sensível ao déficit hídrico. As adubações foram realizadas de acordo com a necessidade das plantas. A umidade do solo foi mantida a cerca de

70% da capacidade de retenção de água do solo com base no peso dos vasos. O valor máximo considerado para o déficit hídrico foi 55% capacidade de retenção de água do solo.

O experimento constou de três tratamentos: déficit hídrico (WD), déficit hídrico com aplicação foliar de trealose (WD + TRE) e déficit hídrico com aplicação foliar dos derivados de trealose (WD + M TRE D). Após a obtenção de 55% da capacidade de retenção nos vasos, foram realizadas duas pulverizações (1º e 10º dia de déficit hídrico) com a trealose e com os derivados da trealose, utilizando um pulverizador manual de pressão. Realizou-se três coletas foliares: 1º dia de déficit hídrico (1d WD), 12º dia de déficit hídrico (12d WD) e 24 horas após a reidratação (Rehydration) de todos os tratamentos recuperados para 70% da capacidade de retenção de água.

A peroxidação lipídica (MDA) foi determinada de acordo com a metodologia de Buege e Aust (1978). Para extração enzimática utilizou a metodologia de Biemelt et al (1998) e, posteriormente, o extrato enzimático foi utilizado para a determinação da atividade de: SOD (Giannopolitis e Ries, 1977); APX (Nakano e Asada, 1981) e CAT (Havir e McHale, 1987).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado (DIC). Para análise estatística dos resultados, utilizou-se a análise de variância (ANAVA) e o teste de comparação de médias *Scott-Knott* a 0,05% de significância ($p \leq 0.05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, o déficit hídrico levou a uma redução na atividade da SOD e aumento na atividade de APX e CAT, assim como na peroxidação lipídica em relação às plantas irrigadas (Figura 1). Em relação às plantas não tratadas, a aplicação de trealose reduziu a atividade da SOD, elevou a atividade da APX no período da reidratação e a atividade da CAT no máximo estresse, aos 12 d WD (Figura 1A-C). No período de estresse máximo, aos 12 d WD, as plantas tratadas com trealose apresentaram menor peroxidação lipídica (Figura 1D). A aplicação dos derivados de trealose promoveu a atividade da SOD na reidratação, e atividade de CAT e APX aos 12 d WD.

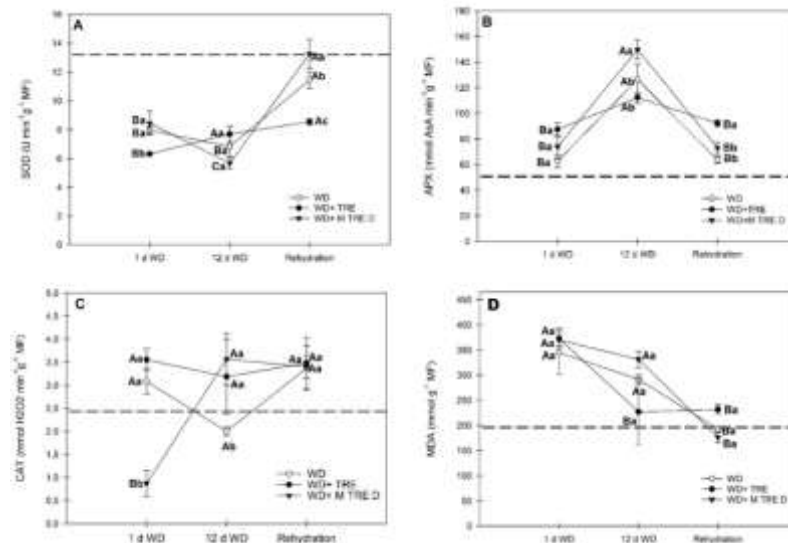


Figura 1. Atividade das enzimas superóxido dismutase (SOD) (A), peroxidase do ascorbato (APX) (B), catalase (CAT) (C) e peroxidação lipídica (MDA) (D) em folhas de milho pulverizadas com trealose e seus derivados durante a imposição do déficit hídrico e a reidratação. Médias seguidas pela mesma letra maiúscula entre os dias de coleta e minúscula entre os tratamentos não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade ($P \leq 0.05$). Tratamentos: WD = déficit hídrico; WD + TRE = déficit hídrico com aplicação foliar de trealose; e WD + M.TRE.D = déficit hídrico com aplicação foliar de derivados de trealose. Dias de coleta: 1d WD = um dia de déficit hídrico; 12d WD = 12 dias de déficit hídrico; e Rehydration = 12 horas após a reidratação. As barras correspondem ao erro padrão da média de quatro repetições. A linha tracejada representa o teor das enzimas do controle irrigado durante o experimento.

Estudos apresentados por (SHAFIQ et al., 2015) indicam que a trealose aplicada exogenamente contribui para a ativação do sistema antioxidante, aumentando a atividade da SOD e diminuindo a concentração de MDA, o que não corrobora com nosso trabalho, visto que a SOD não apresentou significativa ativação e os teores de MDA não foram alterados. Porém os derivados mostraram-se mais eficientes na ativação enzimas antioxidantes APX, CAT contribuindo para a eliminação do H_2O_2 como descrito por Liu et al., 2018.

CONCLUSÕES

A aplicação foliar da mistura dos derivados da trealose promoveu atividade das enzimas antioxidantes APX e CAT ao longo dos períodos de imposição do déficit hídrico, embora não tenha reduzido os danos oxidativos. Os derivados da trealose atuaram como sinalizadores de déficit hídrico no genótipo de milho BRS 1030.

A GRADECIMENTOS

Ao CNPq pelo financiamento do projeto de pesquisa (Processo 423584/2016-2, chamada Universal 01/2016). O apoio de bolsa da CAPES - Código de Financiamento 001. Agradecimentos pela bolsa de produtividade em pesquisa do CNPq modalidade PQ, categoria 2 cedida à Souza, TC (Processo: 304421/2018-9).

REFERÊNCIAS

- BIEMELT, S., KEETMAN, U., ALBRECHT, G., 1998. Re-Aeration following Hypoxia or Anoxia Leads to Activation of the Antioxidative Defense System in Roots of Wheat Seedlings. **Plant Physiol.** 116, 651–658. <https://doi.org/10.1104/pp.116.2.651>.
- BUEGE, J.A., AUST, S.D., 1978. Microsomal Lipid Peroxidation. *Methods Enzymol.* [https://doi.org/10.1016/S0076-6879\(78\)52032-6](https://doi.org/10.1016/S0076-6879(78)52032-6).
- COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos: primeiro levantamento, outubro/2017**. Disponível em: <www.conab.gov.br> Acesso em: 17/10/2017.
- GIANNOPOLITIS, C.N., RIES, S.K., 1977. Superoxide Dismutases: I. Occurrence in Higher Plants. **Plant Physiol.** 59, 309–314. <https://doi.org/10.1104/pp.59.2.309>.
- HAVIR, E.A., MCHALE, N.A., 1987. Biochemical and Developmental Characterization of Multiple Forms of Catalase in Tobacco Leaves. **Plant Physiol.** 84, 450–455. <https://doi.org/10.1104/pp.84.2.450>.
- LIU, Z., SHI, S., ZHANG, C., YIN, G., YANG, F., 2018. Drought tolerance in alfalfa (*Medicago sativa* L.) varieties is associated with enhanced antioxidative protection and declined lipid peroxidation. **J. Plant Physiol.** 232, 226–240. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2018.10.023>.
- MAGALHÃES, P. C. et al. Fisiologia do Milho. **Embrapa**, Sete Lagoas, n. 1, p. 23, Dezembro 2002. ISSN 1679-1150. Circular Técnica 22.
- MAGALHÃES, P.C., LAVINSKY, A.O., MELO, H.F., ALVES, J.C., SOUZA, T.C., BARBOSA, A.P., RIBEIRO, C., 2016. Relationship Between Nitric Oxide, Enzymatic Antioxidant System And ABA In Maize Under Long-Term Drought. **Rev. Bras. Milho e Sorgo.** <https://doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n2p155-166>.
- NAKANO, Y.; ASADA, K., 1981. Hydrogen Peroxide is Scavenged by Ascorbate-specific Peroxidase in Spinach Chloroplasts. **Plant Cell Physiol.**
- SANTOS, M.O., OLIVEIRA SILVEIRA, H.R., SOUZA, K.R.D., LIMA, A.A., BOAS, L.V.V., BARBOSA, B.C.F., BARRETO, H.G., ALVES, J.D., CHALFUN-JUNIOR, A., 2018. Antioxidant System Differential Regulation is Involved in Coffee Ripening Time at Different Altitudes. **Trop. Plant Biol.** <https://doi.org/10.1007/s12042-018-9206-2>.
- SHAFIQ, S., AKRAM, N.A., ASHRAF, M., 2015. Does exogenously-applied trehalose alter oxidative defense system in the edible part of radish (*Raphanus sativus* L.) under water-deficit conditions? **Sci. Hortic. (Amsterdam)**. 185, 68–75. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.01.010>.
- ZHOU, M.L. et al. Trehalose metabolism-related genes in maize. **J Plant Growth Regul.** 2014, v 33, p. 256-271. doi: 10.1007/s00344-013-9368-y.