

## PRODUÇÃO DE PIMENTA ORNAMENTAL HIDROPÔNICA SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINAS E APLICAÇÃO DE H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

Maria Amanda Guedes<sup>1</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>2</sup>, Hans Raj Greyi<sup>3</sup>, Tailson Andrade Sampaio<sup>4</sup>, Julio Cesar Agostinho da Silva<sup>4</sup>, Daniel da Conceição Almeida<sup>4</sup>

**RESUMO:** A salinidade elevada da água é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento de diversas culturas, incluindo a pimenta Etna ornamental. A adoção de estratégias para mitigar os efeitos do estresse salino torna-se essencial, destacando-se a aplicação de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) como uma alternativa promissora, por sua capacidade de induzir mecanismos de defesa antioxidante nas plantas. A pesquisa teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação foliar de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na produção da pimenta Etna ornamental cultivada sob diferentes níveis de salinidade, em sistema hidropônico. O experimento foi realizado em casa de vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande em Pombal – PB, utilizando-se o sistema hidropônico do tipo Técnica do Fluxo Laminar de Nutrientes (NFT). Adotou-se um delineamento experimental inteiramente casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva – CEs<sub>n</sub> (2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m<sup>-1</sup>) as parcelas e cinco concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 8; 16; 24 e 32 μM) como subparcelas com três repetições e duas plantas por parcela. A aplicação de peróxido de hidrogênio na concentração de 16 μM proporciona efeito benéfico no número de frutos plantas de Pimenta Etna ornamental sob salinidade da solução nutritiva de 2,1 dS m<sup>-1</sup>. Concentração de peróxido de hidrogênio de 32 μM eleva o peso médio de frutos de pimenta Etna ornamental sob salinidade da solução nutritiva de 2,1 dS m<sup>-1</sup>.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Capsicum frutescens*; espécie reativa de oxigênio; cultivo sem solo

<sup>1</sup> Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882, 58429-900, Campina Grande-PB. Fone: (84) 99854-0578, E-mail: amandaguedscc@gmail.com

<sup>2</sup> Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

<sup>3</sup> Prof. Doutor, UFCG, Campina Grande-PB

<sup>4</sup> Graduando em Agronomia, UFCG, Pombal-PB

## PRODUCTION OF HYDROPONIC ORNAMENTAL PEPPER UNDER SALINE NUTRITIONAL SOLUTIONS AND APPLICATION OF H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>

**ABSTRACT:** High water salinity is one of the main limiting factors for the development of several crops, including ornamental Etna pepper. The adoption of strategies to mitigate the effects of saline stress becomes essential, with the application of hydrogen peroxide (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) standing out as a promising alternative, due to its ability to induce antioxidant defense mechanisms in plants. The research aimed to evaluate the effect of foliar application of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> on the production of ornamental Etna pepper grown under different levels of salinity, in a hydroponic system. The experiment was carried out in a greenhouse, at the Center for Agrofood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande in Pombal - PB, using the Laminar Nutrient Flow Technique (NFT) hydroponic system. A completely randomized experimental design was adopted, in a split-plot scheme, with five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - CE<sub>sn</sub> (2.1, 2.8, 3.5, 4.2 and 4.9 dS m<sup>-1</sup>) as plots and five concentrations of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 8, 16, 24 and 32 μM) as subplots with three replicates and two plants per plot. The application of hydrogen peroxide at a concentration of 16 μM provides a beneficial effect on the number of fruits of ornamental Etna pepper plants under nutrient solution salinity of 2.1 dS m<sup>-1</sup>. Hydrogen peroxide concentration of 32 μM increases the average weight of ornamental Etna pepper fruits under nutrient solution salinity of 2.1 dS m<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Capsicum frutescens*; reactive oxygen species; soilless cultivation

### INTRODUÇÃO

A pimenta ornamental (*Capsicum annuum* L.) destaca-se por sua versatilidade, sendo apreciada tanto pelo valor estético de seus frutos, quanto por seu potencial culinário, devido à sua aparência atrativa e porte pequeno, seu cultivo se adapta bem a diferentes sistemas de produção, incluindo a hidroponia, o que amplia suas possibilidades comerciais (NASCIMENTO et al., 2019). No entanto, nas condições do Semiárido nordestino sua produção é afetada em virtude do regime hídrico da região, que é caracterizado por altas taxas de evapotranspiração e precipitações irregulares (PINHEIRO et al., 2022). Dessa maneira, à irrigação e, em diversas situações, fazem uso de águas com altos níveis de sais, o que pode comprometer o desenvolvimento das culturas e acelerar a degradação do solo (DANTAS et al., 2022). A salinidade excessiva provoca várias alterações nos processos fisiológicos das plantas, em razão do efeito osmótico, que restringe a absorção de água e nutrientes, e do efeito iônico,

que causa toxicidade, e aumenta a geração de espécies reativas de oxigênio e desequilíbrio na nutrição mineral (RAMOS et al., 2022). Desta maneira, a adoção de estratégias que minimizem os impactos do estresse salino torna-se essencial. Entre as alternativas, destaca-se o cultivo hidropônico, que permite o controle da condutividade elétrica, do pH, da concentração de nutrientes na solução e favorece o uso eficiente da água. Além disso, possibilita a produção contínua ao longo do ano, sendo uma alternativa viável para as condições do semiárido nordestino (DANTAS et al., 2025). Nesse contexto, a aplicação foliar de peróxido de hidrogênio ( $H_2O_2$ ) surge como uma abordagem promissora para mitigar os efeitos do estresse salino em plantas. A exposição ao  $H_2O_2$ , sob condições adversas, estimula a tolerância ao estresse devido ao seu papel na sinalização e ativação dos mecanismos antioxidantes de defesa, contribuindo para o aumento da resistência das plantas (ROQUE et al., 2024). Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de peróxido de hidrogênio na produção de pimenta Etna ornamental cultivado sob solução nutritiva salina em sistema hidropônico tipo NFT.

## MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi realizada em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), situado no campus de Pombal, no estado da Paraíba. Os tratamentos foram distribuídos no delineamento inteiramente casualizados em esquema de parcelas subdivididas, sendo a parcela constituída de cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CESn (2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9  $dS\ m^{-1}$ ) e as subparcelas de cinco concentrações de peróxido de hidrogênio –  $H_2O_2$  (0; 8; 16; 24 e 32  $\mu M$ ), com três repetições e duas plantas por parcela. O sistema hidropônico foi do tipo Técnica de Fluxo Laminar de Nutriente - NFT. No estudo, foi utilizada a solução nutritiva 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  $mg\ L^{-1}$ , respectivamente, os fertilizantes utilizados como fontes de macronutrientes no preparo da solução foram fosfato de potássio monobásico ( $KH_2PO_4$ ), nitrato de potássio ( $KNO_3$ ), nitrato de cálcio ( $Ca(NO_3)_2 \cdot 4H_2O$ ) e sulfato de magnésio ( $MgSO_4 \cdot 7H_2O$ ). Como fonte de micronutrientes, o ácido bórico ( $H_3BO_3$ ), sulfato de manganês ( $MnSO_4 \cdot 4H_2O$ ), sulfato de zinco ( $ZnSO_4 \cdot 7H_2O$ ), sulfato de cobre ( $CuSO_4 \cdot 5H_2O$ ), molibdato de amônio ( $(NH_4)_6Mo_7O_{24} \cdot 4H_2O$ ), sulfato ferroso ( $FeSO_4$ ) e EDTA-Na, respectivamente. As mudas de Pimenta Etna ornamental

foram obtidas a partir de sementes, as quais foram semeadas em copos de polietileno com capacidade de 80 mL, contendo areia dispostas em bandejas, a areia foi esterilizada antes da semeadura, na fase de germinação até o surgimento da primeira folha verdadeira (em média oito dias após a semeadura), foi utilizada solução nutritiva meia-força (50%). Após o surgimento da primeira folha verdadeira foi retirado a areia e efetuado a inserção das mudas nos perfis hidropônicos e passou-se a utilizar solução nutritiva da concentração plena. Na fase de germinação até o surgimento das primeiras folhas verdadeiras utilizou-se a concentração de 50% da solução recomendada por Hoagland & Arnon (1950), após o surgimento das primeiras folhas verdadeiras foi efetuado a transferência das plantas para o sistema hidropônico e passou-se a utilizar 100% da recomendação. As soluções salinas utilizadas na irrigação foram obtidas mediante adição de sais 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) na proporção equivalente a 7:2:1 respectivamente. Os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva foram preparados em água do abastecimento (0,3 dS m<sup>-1</sup>) da cidade de Pombal-PB. As concentrações H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram obtidas através da diluição do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em água deionizada em cada evento de aplicação. As aplicações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> foram realizadas via pulverização foliar, entre 17:00 e 18:00 h, com início às 17 h antes da aplicação dos diferentes níveis de CEs<sub>n</sub> (10 DAT), e posteriormente foram realizadas em intervalos de 12 dias. Os frutos foram colhidos a partir dos 65 dias após transplântio (DAT), quando apresentavam a cor vermelha, característica de frutos maduros e, estendendo-se até os 80 DAT. Nesse período, foi determinado o número de frutos por planta (NF – unidades por planta) e determinado o peso médio dos frutos (PMF - g por fruto), o diâmetro polar (DPF - mm) e equatorial dos frutos (DEF - mm). Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro & Wilk) e posteriormente, realizou-se a análise de variância pelo teste 'F' em nível de  $p \leq 0,05$  de probabilidade. Quando os resultados foram significativos, realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de solução nutritiva salina e concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL (FERREIRA, 2019). Foi utilizado o software SigmaPlot<sup>®</sup> para confecção das curvas de superfície de resposta quando significativos para interação entre os fatores (CEs<sub>n</sub> × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

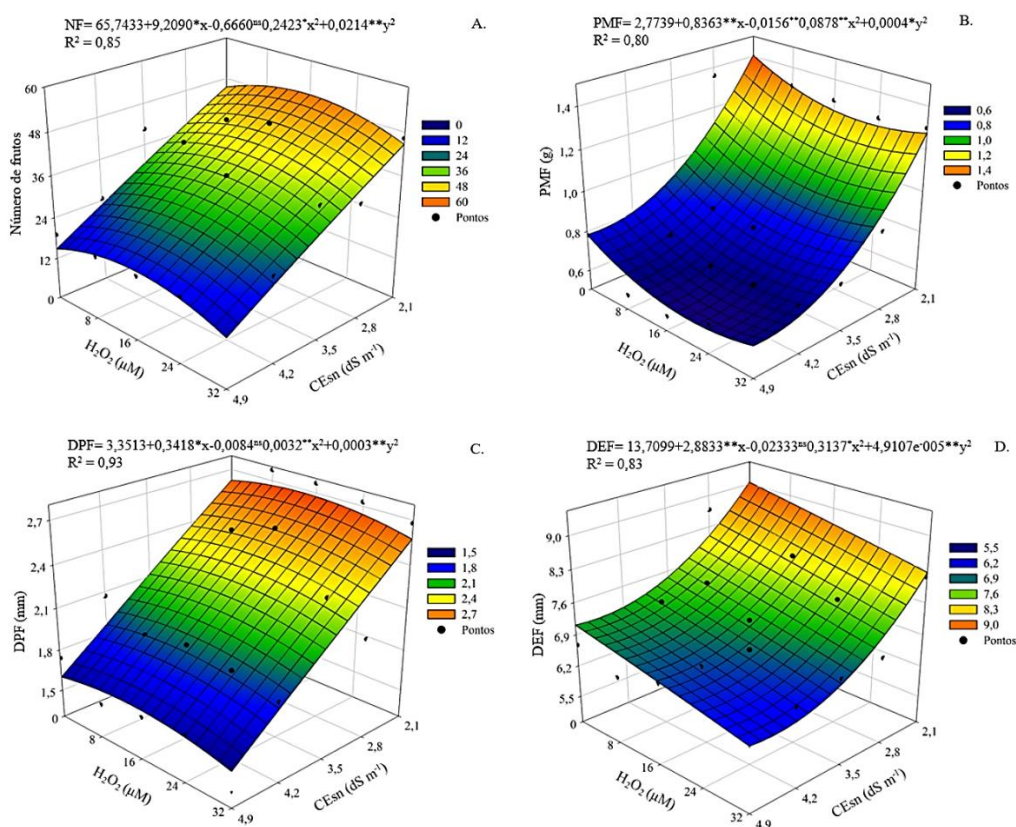
Houve interação significativa entre os fatores salinidade da solução nutritiva e as concentrações de peróxido de hidrogênio para o número de frutos por planta (NFP), peso médio

de fruto (PMF), diâmetro polar do fruto (DPF) e equatorial do fruto (DEF) da pimenta Etna ornamental.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para o número de frutos por planta (NFP), peso médio de fruto (PMF), diâmetro polar do fruto (DPF) e equatorial do fruto (DEF) das plantas de Pimenta Etna ornamental, cultivadas com solução nutritiva salina (CESn) e concentrações de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) em sistema hidropônico, aos 65 dias após o transplantio.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		NFP	PMF	DPF	DEF
Solução nutritiva salina (CESn)	3	2283,83**	1,0121**	2,4888 <sup>ns</sup>	2,4884**
Regressão linear	1	8740,16**	9141,6**	9,7899**	9,7895 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	2,976 <sup>ns</sup>	4,004 <sup>ns</sup>	0,00482 <sup>ns</sup>	0,0002 <sup>ns</sup>
Residual 1	1	156,38	0,0259	0,081	0,081
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	229,46**	0,0713**	0,0284**	0,0284**
Regressão linear	1	0,500**	1,620*	0,0089 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	6,406 <sup>ns</sup>	6,406 <sup>ns</sup>	0,0013 <sup>ns</sup>	0,001 <sup>ns</sup>
Interação (CESn × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	12	156,38**	0,2596**	0,0812**	0,0810**
Residual 2	34	5,351	4,583	3,785	3,397
CV 1(%)		28,35	17,89	13,35	13,35
CV 2(%)		0,00	0,00	0,00	0,00

GL - Graus de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*\*Significativo a 0,01 de probabilidade; \*Significativo a 0,05 de probabilidade; ns não significativo.



x e y - Concentração de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e condutividade elétrica da solução nutritiva - CESn, respectivamente; ns, \*, - Significativo em nível de p ≤ 0,05 pelo teste F, respectivamente.

**Figura 1.** Número de frutos - NF (A), peso médio de fruto - PMF (B), diâmetro polar (C) e equatorial (D) da pimenta Etna ornamental, em função da interação entre os níveis de salinidade da solução nutritiva - CESn e concentrações de peróxido de hidrogênio

O número de frutos (NF) foi superior nas plantas que receberam a aplicação de peróxido na concentração de 24  $\mu\text{M}$  e CEs<sub>n</sub> de 2,1  $\text{dS m}^{-1}$  com 47 frutos (Figura 1A). Destaca-se ainda que a aplicação de  $\text{H}_2\text{O}_2$  na concentração de 16  $\mu\text{M}$  e CEs<sub>n</sub> de 2,8  $\text{dS m}^{-1}$  proporcionou um número de 46 frutos por planta. Os efeitos benéficos do  $\text{H}_2\text{O}_2$  sobre o NF podem ser atribuídos à atividade de enzimas envolvidas na glicólise e no metabolismo energético, que aumentam a produção de ATP necessário para o crescimento e desenvolvimento da planta (SONG et al., 2023). Para o peso médio dos frutos (Figura 1B), observa-se que as plantas que não receberam aplicação foliar de peróxido de hidrogênio promoveram o maior valor (1,36 g por fruto) na CEs<sub>n</sub> de 2,1  $\text{dS m}^{-1}$ . Já o menor valor (0,57 g por planta) foi verificado nas plantas cultivadas sob solução nutritiva com condutividade elétrica de 4,9  $\text{dS m}^{-1}$  e  $\text{H}_2\text{O}_2$  na concentração de 16  $\mu\text{M}$ . A redução no peso médio dos frutos pode estar relacionada ao estresse hídrico induzido pela salinidade e ao desequilíbrio nutricional causado pela alta absorção de íons, principalmente de sódio ( $\text{Na}^+$ ) e cloreto ( $\text{Cl}^-$ ) (WU et al., 2023). Para o diâmetro polar do fruto constatou-se que o maior valor estimado (9,53 mm) foi observado nas plantas submetidas a concentração 0 (testemunha) de peróxido de hidrogênio, e a medida que se elevou os níveis de CEs<sub>n</sub> ocorreu decréscimos, sendo observado o menor valor (5,76 mm) nas plantas cultivadas sob CEs<sub>n</sub> de 4,2  $\text{dS m}^{-1}$ , representando redução de 39,55% (Figura 1C) em relação as que foram submetidas a 2,1  $\text{dS m}^{-1}$ . A aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 8  $\mu\text{M}$ , promoveu aumento p no diâmetro polar do fruto (Figura 1D), sendo o maior valor de (2,78 mm) observado nas plantas cultivadas com CEs<sub>n</sub> de 2,1  $\text{dS m}^{-1}$ . Já o diâmetro polar dos frutos submetidas ao mesmo nível de CEs<sub>n</sub> (2,1  $\text{dS m}^{-1}$ ) e sem aplicação foliar de  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0  $\mu\text{M}$ ), registraram uma redução de 14,38% (2,36 mm) em comparação com à concentração de 8  $\mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$ . O excesso de sais presentes na solução nutritiva, promove o estresse osmótico, afetando negativamente a absorção de água e nutrientes pelas plantas (SKIDER et al., 2020), fato que pode ter influenciado no tamanho dos frutos, observado nesse estudo através das reduções no DPF e DEF.

## CONCLUSÕES

A aplicação de peróxido de hidrogênio na concentração de 16  $\mu\text{M}$  proporciona efeito benéfico no número de frutos plantas de Pimenta Etna ornamental sob salinidade da solução nutritiva de 2,1  $\text{dS m}^{-1}$ . Concentração de peróxido de hidrogênio de 32  $\mu\text{M}$  eleva o peso médio de frutos de pimenta Etna ornamental sob salinidade da solução nutritiva de 2,1  $\text{dS m}^{-1}$ .

## AGRADECIMENTOS

INCT em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical

INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes),

Processo 406570/2022-1 (CNPq)

Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap)

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Dantas, M. V.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Pinheiro, F. W. A.; Silva, P. C. C.; Soares, L. A. dos A. Gas exchange and hydroponic production of zucchini under salt stress and H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. **Revista Caatinga**, v.35, p.436-449, 2022.

Dantas, M. V.; Sá, V. K. N. O. de; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Silva, L. A.; Nobre, R. G., Sousa, A. A. de.; Azevedo, C. A. V. de; Morphophysiology of cucumber under saline nutrient solutions and salicylic acid application in hydroponic system. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.29, e287640, 2025.

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

Hoagland, D. R.; Arnon, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural Experiment Station**, v.347, e32, 1950.

Nascimento, M. F.; Nascimento, R.; Silva, M. A.; Rodrigues, L. C. C. Desempenho agrônômico e ornamental de genótipos de pimenta cultivados em vasos. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 13, p. 197–204, 2019.

Pinheiro, F. W. A.; Lima, G. S. de; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A.; Oliveira, S. G.; Silva, F. A. Gas exchange and yellow passion fruit production under irrigation strategies using brackish water and potassium. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, e20217816, 2022.

Ramos, J. G.; Lima, V. L. A.; Lima, G. S. de; Pereira, M. O.; Silva, A. A. R.; Nunes, K. G. Growth and quality of passion fruit seedlings under salt stress and foliar application of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Comunicata Scientiae**, v. 13, e3393, 2022.

Roque, I. A.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; Lopes, I. A. P.; Silva, L. de A.; Dantas, M. V.; Torres, R. A. F.; Lima, V. L. A. Okra cultivation under irrigation with saline water and foliar application of hydrogen peroxide. **Ambiente & Água** v.19, e2980, 2024.

Skider, R. K.; Wang, X.; Zhang, H.; Gui, H.; Dong, Q.; Jin, D.; Song, M. Nitrogen enhances salt tolerance by modulating the antioxidant defense system and osmoregulation substance content in *Gossypium hirsutum*. **Plants**, v.9, e450, 2020.

Song, K. E.; Hwang, H. R.; Hong, E. S. H.; Konvalina, P.; Jun, W. J.; Jung, J. W.; Shim, S. Hydrogen peroxide ameliorates the adversities of drought stress during germination and seedling growth in sorghum (*Sorghum bicolor* L.). **Agronomia**, v.13, e330, 2023.

Wu, S.; Lu, M.; Wang, S. Effect of oligosaccharides derived from *Laminaria japonica* incorporated pullulan coatings on preservation of cherry tomatoes. **Food Chemistry**, v.199, p.296-300, 2016.