

TROCAS GASOSAS DE MAMOEIRO ‘FORMOSA’ SOB DÉFICIT HÍDRICO E BIOESTIMULANTES À BASE DE MICRORGANISMOS

Maíla Vieira Dantas¹, Josélio dos Santos da Silva², Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares³, Jean Telvio Andrade Ferreira⁴, Hans Raj Gheyi⁵

RESUMO: Objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito da aplicação de bioestimulantes à base de microrganismos nas trocas gasosas do mamoeiro ‘Formosa’ cultivado sob distintos níveis de reposição hídrica. O estudo foi desenvolvido em condições de campo na Fazenda Experimental da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados, sendo as parcelas constituídas de dois níveis de reposição hídrica (100 e 50% da evapotranspiração da cultura – ETc) e as subparcelas de três bioestimulantes à base de microrganismos (C - controle; T - *Trichoderma harzianum* e A - *Ascophyllum nodosum*), com quatro repetições e três plantas por parcela. A aplicação de *Trichoderma harzianum* beneficiou a condutância estomática, a transpiração e a taxa de assimilação nas plantas de mamoeiro ‘Formosa’ sob 100% da ETc, aos 155 dias após o transplantio. O *Trichoderma harzianum* e *Ascophyllum nodosum* não atenuou o efeito do déficit hídrico imposto pela lâmina de 50% da ETc nas plantas de mamoeiro.

PALAVRAS-CHAVE: *Carica papaya* L., estresse abiótico, estratégia de mitigação

GAS EXCHANGE OF ‘FORMOSA’ PAPAYA TREE UNDER WATER DEFICIT AND MICROORGANISM-BASED BIOSTIMULANTS

ABSTRACT: The aim of this study was to evaluate the effect of the application of microbial-based biostimulants on gas exchange in ‘Formosa’ papaya grown under different levels of water replacement. The study was developed under field conditions at the Experimental Farm of the

¹ Doutoranda em Engenharia agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA/UFCG, maila.vieira02@gmail.com

² Graduando em agronomia, Universidade Federal de Campina Grande – UFCG

³ Dr. (a) Professor (a) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias - UAGRA/CCTA

⁴ Doutorando em Engenharia agrícola, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA/UFCG

⁵ Dr. Professor do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola - PPGEA/UFCG

Federal University of Campina Grande (UFCG). A completely randomized design was used, with plots consisting of two levels of water replacement (100 and 50% of crop evapotranspiration – ET_c) and subplots of three microbial-based biostimulants (C - control; T - *Trichoderma harzianum* and A - *Ascophyllum nodosum*), with four replicates and three plants per plot. The application of *Trichoderma harzianum* benefited stomatal conductance, transpiration and assimilation rate in ‘Formosa’ papaya plants under 100% of ET_c, at 155 days after transplanting. *Trichoderma harzianum* and *Ascophyllum nodosum* did not attenuate the effect of water deficit imposed by the 50% ET_c depth on papaya plants.

KEYWORDS: *Carica papaya* L., abiotic stress, mitigation strategy

INTRODUÇÃO

O mamoeiro (*Carica papaya* L.) é uma frutífera adaptada ao clima tropical com potencial econômico no Nordeste brasileiro e boa aceitabilidade pelos consumidores, pelas propriedades nutricionais e benefícios à saúde intestinal, podendo ser consumido in natura ou processado (Nascimento et al., 2024). Entretanto, os produtores do semiárido nordestino enfrentam dificuldades em manter os pomares de fruticultura produtivos nos períodos de estiagem, devido à baixa precipitação, elevada temperatura e evaporação. As plantas sob déficit hídrico têm os estômatos parcialmente fechados, limitando absorção de água e nutrientes, devido aos efeitos osmóticos, reduz a transpiração das plantas, aumenta a concentração interna de CO₂ e diminui a taxa fotossintética, produzindo espécies reativas de oxigênio (EROs) que desestabiliza a atividade metabólica e eleva o dano celular, resultando no menor desenvolvimento das plantas com reflexo na produção (Campos et al., 2021). Como alternativa para mitigar o efeito do déficit hídrico nas plantas tem estudado a aplicação de bioestimulantes à base de microrganismos promotores de crescimento como *Thichoderma* spp. e *Ascophyllum nodosum* que estabelecem contribuições mútua com a rizosfera do solo e o sistema radicular das plantas, explorando maior volume de solo para absorção de água e nutrientes, induzindo a produção de fitohormônios e compostos secundários que melhora atividade celular das plantas, reduzindo o efeito do déficit hídrico (Zhang et al., 2019; Saeger et al. 2020). Nesse contexto, o objetivou-se com esse estudo avaliar os efeitos da aplicação de bioestimulantes à base de microrganismos nas trocas gasosas do mamoeiro ‘Formosa’ sob distintos níveis de reposição hídrica.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido na Fazenda Experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’ pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em São Domingos, Paraíba. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de dois níveis de reposição hídrica (100 e 50% da evapotranspiração da cultura – ETc) e três bioestimulantes à base de microrganismos (C - controle; T - *Trichoderma harzianum* e A - *Ascophyllum nodosum*), com quatro repetições e três plantas por parcela. Os bioestimulantes à base de microrganismos foram aplicados no solo, sendo a primeira realizada aos sete dias após transplântio (DAT) e posteriormente em intervalos de 50 dias. Aos 47 DAT teve início as irrigações com restrição hídrica. O preparo do solo foi mediante gradagem, visando o destorroamento e nivelamento do solo, onde foram levantados leirões com dimensões de 0,4 × 1,0 × 30 m, espaçados em 3,5 m. A adubação de fundação e cobertura foi conforme recomendação da Embrapa (2009). As mudas foram produzidas com substrato, formado a partir de duas partes do solo e uma parte de esterco bovino curtido (v/v), em casa de vegetação com 50% de sombreamento, utilizando a cultivar Papaya sunrise (Formosa). No transplântio foram colocadas três mudas espaçadas em 15 cm entre si, considerando esse espaço uma cova, conduzidas até a floração, onde foi realizado a sexagem deixando apenas a planta hermafrodita. O espaçamento adotado foi de 3,5 m entre fileiras e 2 m entre plantas (cova). O sistema de irrigação utilizado foi o localizado por gotejamento, utilizando-se tubos de PVC de 32 mm na linha principal e dois tubos de polietileno de baixa densidade em cada leirão, de 16 mm (linhas laterais), em cada planta foram instalados quatro gotejadores autocompensantes (vazão 10 L h⁻¹ - modelo GA 10 Grapa), a 15 cm do caule da planta. As plantas foram irrigadas diariamente pela manhã, as condições hídricas foram estimadas com base na evapotranspiração da cultura, sendo a condição hídrica de 100% da ETc calculada de acordo com Bernardo et al. (2019), sendo 50% correspondente a metade do volume de água aplicado na condição hídrica de 100%. Os tratos culturais constaram da eliminação de brotações laterais no colmo das plantas e o controle das plantas invasoras. Os efeitos dos tratamentos foram avaliados aos 155 DAT, pelas trocas gasosas, utilizando-se analisador portátil de dióxido de carbono infravermelho (IRGA) modelo LCPro⁺ Portable Photosynthesis System[®] (ADC BioScientific Limited) com radiação de 1.200 μmol fótons m⁻² s⁻¹, fluxo de ar de 200 mL min⁻¹. Mensurando a condutância estomática - gs (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), transpiração - E (mmol H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ - A (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) e eficiência do uso de água - EUA (mmol CO₂ mol⁻¹ H₂O). Os

resultados obtidos foram avaliados mediante análise de variância após teste de normalidade (Shapiro Wilk) e homogeneidade dos dados (Bartlett). Nos casos de significância, realizou-se teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para condições hídricas e bioestimulantes, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL, versão 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas cultivadas sob 50% da ETc reduziram a condutância estomática (Figura 1A), diferindo significativamente das submetidas a 100% da ETc, quando receberam o bioestimulantes *T. harzianum* e *A. nodosum*. Como também, houve diferenças significativas entre o *T. harzianum* sob irrigação com 100% da ETc. A restrição hídrica imposta as plantas induz o fechamento parcial dos estômatos, diminuindo absorção de água e conseqüentemente a transpiração para evitar a perda excessiva de água na forma de vapor para atmosfera (Dantas et al., 2023), fato observado para transpiração (Figura 1B), em que a irrigação com 100% da ETc diferiu significativamente das cultivadas sob 50% da ETc e aplicação do *T. harzianum*, que foi superior estatisticamente em relação as plantas controle na ETc de 100%. A aplicação de *T. harzianum* não proporcionou efeito benéfico nas plantas sob condição hídrica deficitária, podendo relacionar o tempo de exposição do fungo com solo e planta, sendo necessários novos estudos, pois a pesquisa de Zhang et al. (2019), constataram o efeito atenuante do *T. harzianum* ao estresse nas plantas de pepino, reduzindo o acúmulo de EROs, a homeostase osmótica e maior absorção de nutrientes. O *T. harzianum* promoveu maior gs e E nas plantas cultivadas sob irrigação plena (100% da ETc), favorecendo a absorção de água, o que possivelmente está relacionado ao crescimento do sistema radicular pela indução de hormônios de como auxinas, produção de enzimas antioxidantes e solubilização de nutrientes.

Barras com mesma letra maiúscula indicam não haver diferença significativa entre condições hídricas e mesma letra minúscula indicam não haver diferença significativa entre os bioestimulantes à base de microrganismos, pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

Figura 1: Condutância estomática – gs (A), transpiração – E (B), taxa de assimilação de CO₂ – A (C) e eficiência do uso da água – EUA (D) das plantas de mamoeiro ‘Formosa’, em função da interação entre os níveis de reposição hídrica e aplicação de bioestimulantes à base de microrganismos, aos 155 dias após o transplante.

A taxa de assimilação de CO₂ (Figura 1C), nas plantas cultivadas sob irrigação plena (100% da ETc), foi superior estatisticamente em relação as que receberam 50% sob aplicação de *T. harzianum* e *A. nodosum*, em que os bioestimulantes à base de microrganismos diferiram das irrigadas com 100% da ETc. Para eficiência do uso da água (Figura 1D), a aplicação do *A. nodosum* não diferiu do tratamento controle, mas ocorreu diferenças significativas em relação ao *T. harzianum*. Os microrganismos *T. harzianum* e *A. nodosum* proporciona efeitos benéficos ao desenvolvimento das plantas, melhorando atividade fisiológica pelo incremento na taxa fotossintética, devido aos mecanismos de defesa que contribui na atividade metabólica, como a produção de proteínas, aminoácidos e hormônios, além da proteção aos danos fitopatogênicos (Saeger et al., 2020; Elkelish et al., 2020).

CONCLUSÕES

A aplicação de *T. harzianum* proporciona efeitos benéficos na condutância estomática, transpiração e taxa de assimilação de CO₂ nas plantas de mamoeiro cultivadas sob irrigação plena (100% da evapotranspiração da cultura). O *T. harzianum* e *A. nodosum* não atenuou o efeito do déficit hídrico nas plantas, sendo necessário a realização de novos estudos com maior tempo de exposição das plantas aos bioestimulantes à base de microrganismos.

AGRADECIMENTOS

INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical-INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. **Manual de irrigação**. 9. ed. Viçosa: Ed. UFFV. 2019. 545p.

Campos, A. J. de M.; Santos, S. M.; Nacarath, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, e311101523155-e311101523155, 2021.

Dantas, M. V.; Lacerda, C. N. de; Roque, I. A.; Silva, F. A. da; Lima, G. S. de; Chaves, L. H. G.; Silva, L. de A.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nóbrega, J. S. Morphophysiology and production components of mini-watermelon under water replenishment and nitrogen fertilization levels. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, p. 1235-1264, 2023.

Elkelish, A. A.; Alhathloul, H. A. S.; Qari, S. H.; Soliman, M. H.; Hasanuzzaman, M. Pretreatment with *Trichoderma harzianum* alleviates waterlogging-induced growth alterations in tomato seedlings by modulating physiological, biochemical, and molecular mechanisms. **Environmental and Experimental Botany**, v. 171, e. 103946, 2020.

Embrapa. **A cultura do mamão. Coleção plantar**. 3. ed. Brasília: Informação Tecnológica, 2009. 119p.

Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.

Nascimento, I. R. S. de; Silva, L. D. R.; Rodrigues, E. N. S.; Cruz, J. M. F. L.; Araújo, D. B.; Pereira, C. D. S.; Silva, M. C.; Santos, J. P. O.; Farias, O. R. Effect of calcium-enriched microalgae extract on mitigating saline stress in papaya seedlings. **Brazilian Journal of Biology**, v. 84, e283432, 2024.

Saeger, J. de; Praet, S. V.; Vereecke, D.; Park, J.; Jacques, S.; Han, T.; Depuydt, S. Toward the molecular understanding of the action mechanism of *Ascophyllum nodosum* extracts on plants. **Journal of Applied Phycology**, v. 32, p. 573-597, 2020.

Zhang, F.; Wang, Y.; Liu, C.; Chen, F.; Ge, H.; Tian, F.; Zhang, Y. *Trichoderma harzianum* mitigates salt stress in cucumber via multiple responses. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v. 170, p. 436-445, 2019.