



I WORKSHOP DE HORTICULTURA NO SEMIÁRIDO  
& VIII SEMANA DE AGRONOMIA  
02 a 06 de setembro de 2024

## Trocas gasosas do tomate cereja sob solução nutritiva salina e ácido salicílico

Rafaela Aparecida Frazão TORRES<sup>1</sup>; Geovani Soares de LIMA<sup>2</sup>; Lauriane Almeida dos Anjos SOARES<sup>2</sup>; Francisco Jean da Silva PAIVA<sup>2</sup>; Valeska Karolini Nunes Oliveira de SÁ<sup>1</sup>; Valéria Fernandes de Oliveira SOUSA<sup>2</sup>

I Workshop de Horticultura no Semiárido & VIII Semana de Agronomia

<sup>1</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Paraíba, Brasil

<sup>2</sup>Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil

[rafaelatorres1997@gmail.com](mailto:rafaelatorres1997@gmail.com)

**RESUMO:** O tomate cereja destaca-se pela importância socioeconômica, contudo, sua produção em regiões semiáridas é afetada pela escassez de recursos hídricos, sendo necessário uso de águas que possuem altas concentrações de sais. Dentre as estratégias para amenizar o efeito desses sais destaca-se a aplicação de ácido salicílico em sistema hidropônico. Nesse contexto, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico nas trocas gasosas de tomate cereja sob solução nutritiva salina em sistema hidropônico. O experimento foi desenvolvido em casa de vegetação em Pombal - PB, utilizando a Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT. Os tratamentos foram distribuídos em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CESn (2,1; 2,6; 3,1; 3,6; e 4,1 dS m<sup>-1</sup>) e as subparcelas de cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6; 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela. A condutância estomática e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> foram influenciadas pela aplicação de AS na concentração de 3,2 mM. O aumento da salinidade da solução nutritiva elevou a concentração interna de CO<sub>2</sub> e reduziu a transpiração foliar das plantas de tomate cereja.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Solanum lycopersicum* L.; estresse salino; fitormônio.

### INTRODUÇÃO

O tomate cereja (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça cultivada e comercializada em todo o mundo, destaca-se pelo elevado valor agregado aos frutos cereja e pela grande aceitação entre os consumidores pelo seu sabor adocicado e tamanho reduzido de seus frutos (GONÇALVES et al., 2018; DAI et al., 2023).

O Brasil destaca-se como um dos maiores produtores de tomate do mundo, com uma safra nacional no ano de 2022 de 3.809.986 toneladas, em uma área de 54.502 ha, com um rendimento médio de 69.905 kg h<sup>-1</sup>. A região nordeste obteve uma produção de 434.598 toneladas, sendo a Paraíba responsável por 18.897 t (IBGE, 2022).

Devido a distribuição irregular das precipitações e altas temperaturas a produção agrícola no semiárido brasileiro é consideravelmente reduzida (SILVA et al., 2024). Nesse sentido, faz-se necessário o uso da irrigação para garantir a produção, tornando-se comum o uso de águas de baixa qualidade nos cultivos (SOUZA et al., 2019). Contudo, o excesso de sais na água e/ou no solo acabam reduzindo seu potencial osmótico restringindo assim a absorção de água e nutrientes pela planta (BRAZ et al., 2019).

Desta forma, o uso de estratégias para amenizar os efeitos do estresse salino é de fundamental importância, sendo o cultivo hidropônico uma alternativa viável, que além de permitir o uso racional da água melhorando em até 70% quando comparado aos sistemas convencionais, ainda participa do controle de pH e condutividade elétrica da água, tornando uso de fertilizantes eficiente (SAUSEN et al., 2020).

Outra estratégia empregada para atenuar os efeitos da salinidade sobre as plantas é o uso de elicitores que promovam a indução dos mecanismos de defesa, visando a tolerância ao estresse (SILVA et al., 2020). O ácido salicílico é considerado um importante agente antioxidante que participa da regulação do metabolismo das espécies reativas de oxigênio (POÓR, 2020).

Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido salicílico nas trocas gasosas do tomate cereja cultivado sob solução nutritiva salina em sistema hidropônico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido sob condições de casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Pombal, PB. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizado em parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CESn (2,1; 2,6; 3,1; 3,6; e 4,1 dS m<sup>-1</sup>) e as subparcelas de cinco concentrações de ácido salicílico - AS (0; 0,8; 1,6, 2,4 e 3,2 mM), com três repetições e duas plantas por parcela.

As concentrações de ácido salicílico foram estabelecidas com base na pesquisa de Mendonça et al. (2023), aplicadas mediante pulverização foliar. Foi utilizado o sistema hidropônico do tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente- NFT, confeccionado com cano de policloreto de vinil (PVC) de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, composto por cinco subsistemas espaçados 0,80 m, cada subsistema composto com três canais espaçados 0,4 m.

A solução nutritiva utilizada foi recomendada por Hoagland e Arnon (1950) contendo N, P, K, Ca, Mg, S, B, Mn, Zn, Cu, Mo e Fe nas concentrações de 210, 31, 234, 200, 48, 64, 0,5, 0,5, 0,05, 0,02, 0,01 e 5 mg L<sup>-1</sup>, respectivamente. Os fertilizantes utilizados como fontes de macronutrientes no preparo da solução foram fosfato de potássio monobásico (KH<sub>2</sub>PO<sub>4</sub>), nitrato de potássio (KNO<sub>3</sub>), nitrato de cálcio (Ca(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>.4H<sub>2</sub>O) e sulfato de magnésio (MgSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O). Como fonte de micronutrientes, o ácido bórico (H<sub>3</sub>BO<sub>3</sub>), sulfato de manganês (MnSO<sub>4</sub>.4H<sub>2</sub>O), sulfato de zinco (ZnSO<sub>4</sub>.7H<sub>2</sub>O), sulfato de cobre (CuSO<sub>4</sub>.5H<sub>2</sub>O), molibdato de amônio ((NH<sub>4</sub>)<sub>6</sub>Mo<sub>7</sub>O<sub>24</sub>.4H<sub>2</sub>O), sulfato ferroso (FeSO<sub>4</sub>) e EDTA-Na, respectivamente.

As soluções salinas foram obtidas mediante a adição de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O) e de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) à solução nutritiva, utilizando-se água de abastecimento local do município de Pombal-PB, na proporção 7:2:1, respectivamente.

As aplicações de ácido salicílico foram realizadas via pulverização foliar, entre 17:00 e 18:00 h, tendo início 5 dias antes da aplicação dos diferentes níveis de CESn, e as subseqüentes foram realizados em intervalos de 15 dias.

Os efeitos dos distintos tratamentos sobre a cultura do tomate cereja foram mensurados aos 52 dias após o transplantio (DAT), através das trocas gasosas foliares pela determinação da condutância estomática - *gs* (mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), transpiração - *E* (mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> - *A* (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), concentração interna de CO<sub>2</sub> - *Ci* (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), eficiência instantânea do uso da água - *EIUA* [(μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (mmol H<sub>2</sub>O<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>], eficiência instantânea de carboxilação - *EICI* [(μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) (μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>)<sup>-1</sup>], com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro+ Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK), irradiação de 1200 μmol fótons m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> e fluxo de ar de 200 mL A. B. 38 min<sup>-1</sup>, e concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro & Wilk) e posteriormente, realizado análise de variância pelo teste 'F' em nível de  $p \leq 0,05$  de probabilidade. Quando o resultado foi significativo, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de solução nutritiva salina e concentrações de ácido salicílico, com o auxílio do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.7 (Ferreira, 2019). O software SigmaPlot foi utilizado para construir as curvas de superfície de resposta nos casos em que a interação entre os fatores foi significativa.

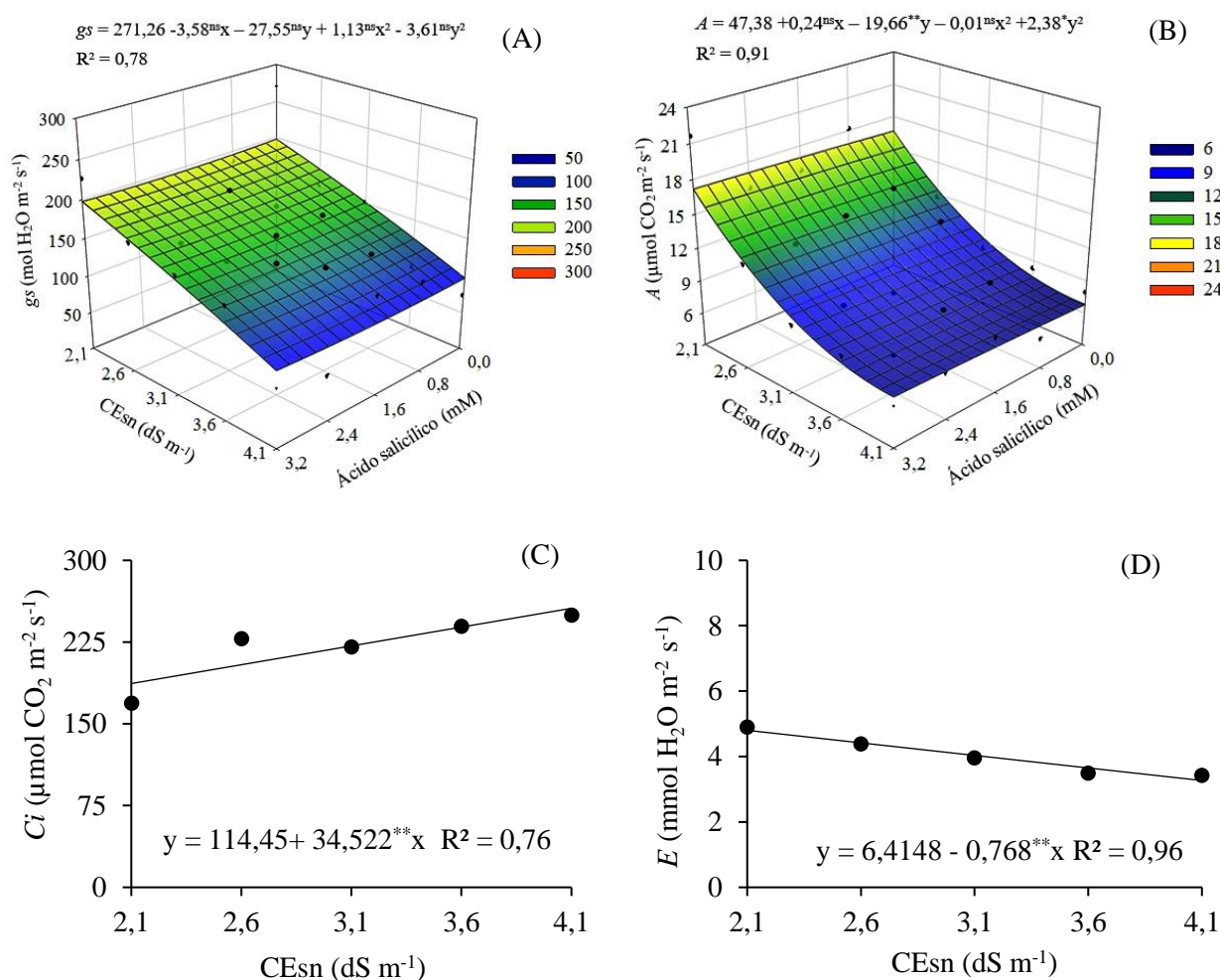
## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre os fatores salinidade da solução nutritiva e concentrações de ácido salicílico (CESn × AS) para a condutância estomática (*gs*) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*). Os níveis salinos da solução nutritiva afetaram de forma significativa a concentração interna de CO<sub>2</sub> (*Ci*) e a transpiração (*E*).

A condutância estomática das plantas de tomate cereja (Figura 1A) foi influenciada pela interação entre os fatores (CESn × AS), sendo o valor máximo estimado de 197,60 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> nas plantas submetidas a CESn de 2,1 dS m<sup>-1</sup> e aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM. Por outro lado, o menor valor (94,78 mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foi observado nas plantas que receberam solução nutritiva salina de 4,1 dS m<sup>-1</sup> e

aplicação foliar de AS de 1,6 mM, correspondendo a uma redução de 52,01% em relação as plantas do tratamento testemunha.

A aplicação de ácido salicílico, independente da concentração, promoveu aumento na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (Figura 1B) sob salinidade da solução nutritiva de 2,1 dS m<sup>-1</sup>, com um valor máximo estimado de 17,26 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> obtido nas plantas cultivadas sob a concentração de 3,2 mM, resultando em aumento de 3,98% em relação as plantas sob a mesma CEs<sub>n</sub>. Já o valor mínimo de 6,78 μmol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> foi encontrado sob solução nutritiva de 4,1 dS m<sup>-1</sup> e sem aplicação de ácido salicílico (0 mM).



**Figura 1.** Condutância estomática -  $g_s$  (A) e taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> -  $A$  (B) das plantas de tomate cereja em cultivo hidropônico, em função da interação entre solução nutritiva salina – CEs<sub>n</sub> e concentrações de ácido salicílico – AS, e concentração interna de CO<sub>2</sub> -  $C_i$  (C) e transpiração -  $E$  (D) em função dos níveis de CEs<sub>n</sub>, aos 52 dias após o transplântio.

Os níveis salinos da solução nutritiva proporcionaram incremento linear na concentração interna de CO<sub>2</sub> (Figura 1C), sendo o aumento de 30,16% por incremento unitário da CEs<sub>n</sub>. Comparando-se a  $C_i$  das plantas submetidas a CEs<sub>n</sub> de 4,1 dS m<sup>-1</sup> em relação as que receberam 2,1 dS m<sup>-1</sup>, verifica-se aumento de 36,93%. O fechamento parcial dos estômatos dificulta a entrada de CO<sub>2</sub> na câmara subestomática, fato que pode refletir em redução na  $C_i$ . O acréscimo na concentração interna de CO<sub>2</sub> pode ser indicativo de que o carbono que adentrou a célula, não foi assimilado (DIAS et al., 2018).

Para a transpiração das plantas de tomate cereja (Figura 1D), nota-se que houve decréscimo linear com redução de 11,97% por incremento unitário da CEs<sub>n</sub>. Quando comparadas as plantas do tratamento testemunha (2,1 dS m<sup>-1</sup>) em relação as submetidas a CEs<sub>n</sub> de 4,1 dS m<sup>-1</sup>, observa-se redução de 31,98% na transpiração.

Sob estresse salino, a redução na transpiração foliar é uma consequência do fechamento estomático. Contudo, essa diminuição é uma estratégia para inibição excessiva de íons tóxicos ao metabolismo vegetal.

## CONCLUSÕES

A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 3,2 mM proporcionou aumento na condutância estomática e na taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das plantas de tomate cereja, independentemente do nível de condutividade elétrica da solução nutritiva.

O incremento dos níveis de solução nutritiva eleva a concentração interna de CO<sub>2</sub> e reduz a transpiração do tomate cereja vermelho em sistema hidropônico.

## REFERÊNCIAS

- BRAZ, R. dos S.; LACERDA, C. F. de; ASSIS JÚNIOR, R. N. de; FERREIRA, J. F. da S.; OLIVEIRA, A. C. de; RIBEIRO, A. de A. Growth and physiology of maize under water salinity and nitrogen fertilization in two soils. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.23, n.12, p.907- 913, 2019.
- DAI, Y.; WANG, Z.; LI, J.; XU, Z.; QIAN, C.; XIA, X.; FENG, Y. Tofu by-product soy whey substitutes urea: Reduced ammonia volatilization, enhanced soil fertility and improved fruit quality in cherry tomato production. *Environmental Research*, v.226, p.115-162, 2023.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de; SÁ, F. V. da S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, n.9, p.628-633, 2018.
- GONÇALVES, D. C.; FERNANDES, C. H. dos S.; TEJO, D. P.; VIDAL, T. C. M. Cultivo do tomate cereja sob sistema hidropônico: Influência do turno de rega. *Uniciências*, v.22, n.1, p.20-23, 2018.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. *California Agricultural Experiment Station*, v.347, p.32, 1950.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística 2023. Levantamento sistemático da produção agrícola, Safra 2022. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em: Jun 2024.
- MENDONÇA, A. J.; LIMA, G. S. de.; SOARES, L. A. dos A.; OLIVEIRA, V. K.; GHEYI, H. R.; SILVA, L. D. A., FERNANDES, P. D. Gas exchange, photosynthetic pigments, and growth of hydroponic okra under salt stress and salicylic acid. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.27, n.9, p.673-681, 2023.
- POÓR, P. Effects of salicylic acid on the metabolism of mitochondrial reactive oxygen species in plants. *Biomolecules*, v.10, n.2, p.341-352. 2020.
- SAUSEN, D.; FERREIRA, C. R. L.; LOPES, S. C. D.; MARQUES, L. P.; SOUZA, A. J. M.; ALBUQUERQUE, E. C. G. A.; CORDEIRO, K. A. S. Cultivo fora do solo: uma alternativa para áreas marginais. *Brazilian Journal of Development*, v.6, n.3, p.14888-14903, 2020.
- SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. de S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. *Revista Caatinga*, v.33, n.4, p.1092-1101, 2020.
- SILVA, J. E. S. B.; TORRES, S. B.; LEAL, C. C. P.; LEITE, M. S.; GUIRRA, K. S. DANTAS, B. F.; MORAIS, M. B.; GUIRRA, B. S. Pre-germination treatments of melon seeds for the production of seedlings irrigated with biosaline water. *Brazilian Journal of Biology*, v.84, p. e257314, 2024.
- SOUZA, C. S.; OLIVEIRA, V. N. S.; SILVA, E. C. A.; FERREIRA, L. M. M.; SILVA, M. J. N.; ARAÚJO, P. C. D. Comportamento de mudas de *Bambusa vulgaris* Schrad. EX JC Wendl submetidas ao estresse hídrico e salino, utilizando água residuária da piscicultura. *Ciência Agrícola*, v.17, n.2, p. 7-16, 2019.