



TROCAS GASOSAS DE PEPINO JAPONÊS SOB ESTRESSE SALINO E ÁCIDO SALICÍLICO EM SISTEMA HIDROPÔNICO

Maíla Vieira Dantas¹, Valeska Karolini Nunes Oliveira², Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Hans Raj Gheyi³, Luderlândio de Andrade Silva⁵

RESUMO: Conduziu-se este estudo com o objetivo de avaliar as trocas gasosas de pepino japonês sob níveis de salinidades da solução nutritiva e aplicação foliar de ácido salicílico. O trabalho foi conduzido em casa de vegetação, utilizando-se o sistema hidropônico tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT. Os tratamentos consistiram de quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs_n (2,1; 3,0; 3,9 e 4,8 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,8; 3,6 e 5,4 mM), distribuídos em delineamento inteiramente casualizados em parcelas subdivididas, sendo os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva considerados as parcelas e as concentrações de ácido salicílico as subparcelas, com quatro repetições. A CEs_n de 2,1 dS m⁻¹ e ácido salicílico na concentração de 2 e 3 mM aumentou a condutância estomática e a concentração interna de CO₂ das plantas de pepino Japonês, respectivamente. A solução nutritiva salina acima de 2,1 dS m⁻¹ reduziu a eficiência instantânea do uso da água das plantas de pepino japonês, aos 23 dias após o transplântio.

PALAVRAS-CHAVE: *Cucumis sativus* L., fitormônio, solução nutritiva salina.

GAS EXCHANGE OF JAPANESE CUCUMBER UNDER SALINE STRESS AND SALICYLIC ACID IN A HYDROPONIC SYSTEM

¹ Discente do Curso de Doutorado, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. E-mail: maila.vieira02@gmail.com

² Discente do Curso de Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: valeska.nunesoliveira@hotmail.com

³ Prof. Doutor, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58429-900, Campina Grande, PB. Fone (83) 99945-9864. E-mail: geovani.soares@pq.cnpq.br; hans@pq.cnpq.br

⁴ Profa Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: lauriane.soares@pq.cnpq.br

⁵ Doutor. PDCTR, Universidade Federal de Campina Grande, CEP 58840-000, Pombal, PB. E-mail: luderlandioandrade@gmail.com

ABSTRACT: This study was carried out with the objective of evaluating the gas exchanges of Japanese cucumber under salinity levels of the nutrient solution and foliar application of salicylic acid. The work was carried out in a greenhouse, using a hydroponic system such as Nutrient Lamina Flow Technique - NFT. The treatments consisted of four levels of electrical conductivity of the nutrient solution – ECns (2.1; 3.0; 3.9 and 4.8 dS m⁻¹) and four concentrations of salicylic acid – SA (0; 1.8; 3.6 and 5.4 mM), distributed in a completely randomized design in subdivided plots, with the levels of electrical conductivity of the nutrient solution considered the plots and the concentrations of salicylic acid the subplots, with four replications. ECns of 2.1 dS m⁻¹ and salicylic acid at 2 and 3 mM concentration increased stomatal conductance and internal CO₂ concentration of Japanese cucumber plants, respectively. Saline nutrient solution above 2.1 dS m⁻¹ reduced the instantaneous water use efficiency of Japanese cucumber plants at 23 days after transplanting.

KEYWORDS: *Cucumis sativus* L., phytohormone, saline nutrient solution.

INTRODUÇÃO

Na região Nordeste do Brasil, a baixa precipitação, as elevadas temperaturas e evapotranspiração dificulta a produção agrícola, onde os agricultores recorrem à água proveniente de poços e açudes para irrigação no período de estiagem. Normalmente estas fontes hídricas possuem elevadas concentrações de sais, sendo um estresse que limita o desenvolvimento das plantas (PAIVA et al., 2019).

O estresse salino nas plantas ocasiona restrição na absorção de água e nutrientes e induz o fechamento estomático, interferindo nos processos fisiológicos com a desestabilização da homeostase osmótica. O excesso de sais na água pode também desencadear o efeito iônico, interferindo no balanço e absorção de nutrientes, gerando efeito negativo na atividade fotossintética com a menor condutância estomática, transpiração e assimilação de CO₂ (FIGUEIREDO et al., 2019).

Dentre as alternativas para atenuar os efeitos do estresse salino nas culturas, destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico (AS). O AS é uma molécula sinalizadora de genes que atua nos mecanismos de defesas das plantas através da produção de metabolismo secundários e enzimas antioxidantes que contribui no controle das espécies reativas de oxigênio, favorecendo a tolerância das plantas ao estresse salino (SILVA et al., 2020). Nesse contexto, objetivou-se

com este estudo avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico como atenuador do estresse salino nas trocas gasosas do pepino japonês cultivado em sistema hidropônico NFT.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Pombal, Paraíba, PB.

Os tratamentos consistiram de quatro níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva – CE_{sn} (2,1; 3,0; 3,9 e 4,8 dS m⁻¹) e quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,8; 3,6 e 5,4 mM), distribuídos em delineamento inteiramente casualizados em parcela subdividida, sendo os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva considerados as parcelas e as concentrações de ácido salicílico as subparcelas, com quatro repetições.

Neste estudo, foi utilizado o sistema hidropônico do tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente- NFT. A solução nutritiva utilizada foi a de Hoagland & Arnon (1950). A semeadura do pepino japonês (*Cucumis sativus* L.) foi realizada em recipientes de polietileno com capacidade de 50 mL contendo esponja vegetal, disposto em bandejas. Antes da semeadura, as esponjas vegetais foram sanitizadas com hipoclorito de sódio (2,5%), lavadas e secadas ao ar livre. Na fase de germinação até o surgimento da primeira folha verdadeira (em média dez dias após semeadura) utilizou solução nutritiva meia força. Após o surgimento da primeira folha verdadeira foi retirado à esponja vegetal e efetuado a inserção das plantas nos perfis hidropônicos e passou-se a utilizar solução nutritiva da concentração plena.

As soluções salinas usadas na irrigação foram obtidas mediante adição de sais de cloreto de sódio (NaCl), de cálcio (CaCl₂.2H₂O) e de magnésio (MgCl₂.6H₂O) na proporção equivalente a 7:2:1 respectivamente, a solução nutritiva preparada em água do abastecimento de Pombal-PB.

A primeira aplicação do ácido salicílico foi realizada 5 dias após a inserção das plantas nos perfis hidropônicos e 72 horas antes do início da aplicação da solução nutritiva salina entre 17:00 e 18:00 h; as demais aplicações foram feitas em intervalos de 10 dias, pulverizando as faces abaxial e adaxial das folhas, de modo a se obter o molhamento completo do limbo foliar, utilizando um borrifador. Durante as pulverizações com AS, foi utilizada uma estrutura com lona plástica para evitar a deriva sobre as plantas vizinhas.

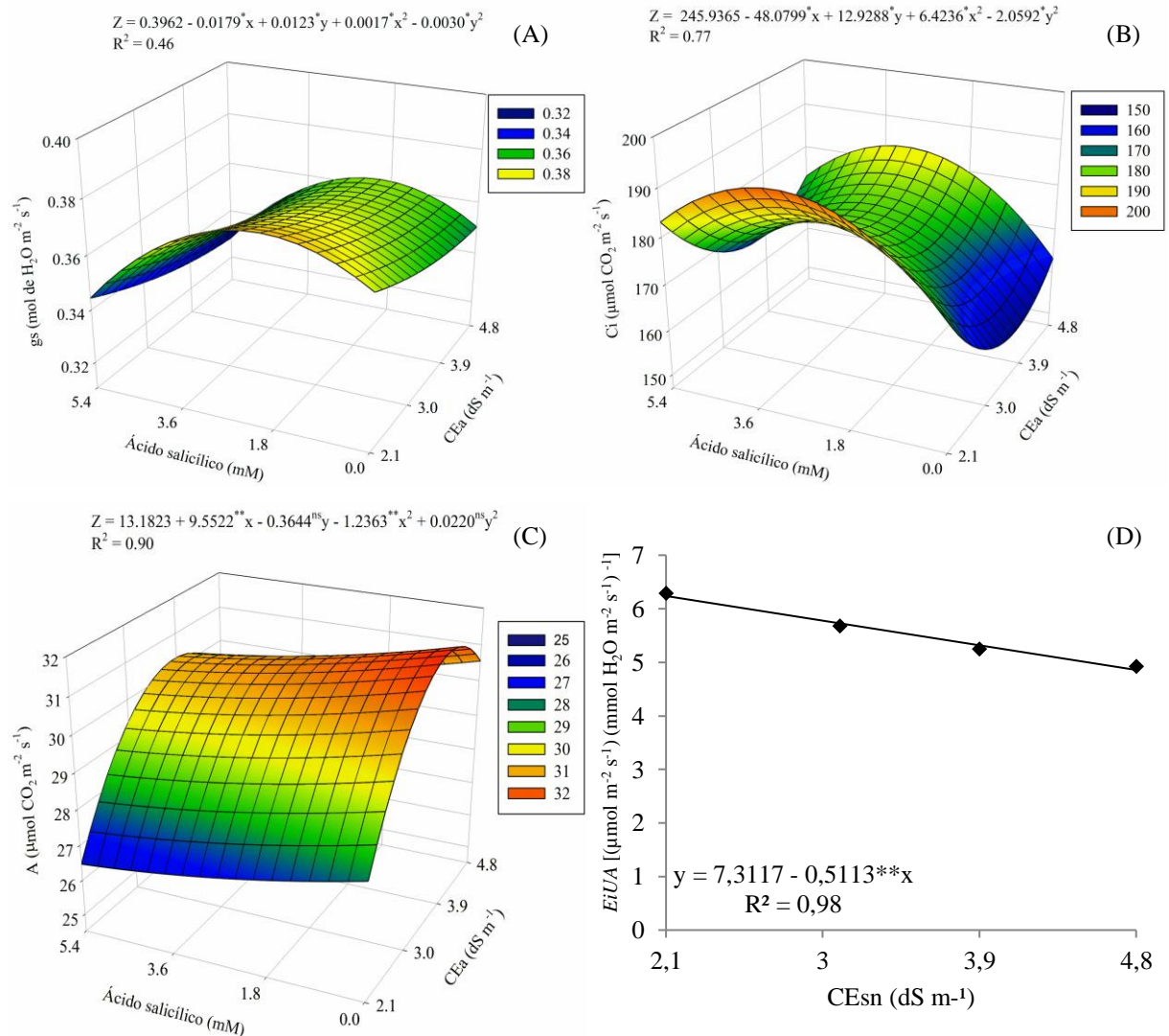
Aos 23 dias após inserção das plantas no perfil hidropônico, foram avaliadas as trocas gasosas, através da condutância estomática - g_s ($\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração - E ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa de assimilação de CO_2 - A ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO_2 - C_i ($\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo LCPro + Portable Photosynthesis System® (ADC BioScientific Limited, UK), irradiação de $1200 \mu\text{mol f\u00f3tons m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fluxo de ar de 200mL min^{-1} , e concentração de CO_2 atmosf\u00e9rico. Ap\u00f3s a coleta dos dados foi quantificado a efici\u00eancia instant\u00e2nea do uso da \u00e1gua - $E_iUA - A/E$ [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$].

Os dados coletados foram submetidos \u00e0 an\u00e1lise de vari\u00e2ncia pelo teste F ao n\u00edvel de 0,05 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se an\u00e1lise de regress\u00e3o polinomial (linear e quadr\u00e1tica) para a solu\u00e7\u00e3o nutritiva salina e para as concentra\u00e7\u00f5es de \u00e1cido salic\u00edlico, utilizando-se do software estat\u00edstico SISVAR - ESAL vers\u00e3o 5.7 (FERREIRA, 2019).

RESULTADOS E DISCUSS\u00c3O

Para a condut\u00e2ncia estom\u00e1tica (Figura 1A), observa-se que valor m\u00e1ximo estimado de $0,38 (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$ foi obtido nas plantas submetidas \u00e0 CE_{sn} de $2,1 \text{dS m}^{-1}$ e concentra\u00e7\u00e3o de \u00e1cido salic\u00edlico estimada de $2,0 \text{mM}$. Enquanto, o valor m\u00ednimo de $0,32 (\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{s}^{-1})$ foi verificado na CE_{sn} de $4,8 \text{dS m}^{-1}$ e AS de $5,4 \text{mM}$. As plantas sob estresse fecham os est\u00f4matos, como mecanismo para evitar a perda de \u00e1gua e absor\u00e7\u00e3o de \u00edons t\u00f3xicos (Na^+ e Cl^-), limitando a entrada de CO_2 na c\u00e2mara subestom\u00e1tica e por conseguinte a taxa fotossint\u00e9tica (DIAS et al., 2019), podendo aumentar o efeito negativo com aplica\u00e7\u00e3o de elevada concentra\u00e7\u00e3o do \u00e1cido salic\u00edlico, fato esse verificado nas plantas cultivadas com \u00e1cido salic\u00edlico na concentra\u00e7\u00e3o de $5,4 \text{mM}$.

Na Figura 1B, nota-se que as plantas cultivadas sob CE_{sn} de $2,1 \text{dS m}^{-1}$ e \u00e1cido salic\u00edlico na concentra\u00e7\u00e3o de $3,0 \text{mM}$, obtiveram a maior concentra\u00e7\u00e3o interna de CO_2 ($193,56 \mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Por outro lado, o menor valor de $155,98 (\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1})$ foi obtido nas plantas cultivadas sob CE_{sn} estimada de $3,7 \text{dS m}^{-1}$ sem aplica\u00e7\u00e3o do AS (0mM). A aplica\u00e7\u00e3o de \u00e1cido salic\u00edlico em concentra\u00e7\u00f5es adequadas pode contribuir na manuten\u00e7\u00e3o da homeostase das plantas sob estresse, atrav\u00e9s da a\u00e7\u00e3o de compostos org\u00e2nicos e enzimas antioxidantes que sinaliza o mecanismo defesa das plantas ao estresse salino (JINI et al., 2017).



X e Y - Condutividade elétrica da solução nutritiva salina - CEa e concentração de ácido salicílico - AS, respectivamente.

Figura 1. Condutância estomática – gs (A), concentração interna de CO₂ – Ci (B) e taxa de assimilação de CO₂ – A (C) das plantas de pepino japonês, em função da interação entre os níveis salinos da solução nutritiva – CESn e ácido salicílico – AS, e eficiência instantânea do uso da água – EiUA (D) em função da solução nutritiva salina – CESn, em cultivo hidropônico, aos 23 dias após transplante.

Quanto à taxa de assimilação de CO₂ (Figura 1C), verifica-se que o maior valor de 31,34 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi obtido nas plantas de pepino japonês submetidas à CESn de 3,7 dS m⁻¹ e concentração de 0 mM de AS. Por outro lado, o valor mínimo de 27,01 ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) foi observado nas plantas que receberam a CESn de 2,1 dS m⁻¹ e 5,4 mM do AS. A redução da taxa fotossintética ocorre pela ação de fatores não estomáticos, limitado por atividade de enzimas (ALAM et al., 2015), influenciado pela aplicação de alta concentração do AS.

A eficiência instantânea do uso da água reduziu linearmente com o aumento da solução nutritiva salina (Figura 1D), com decréscimo de 6,99% por aumento unitário da CESn. Essa redução ocorre pela resistência estomática nas plantas sob estresse salino, dificultando absorção de água que afeta o processo fisiológico, resultando na menor EiUA (FREIRE et al., 2021).

CONCLUSÕES

O ácido salicílico na concentração de 2 e 3 mM aumenta a condutância estomática e a concentração interna de CO₂ das plantas de pepino japonês submetidas a salinidade da solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹ em sistema hidropônico.

A aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 5,4 mM afeta negativamente a taxa de assimilação de CO₂ das plantas de pepino Japonês cultivadas com solução nutritiva salina de 2,1 dS m⁻¹.

A solução nutritiva salina acima de 2,1 dS m⁻¹ reduz a eficiência instantânea do uso da água das plantas de pepino Japonês, aos 23 dias após o transplantio.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALAM, A. M.; JURAIMI, A. S.; RAFII, M. Y.; HAMID, A. A. Effect of salinity on biomass yield and physiological and stem-root anatomical characteristics of purslane (*Portulaca oleracea* L.) accessions. **BioMed Research International**, v. 2015, n. 1, p. 1-15, 2015.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. DE; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.32, n.2, p.429-439, 2019.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FIGUEIREDO, F. R. A.; LOPES, M. D. F. Q.; SILVA, R. T. DA; NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. DA; BRUNO, R. D. L. A. Respostas fisiológicas de mulungu submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Brazilian Journal of Irrigation and Drainagem**, v. 24, n. 3, p. 662-675, 2019.
- FREIRE, M. H. DA C.; SOUSA, G. G. DE; CEITA, E. D. R. DE; BARBOSA, A. S.; GOES, G. F.; LACERDA, C. F. DE. Trocas gasosas de variedades de feijão sob condições de salinidade da água de irrigação. **Agrarian**, v. 14, n. 51, p. 61–70, 2021.
- HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. **The water-culture method for growing plants without soil**. Berkeley: University of California, Circular. California Agricultural Experiment Station, v. 347, n. 2, 39 p., 1950.

JINI, D.; JOSEPH, B. Physiological mechanism of salicylic acid for alleviation of salt stress in rice. **Rice Science**, v. 24, p. 97-108, 2017.

PAIVA, F. J. DA S.; RODRIGUES, M. H. B. S.; LOPES, K. P; SILVA, J. G DA. Influência da salinidade da água de irrigação na qualidade de sementes no semiárido paraibano. **Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, p. 45-50, 2019.

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 sour sop. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 1092-1101, 2020.