

MITIGAÇÃO DO ESTRESSE HÍDRICO POR APLICAÇÕES DE BIOESTIMULANTE, ÁCIDO SALICÍLICO E NITROPRUSSIATO DE SÓDIO EM PLANTAS JOVENS DE MARACUJÁ AMARELO¹

Milton Carriço Sá², Paulo Araquém Ramos Cairo³, Leandro Dias da Silva⁴, Raul Antônio Araújo do Bonfim⁵, Mateus Pires Barbosa⁵, Leonardo Santos de Oliveira², Marcos Ferreira Almeida²

RESUMO

Realizou-se um experimento em casa de vegetação, com o objetivo de avaliar o potencial de aplicações exógenas de bioestimulante, ácido salicílico (ASL) e nitroprussiato de sódio (SNP) como mitigadores do estresse hídrico, com base nos seus efeitos sobre características relacionadas ao estado hídrico da planta e teores de pigmentos fotossintéticos, em plantas jovens de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) submetidas à deficiência hídrica. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 4x2, correspondente a aplicações exógenas de três insumos - Stimulate® 0,5 mL L⁻¹, ASL 2,5 mM e SNP 100 µM - mais testemunha (sem aplicação de insumos), e regimes de irrigação baseados em 90% e 30% da capacidade de vaso. Foram avaliadas as características: potencial hídrico foliar, teor relativo de água e teores de clorofilas e carotenoides. Concluiu-se que a aplicação dos insumos para mitigação do estresse hídrico deve ser recomendada, seja por seu efeito osmorregulatório sobre o estado hídrico da planta, ou pela atenuação do decréscimo nos teores de pigmentos fotossintéticos.

PALAVRAS-CHAVE: Deficiência hídrica, *Passiflora edulis*, pigmentos fotossintéticos.

WATER STRESS MITIGATING POTENTIAL BY APPLICATIONS OF BIOSTIMULANT, SALICYLIC ACID AND SODIUM NITROPRUSSIDE IN YOUNG YELLOW PASSION FRUIT PLANTS¹

ABSTRACT

An experiment was carried out in a greenhouse, with the objective of evaluating the potential of exogenous applications of biostimulant, salicylic acid (ASL) and sodium nitroprusside (SNP) as water stress mitigators, based on their effects on characteristics related to the plant water status and levels of photosynthetic pigments in young yellow passion fruit plants (*Passiflora edulis* Sims) submitted to water deficit. A completely randomized design was adopted, with a 4x2 factorial arrangement, corresponding to exogenous applications of three inputs - Stimulate® 0.5 mL L⁻¹, ASL 2.5 mM and SNP 100 µM - plus control (without application of inputs), and irrigation regimes based on 90% and 30% of pot capacity. The following characteristics were evaluated: leaf water potential, relative water content and chlorophyll and carotenoid contents. It was concluded that the application of inputs to mitigate water stress should be recommended, either for its osmoregulatory effect on the water status of the plant, or for the attenuation of the decrease in the levels of photosynthetic pigments.

KEY-WORDS: Water deficit, *Passiflora edulis*, photosynthetic pigments.

INTRODUÇÃO

A deficiência hídrica caracteriza-se como fator limitante na cultura do maracujá amarelo, principalmente quando ela ocorre na fase inicial de desenvolvimento das mudas, após o transplante em campo (HENRIQUE *et al.*, 2022).

Em geral, o estresse hídrico leva a decréscimos na taxa de fotossíntese e na produção de assimilados, devido a uma redução do potencial hídrico foliar (Ψ_w) e do teor relativo de água (TRA), que resultam no fechamento dos estômatos, com uma consequente redução das trocas gasosas. Além disso, o estresse hídrico também

¹Apoio financeiro: Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB), ²Graduando em Engenharia Agrônoma, Programa de Iniciação Científica, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), ³Professor Titular, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (PPGAGRO-UESB), ⁴Bolsista Pós-Doc (PPGAGRO-UESB), ⁵Engenheiro Agrônomo, Mestrando (PPGAGRO-UESB).

umenta a síntese de espécies reativas de oxigênio (EROs), que degradam os pigmentos fotossintéticos (YANG *et al.*, 2021).

Alguns insumos que atuam sobre a fisiologia das plantas têm sido avaliados como potenciais mitigadores do estresse hídrico. Entre esses insumos, estão os bioestimulantes, que são produtos resultantes da mistura de dois ou mais reguladores vegetais. O Stimulate® é um bioestimulante comercial, fabricado pela Stoller do Brasil Ltda, composto por três reguladores vegetais - ácido 4-indol-3-ilbutírico (0,005%), que é convertido a ácido indolacético (AIA) na célula vegetal, cinetina (0,009%) e ácido giberélico (0,005%) (STOLLER, 2022).

O ácido salicílico (ASL) é um regulador, que atua no crescimento vegetal. E o nitroprussiato de sódio (SNP) é um doador de óxido nítrico (NO). NO é uma molécula gasosa, tida como radical livre, que ativa enzimas antioxidantes que degradam EROs (BATISTA *et al.*, 2018).

O presente estudo objetivou avaliar o potencial de aplicações exógenas de Stimulate®, ASL e SNP, como mitigadores do estresse hídrico, tendo como base os parâmetros de estado hídrico da planta e teores de clorofilas e carotenoides, em plantas jovens de maracujá amarelo (*Passiflora edulis* Sims) submetidas à deficiência hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB) em Vitória da Conquista, BA (14°53'08" S e 40°48'02" W, altitude 881 m), entre janeiro e maio de 2022. O clima, conforme classificação de Köppen, é do tipo Cwa (tropical de altitude), com temperaturas entre 16,1 °C e 26,4 °C, e média anual de 20,2 °C. Adotou-se um delineamento inteiramente casualizado, com arranjo fatorial 4x2, que corresponde a aplicações de três insumos (Stimulate® 0,5 mL L⁻¹, ASL 2,5 mM e SNP 100 µM) mais a testemunha (sem insumos), e regimes de irrigação de 90% e 30% da capacidade do vaso, com cinco repetições.

Mudas de maracujá amarelo com 60 dias de idade foram transplantadas em vasos (20 dm³) contendo areia lavada e solução nutritiva (HOAGLAND & ARNON, 1952), e aumento da força iônica até 50%. Os regimes de irrigação foram implementados aos 45 dias após o transplantio (DAT), com base na pesagem dos vasos e adição de água deionizada, quando necessário. As aplicações exógenas de Stimulate®, ASL e SNP foram feitas na forma de pulverizações com soluções de 30 mL planta⁻¹ de cada insumo. As pulverizações foram realizadas a cada sete dias: aos 31 e 38 DAT, e aos 45, 52 e 59 DAT – antes e a partir da implantação dos regimes de irrigação, respectivamente.

Aos 25 dias após a implementação dos regimes de irrigação, foram coletadas folhas completamente expandidas, localizadas no terço médio da parte aérea, para avaliação das seguintes características: potencial hídrico foliar (SCHOLANDER *et al.*, 1965), teor relativo de água (WEATHERLEY, 1950) e teores de clorofilas e carotenoides (LEE *et al.*, 1987). Avaliações sobre homogeneidade de dados e distribuição normal dos resíduos basearam-se nos testes de Cochran e Lilliefors, respectivamente. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparações múltiplas de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Comparada com a irrigação 90%, a irrigação 30% levou a um decréscimo no Ψ_w , independentemente da aplicação dos insumos. Esse decréscimo foi mais acentuado na testemunha e no tratamento com aplicação de ASL (Figura 1A). Em relação ao TRA, sob irrigação 30%, verificou-se um decréscimo na testemunha, porém os seus níveis não foram alterados nos tratamentos com aplicação dos insumos (Figura 1B). Estes resultados sugerem um efeito osmorregulador da aplicação dos insumos, tendo em vista que os decréscimos em Ψ_w , notadamente com ASL, foram associados à manutenção do TRA. A osmorregulação ocorre quando a acumulação de osmólitos compatíveis reduz o potencial hídrico de forma concomitante à manutenção do turgor celular (YANG

et al., 2021), contribuindo assim para mitigar os efeitos negativos do estresse hídrico sobre o crescimento das plantas. A atuação do ASL como osmorregulador do estresse hídrico pode ser atribuída ao seu papel na regulação de enzimas hidrolíticas, que promovem a síntese de açúcares solúveis e redutores, aminoácidos e prolina (SHAFIEI *et al.*, 2019; SEDAGHAT *et al.*, 2020).

Sob irrigação 30%, verificou-se um decréscimo nos teores de pigmentos fotossintéticos na testemunha. Em relação ao teor de clorofilas, as aplicações de Stimulate® e SNP evitaram esse decréscimo, mas a aplicação de ASL não demonstrou efetividade (Figura 1C). Quanto aos carotenoides, os teores foram mantidos com aplicações de Stimulate® e ASL, mas diminuíram com SNP (Figura 1D). A diminuição dos teores de pigmentos fotossintéticos sob estresse hídrico é principalmente resultado de danos aos cloroplastos, causados por EROs (YANG *et al.*, 2021). Nesse caso, a mitigação da toxicidade das EROs pode ocorrer tanto por ativação de enzimas antioxidantes como pela remoção de radicais livres, cuja ação é favorecida por alguns hormônios (MOHSENZADEH & ZOHRABI, 2018) presentes no Stimulate®, pelo ASL (LA *et al.*, 2019) e pelo NO (FAN & LIU, 2012).

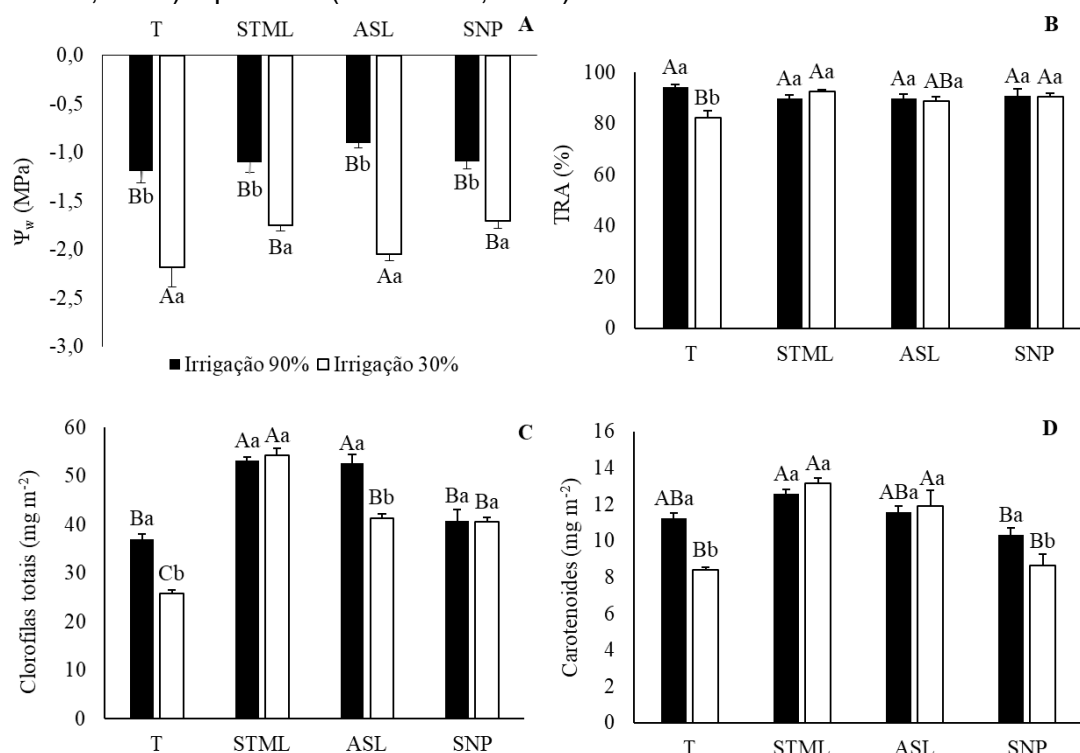


FIGURA 1. Potencial hídrico (Ψ_w) [A], teor relativo de água (TRA) [B], teores de clorofilas totais [C] e de carotenoides [D] na testemunha (T) e nos tratamentos que receberam aplicações exógenas de Stimulate® (STML), ASL e SNP, em plantas jovens de maracujá amarelo submetidas aos regimes de irrigação 90% e 30%. Letras maiúsculas comparam dados entre aplicações de insumos e minúsculas entre os regimes de irrigação.

CONCLUSÃO

Concluiu-se que a aplicação dos insumos para mitigação do estresse hídrico deve ser recomendada, seja por seu efeito osmorregulatório sobre o estado hídrico da planta, ou pela atenuação do decréscimo nos teores de pigmentos fotossintéticos.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia (UESB), à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia (FAPESB) e ao Laboratório de Fisiologia Vegetal da UESB.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BATISTA, P. F.; COSTA, A. C.; MULLER, C.; SILVA-FILHO, R. O.; SILVA, F. B.; MERCHANT, A.; MENDES, G. C.; NASCIMENTO, K. J. T. Nitric oxide mitigates the effect of water deficit in *Crambe abyssinica*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 129, p. 310–322, 2018.
2. FAN, Q. J.; LIU, J. H. Nitric oxide is involved in dehydration/drought tolerance in *Poncirus trifoliata* seedlings through regulation of antioxidant systems and stomatal response. **Plant Cell Reports**, v. 31, p. 145–154, 2012.
3. HENRIQUE, J. da S.; DINIZ NETO, M. A.; MENESSES, C. E. B.; JESUS, J. C. de; GUEDES, L. R.; MELO, T. de S. Frequência de irrigação e hidrogel no consumo hídrico e crescimento do maracujazeiro amarelo em lisímetro. **Conjecturas**, [S.I.], v. 22, n. 2, p. 1398–1412, 2022.
4. HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkley: The College of Agriculture/University of California, 1952. 32 p.
5. LA, V. H.; LEE, B. R.; ISLAM, M. T.; PARK, S.-H.; JUNG, H.; BAE, D.-W. Characterization of salicylic acid-mediated modulation of the drought stress responses: reactive oxygen species, proline, and redox state in *Brassica napus*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 157, p. 1–10, 2019.
6. LEE, D. W.; BRAMMEIER, S.; SMITH, A. P. The selective advantages of anthocyanins in developing leaves of mango and cacao. **Biotropica**, v. 19, n. 1, p. 40–49, 1987.
7. MOHSENZADEH, S.; ZOHRABI, M. Auxin and sodium nitroprusside effects on wheat antioxidants in salinity. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 65, p. 651–657, 2018.
8. SCHOLANDER, P. F.; BRADSTERRET, E.; HEMMINGSEN, E.; HAMMEL, H. T. Sap pressure in vascular plants. **Science**, v. 148, n. 3668, p. 339–346, 1965.
9. SEDAGHAT, M.; SARVESTANI, Z. T.; EMAM, Y.; BIDGOLI, A. M.; SOROOSHZADEH, A. Foliar-applied GR24 and salicylic acid enhanced wheat drought tolerance. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 67, p. 733–739, 2020.
10. SHAFIEI, N.; KHALEGHI, E.; MOALLEMI, N. Effect of salicylic acid on some morphological and biochemical characteristics of olive (*Olea europaea* cv. 'Konservalia') under water stress. **Journal of Plant Productions**, v. 42, p. 15–30, 2019.
11. STOLLER – Stoller do Brasil Ltda. Por que Stimulate® é diferente? Disponível em: <https://www.stoller.com.br/solucoes/fisiologicos/stimulate/>. Acesso em março de 2022.
12. WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. **New Phytologist**, v. 49, p. 81–97, 1950.
13. YANG, X.; LU, M.; WANG, Y.; WANG, Y.; LIU, Z.; CHEN, S. Review on response mechanism of plants to drought stress. **Horticulturae**, v. 7, p. 1–44, 2021.