



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

## Trocas gasosas de pepino sob solução nutritiva salina e ácido salicílico em sistema hidropônico

Valeska Karolini Nunes Oliveira de Sá<sup>1</sup>, Geovani Soares de LIMA<sup>2</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos SOARES<sup>2</sup>, Hans Raj GHEYI<sup>1</sup>, Allysson Jonhny Torres MENDONÇA<sup>1</sup>, Rafaela Aparecida Frazão TORRES<sup>1</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

[valeska-nunesoliveira@hotmail.com](mailto:valeska-nunesoliveira@hotmail.com)

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico nas trocas gasosas de pepino Hiroshi japonês cultivado sob soluções nutritivas salinas em sistema hidropônico de tipo NFT. O experimento foi desenvolvido sob condições de casa de vegetação em Pombal – PB em sistema hidropônico tipo NFT - Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente. O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, em esquema parcelas subdivididas, cujos tratamentos consistiram de quatro níveis salinos da solução nutritiva - CESn (2,1, 3,6, 5.1, e 6,6 dS m<sup>-1</sup>) e duas concentrações de ácido salicílico (0 e 5,4 mM) com três repetições e duas plantas por parcela. A solução nutritiva salina a partir de 2,1 dS m<sup>-1</sup> diminuiu a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, e a transpiração, e aumentou a concentração interna de CO<sub>2</sub> das plantas de pepino japonês, aos 40 dias após o transplante, aplicação do ácido salicílico de 5,4 mM aumentou a concentração interna de CO<sub>2</sub>, e reduziu condutância estomática e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Cucumis sativus* L., estresse salino, atenuante.

### INTRODUÇÃO

Pertencente à família das Cucurbitáceas, o pepino (*Cucumis sativus* L.), é classificado como uma das principais hortaliças consumidas e comercializadas no Brasil, em destaque o do tipo japonês. A produção anual brasileira do pepino ultrapassa 200.000 toneladas, sendo o fruto apreciado e consumido tanto in natura como em saladas, como curtido em salmoura ou vinagre (PANTA et al., 2019)

O semiárido do Nordeste brasileiro é caracterizado pela distribuição irregular das precipitações, altas temperaturas e baixa umidade, proporcionando acúmulo de sais na água e/ou no solo (ARAÚJO NETO, 2017). O excesso de sais limita a produção agrícola, inibindo crescimento e o desenvolvimento das plantas (DIAS et al., 2018). Dessa forma, é fundamental o desenvolvimento de estratégias de manejo que viabilizem o uso das águas salinas na agricultura.

Dentre as alternativas para a utilização de águas salinas na irrigação, algumas estratégias de manejo são utilizadas como o cultivo hidropônico (SILVA et al., 2018a), permitindo o aumento na disponibilidade e oferta de produtos diversificados e com maior qualidade nos supermercados (CARVALHO, 2022).

Outra estratégia empregada para minimizar os efeitos do estresse salino destaca-se a aplicação foliar de ácido salicílico (AS). O AS é um composto fenólico que atua na indução da tolerância das plantas ao estresse, a partir da sinalização e expressão de genes que ativa os mecanismos de defesa (METHENNI et al., 2018; SILVA et al., 2018b).

Apesar da importância socioeconômica da cultura do pepino ainda são incipientes pesquisas avaliando os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico no cultivo desta olerícola sob condições de solução nutritiva salina em sistema hidropônico. Diante do exposto, objetivou-se com este estudo avaliar as trocas gasosas das plantas de pepino japonês cultivado em sistema hidropônico de tipo NFT, utilizando solução nutritiva salina e aplicação exógena de ácido salicílico.

### MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida entre maio a junho de 2022 sob condições de casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), em Pombal, PB, situado nas coordenadas geográficas 6°46'13" de altitude Sul, 37°48'13" de longitude de média de 184m.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizados, em um esquema de parcelas subdivididas, sendo quatro níveis de salinidade da solução nutritiva – CEs<sub>n</sub> (2,1; 3,6; 5,1 e 6,6 dS m<sup>-1</sup>) e duas concentrações de ácido salicílico - AS (0,0 e 5,4 mM), com quatro repetições e duas plantas por parcela.

O sistema hidropônico foi do tipo NFT (Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente), confeccionado com cano de PVC de 100 mm de diâmetro e com seis metros de comprimento, composto por quatro subsistemas espaçados 0,8 m, cada subsistema continha três canais espaçados 0,4 m. Nos canais o espaçamento entre plantas foi de 0,5 m e 1,0 m entre os tratamentos.

Os canais foram apoiados em cavaletes com altura de 0,6 m com uma inclinação de 4% para o escoamento da solução nutritiva. Na cota mais baixa de cada bancada do sistema hidropônico, foi inserido uma caixa de polietileno de 150 L com a função de coletar e conduzir a solução nutritiva até os canais. A solução nutritiva foi impulsionada aos canais por bomba com potência de 35 W, na vazão de 3L por min. A circulação da solução nutritiva foi controlada por temporizadores digitais programados para ligar o sistema durante 15 min e desligar por 15 min durante o dia e noite, as sementes de Pepino Hiroshi Japonês foram semeadas em recipientes descartáveis de 50 ml, com um substrato de fibra de coco lavada.

A solução nutritiva utilizada foi conforme a recomendação de Hoagland e Arnon (1950), preparadas com água de abastecimento local (0,3 dS m<sup>-1</sup>) onde resultou em uma condutividade elétrica de 2,1 dS m<sup>-1</sup>. As soluções salinas foram preparadas com adição de cloreto de sódio não iodado (NaCl), cloreto de cálcio (CaCl<sub>2</sub>.2H<sub>2</sub>O), e cloreto de magnésio (MgCl<sub>2</sub>.6H<sub>2</sub>O) em uma proporção de 7:2:1, respectivamente. Trata-se de uma proporção comumente encontrada nas fontes hídricas do Nordeste Brasileiro (MEDEIROS, 1992).

A concentração de ácido salicílico de 5,4 mM foi preparada através da diluição do ácido salicílico P.A em 30% de álcool etílico (99,5%) e 70% de água destilada e 0,05% Haiten espelhante adesivo para melhor efeito de absorção. Após 6 dias do transplantio (DTA) e 72 horas antes do início da aplicação das soluções nutritivas salinas, foi feita a aplicação do ácido salicílico conforme os tratamentos. As aplicações foram realizadas às 17h00min.

Foram avaliadas as trocas gasosas aos 40 DAS, determinando a condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) e transpiração (*E*) nas folhas localizadas no terço médio 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 min<sup>-1</sup>, e concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico, foram realizadas entre 7h00min e 9h00min.

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F, nos casos de significância, realizou-se análise de regressão polinomial (p≤0,05) para os níveis de salinidade da água, e teste de Tukey (p≤0,05) para as concentrações de ácido salicílico, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da interação entre solução nutritiva salina (CE<sub>sn</sub>) e concentrações de ácido salicílico (AS) para condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*) e concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) das plantas pepino Hiroshi japonês (Tabela 1). Os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva influenciaram de forma significativa a transpiração (*E*) das plantas de pepino Hiroshi japonês.

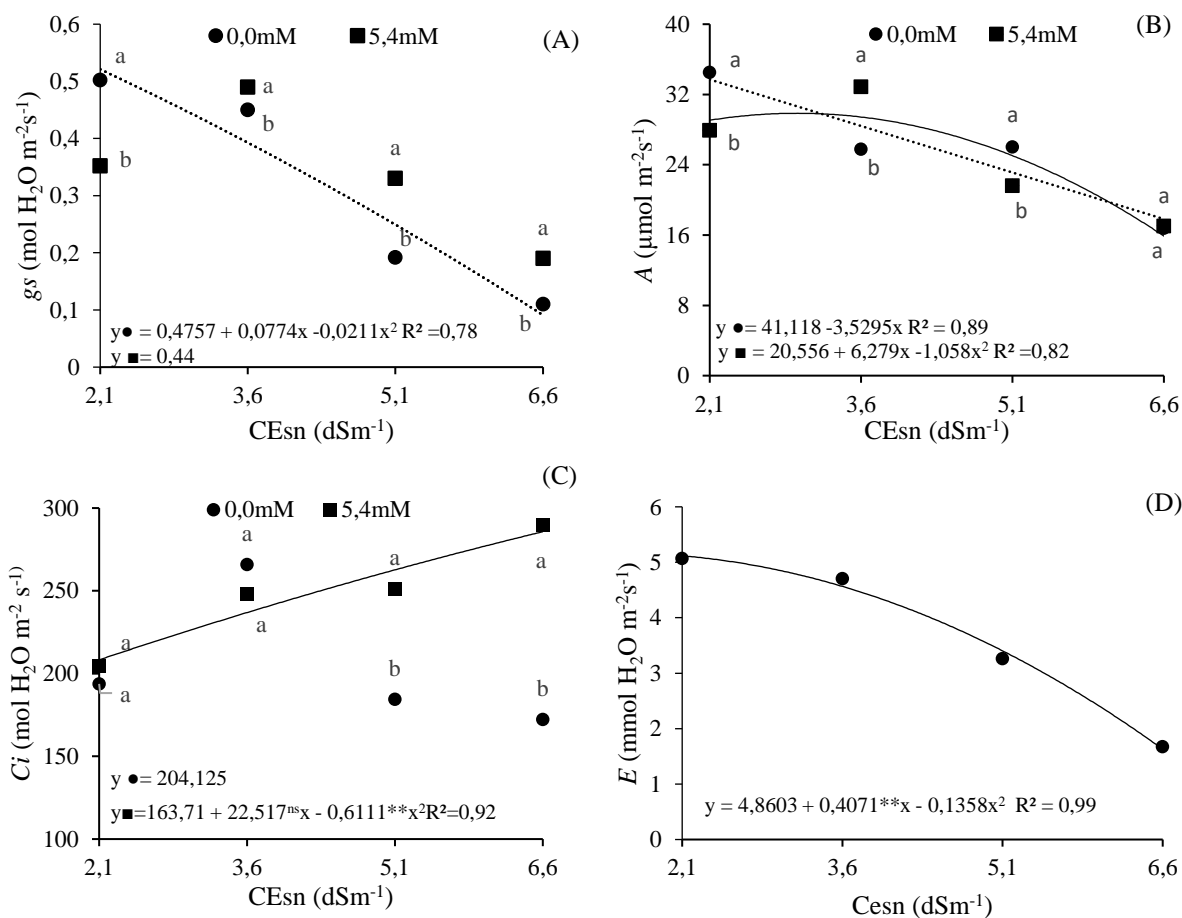
**Tabela 1:** Resumo da análise de variância referente à condutância estomática (*g<sub>s</sub>*), taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> (*A*), concentração interna de CO<sub>2</sub> (*C<sub>i</sub>*) e transpiração (*E*) das plantas de pepino Hiroshi japonês cultivada com solução nutritiva salina (CE<sub>sn</sub>) e aplicação foliar de ácido salicílico (AS) em sistema hidropônico, aos 40 dias após o transplantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados Médios			
		<i>g<sub>s</sub></i>	<i>A</i>	<i>C<sub>i</sub></i>	<i>E</i>
Solução nutritiva salina (CE <sub>sn</sub> )	3	0,5466**	330,418**	4748,16***	19,11**
Regressão linear	1	0,698**	938,76**	1254,10 <sup>ns</sup>	54,009**
Regressão quadrática	1	0,376**	50,601**	4050,00**	2,98 <sup>ns</sup>
Resíduo 1	9	0,000	2,422	358,638	0,468
Ácido salicílico (AS)	1	0,060**	6,588**	15664,50**	1,487 <sup>ns</sup>
Interação (CE <sub>sn</sub> × AS)	3	0,064**	72,980**	7201,00**	0,458 <sup>ns</sup>
Residual 2	12	0,002	7,840	134,791	0,267

CV 1 (%)	5,76	6,15	17,63	18,60
CV 2 (%)	12,43	11,06	20,49	14,06

GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*\*significativo a 0,01 de probabilidade; \*significativo a 0,05 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo

A condutância estomática das plantas de pepino japonês (Figura 1A) aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 5,4 mM não obteve ajuste satisfatório aos modelos de regressão testados ( $R^2 < 0,60$ ). Na ausência de AS (0,0 mM) observa-se que o valor máximo estimado de  $0,55 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  foi obtido nas plantas cultivadas sob CESn de  $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ , decrescendo a partir deste nível e alcançando o valor mínimo de  $0,07 \text{ mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$  nas plantas cultivadas sob CESn de  $6,6 \text{ dS m}^{-1}$ , correspondendo à uma redução de 87,3% entre o maior e o menor nível salino da solução nutritiva. Em relação aos efeitos das concentrações de ácido salicílico em cada nível salino da solução nutritiva, verifica-se diferença significativa entre na  $g_s$  das plantas do tratamento controle (0 mM) em relação as que receberam a concentração de AS 5,4 mM.



Médias seguidas de letras diferentes indicam diferença significativa entre os tratamentos pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ); \*, \*\* Significativo em  $p \leq 0,05$  e  $0,01$  pelo teste F.

**Figura 1:** Condutância estomática -  $g_s$  (A), taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  - A (B), concentração interna de  $\text{CO}_2$  -  $C_i$  (C) das plantas de pepino japonês, em função da interação dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CESn) e das concentrações de ácido salicílico- AS, transpiração - E (D) em função dos níveis de CESn (C) cultivado em sistema hidropônico, aos 40 dias após o transplante.

Para a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  (Figura 1B) verifica-se que na ausência da aplicação foliar de ácido salicílico (0 mM) houve redução na linear, sendo com o aumento da adição de sais na solução nutritiva e redução de 47,1% entre as concentrações de 0,0 e 5,4 mM de AS. Por outro lado, à aplicação foliar de ácido salicílico na concentração de 5,4 mM proporcionou o valor máximo estimado de 29,08 ( $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) sob CESn de  $2,1 \text{ dS m}^{-1}$ . Ao comparar as concentrações de ácido salicílico nos níveis de CESn, verifica-se superioridade da aplicação de 0 mM na taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  das plantas cultivadas sob solução nutritiva de 2,1 e 5,1  $\text{dS m}^{-1}$ .

Na concentração interna de CO<sub>2</sub> (Figura 1C) observa-se que as plantas que receberam ácido salicílico na concentração de 5,4 mM tiveram um incremento linear. Ao comparar a *C<sub>i</sub>* das plantas cultivadas sob AS na concentração de 5,4 em relação as que não receberam o AS (0 mM), verifica-se aumento de 27,1%. No desdobramento das concentrações de AS em cada nível de CEa, constata-se superioridade na *C<sub>i</sub>* das plantas que receberam 5,4 mM nos níveis de CEsn de 5,1 e 6,6 dS m<sup>-1</sup>.

A transpiração (Figura 1D) das plantas cultivadas sob solução nutritiva salina de 2,1 dS m<sup>-1</sup> foi superior, com o valor máximo estimado de 5,12 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>, decrescendo a partir deste nível e alcançando o valor mínimo de 1,63 mmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup> sob CEsn de 6,6 dS m<sup>-1</sup>, o correndo uma redução de 68,23%, o fechamento parcial dos estômatos é uma resposta precoce das plantas ao estresse salino, na tentativa de reduzir a perda de água e, conseqüentemente, a absorção de sais da solução do solo sem comprometer a atividade fotossintética (DIAS et al., 2018; BEZERRA et al., 2018). O AS também aumenta o acúmulo de osmoprotetores, melhorando a turgência nas células vegetais sob estresse e a ativação de enzimas antioxidantes, refletindo em melhor atividade fotossintética (COSTA et al., 2021).

## CONCLUSÕES

A solução nutritiva salina a partir de 2,1 dS m<sup>-1</sup> diminui a condutância estomática, a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub>, e a transpiração e aumenta a concentração interna de CO<sub>2</sub> das plantas de pepino japonês, aplicação do ácido salicílico de 5,4 mM aumentou a concentração interna de CO<sub>2</sub> e reduziu condutância estomática e a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> das plantas de pepino aos 40 dias após o transplantio.

## REFERÊNCIAS

- ARAÚJO NETO, L. J. de. Indicadores da qualidade de solos sob sistemas de uso no perímetro irrigado várzeas de Sousa-PB: UFCG. 2017. 46 f. Dissertação (Mestrado Profissional em Sistemas Agroindustriais) Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.
- BEZERRA, I. L.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOUZA, L. de P.; PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S. de. Morphophysiology of guava under saline water irrigation and nitrogen fertilization. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.32-37, 2018.
- CARVALHO, A. L. S. Hidroponia como alternativa na produção de rúcula em ribeira do Pombal-BA, 2022.
- COSTA, A. A.; PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; SOUZA NETA, M. L.; PEREIRA, K. T. O.; LEITE, M. S.; SÁ, F. V. da S.; BENEDITO, C. P. Osmoprotection in *Salvia hispanica* L. seeds under water stress attenuators. *Brazilian Journal Biology*, v.82, e-233547, 2021.
- 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, p.628–633, 2018.
- 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.
- METHENNI, K.; ABDALLAH, M. B.; NOUAIRI, I.; SMAOUI, A.; ZARROUK, M.; YOUSSEF, N. B. Salicylic acid and calcium pretreatment alleviate the toxic effect of salinity in the Oueslatio live variety. *Scientia Horticulturae*, v.233, p.349-358, 2018.
- MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estado do RN, PB e CE. Campina Grande: UFCG. 1992. 196 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia agrícola) Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande. 1992.
- PANTA, A. M. dos S.; TELES, G.S.A. Desempenho agrônômico do pepino Aodai (*Cucumis sativus*) em função da adubação orgânica cultivado no agreste de Sergipe. *Revista Expressão Científica*, v.4, n.3, p.28-34, 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 soursop. *Revista caatinga*, v.33, p.1092-1101, 2020.
- SILVA, J. S.; PAZ, V. P. da S.; SOARES, T. M.; ALMEIDA, W. F.; FERNANDES, J. P. Production of lettuce with brackish water in NFT hydroponic system. *Semina: Ciências Agrárias*, v.39, n.3, p.947-961, 2018a.
- SILVA, E. M.; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F. V. S.; SOUZA, L. P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.22, n.11, p.776-781, 2018b.