

SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINAS E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NO CRESCIMENTO DE PIMENTA HIDROPÔNICA

Maria Amanda Guedes¹, Geovani Soares de Lima², Hans Raj Greyi³, Lauriane Almeida dos Anjos
Soares⁴, Tailson Andrade Sampaio⁵, Rafaela Aparecida Frazão Torres⁶

RESUMO: Diante dos prejuízos causados pela elevada salinidade da água de irrigação ao desenvolvimento de diversas culturas, incluindo a pimenta Etna ornamental, torna-se necessário adotar estratégias que mitiguem os efeitos do estresse salino, como a aplicação de peróxido de hidrogênio (H₂O₂). Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar os efeitos da aplicação foliar de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) sobre o crescimento da pimenta Etna ornamental, cultivada em sistema hidropônico. O experimento foi desenvolvido em ambiente protegido do 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). Foi utilizado o delineamento experimental foi o inteiramente casualizados, em esquema de parcelas subdivididas, sendo as parcelas constituídas de cinco níveis de salinidade 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 – H₂O₂ (0; 8; 16; 24 e 32 μM), com três repetições e 2 plantas por parcela. A salinidade da solução nutritiva, a partir de 2,1 dS m⁻¹, inibiu o crescimento das plantas de pimenta Etna ornamental, aos 60 dias após o transplantio.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum frutescens.*, cultivo sem solo, estresse salino

¹ 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

² Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

³ Prof. Doutor, UFCG, Campina Grande-PB

⁴ Profa. Doutora, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

⁵ Graduando em Agronomia, UFCG, Pombal-PB

⁶ Doutoranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB

SALINE NUTRITIONAL SOLUTIONS AND HYDROGEN PEROXIDE IN HYDROPONIC PEPPER GROWTH

ABSTRACT: Given the damage caused by the high salinity of irrigation water to the development of several crops, including ornamental Etna pepper, it is necessary to adopt strategies that mitigate the effects of saline stress, such as the application of hydrogen peroxide (H_2O_2). In this context, the present study aimed to evaluate the effects of foliar application of hydrogen peroxide (H_2O_2) on the growth of ornamental Etna pepper, grown in a hydroponic system. The experiment was developed in a protected environment of the Center for Agrofood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande in Pombal -PB, using the hydroponic system of the Laminar Nutrient Flow Technique (NFT). The experimental design was completely randomized, in a split-plot scheme, with the plots consisting of five levels of salinity of the nutrient solution - CEsn (2.1; 2.8; 3.5; 4.2 and 4.9 dS m^{-1}) and the subplots of five concentrations of hydrogen peroxide - H_2O_2 (0; 8; 16; 24 and 32 μM), with three replicates and 2 plants per plot. The salinity of the nutrient solution, from 2.1 dS m^{-1} , inhibited the growth of ornamental Etna pepper plants, at 60 days after transplanting.

KEYWORDS: *Capsicum frutescens*. soilless cultivation, saline stress

INTRODUÇÃO

A região Nordeste do Brasil é caracterizada pelo desbalanço climático, devido à baixa precipitação em relação à evaporação, resultando em déficit hídrico na maior parte do ano. Nessa condição, o uso de águas com altos teores de sais pode comprometer o crescimento e a produtividade das culturas, uma vez que os íons absorvidos se acumulam nos tecidos vegetais, além disso, parte da água é perdida por transpiração, e o excesso de íons, como sódio (Na^+) e cloreto (Cl^-), pode provocar antagonismo com nutrientes e interferir negativamente no metabolismo vegetal. (SILVA et al., 2018). Diante da necessidade de utilizar água com elevadas concentrações de sais na agricultura, torna-se fundamental a busca por substâncias que atenuem os efeitos do estresse salino, como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2). O H_2O_2 é um composto que atua como uma molécula sinalizadora, induzindo a produção de compostos orgânicos e proteínas envolvidas no metabolismo e na aclimação das plantas ao estresse salino. O H_2O_2 também contribui para a desintoxicação de espécies reativas de oxigênio (EROs), melhora a absorção de água e favorece o crescimento das plantas (NÓBREGA et al., 2024). As pimentas

ornamentais (*Capsicum* spp.) pertencem à família Solanaceae e vêm ganhando destaque no setor de plantas ornamentais devido ao seu elevado valor estético, essa valorização se deve principalmente à ampla variabilidade morfológica dos frutos, que apresentam diferentes formas, tamanhos e colorações vibrantes, além do porte compacto atrativo (DIAS et al., 2024). Outra alternativa que tem sido utilizada na redução dos efeitos do estresse salino e os impactos ambientais é o cultivo em sistema hidropônico, pois possibilita maior controle sobre os fatores ambientais que afetam diretamente o desenvolvimento das plantas, especialmente no que diz respeito ao manejo da água e dos nutrientes (GUEDES, et al 2024). Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o peróxido de hidrogênio na atenuação do estresse salino no crescimento das plantas de pimenta Etna ornamental cultivado em sistema hidropônico 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 - CEs_n (2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m⁻¹) e as subparcelas de cinco concentrações de peróxido de hidrogênio – H₂O₂ (0; 8; 16; 24 e 32 µM), 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 (KH₂PO₄), nitrato de potássio (KNO₃), nitrato de cálcio (Ca(NO₃)₂.4H₂O) e sulfato de magnésio (MgSO₄.7H₂O). Como fonte de micronutrientes, o ácido bórico (H₃BO₃), sulfato de manganês (MnSO₄.4H₂O), sulfato de zinco (ZnSO₄.7H₂O), sulfato de cobre (CuSO₄.5H₂O), molibdato de amônio ((NH₄)₆Mo₇O₂₄.4H₂O), sulfato ferroso (FeSO₄) 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 (CaCl₂.2H₂O) e de magnésio (MgCl₂.6H₂O) 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⁻¹) da cidade de Pombal-PB. As concentrações H₂O₂ foram obtidas através da diluição do H₂O₂ em água deionizada em cada evento de aplicação. As aplicações de H₂O₂ 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_n (10 DAT), e posteriormente foram realizadas em intervalos de 12 dias. Os efeitos dos distintos tratamentos sobre a pimenta Etna ornamental foram mensurados aos 60 dias após o transplântio (DAT). O crescimento das plantas foi avaliado através da altura de plantas (AP), o diâmetro do caule (DC), e o número de folhas (NF) e a relação altura/diâmetro (A/D). A AP foi determinada a partir da distância do perfil hidropônico até a inserção do meristema apical medida com régua graduada em cm; o diâmetro do caule foi medido a 5 cm do perfil hidropônico, obtido com o auxílio de paquímetro digital; a quantificação do número de folhas foi obtida a partir da contagem de folhas, considerando comprimento mínimo de 5 cm, e a relação altura/diâmetro (A/D) obtida pela razão entre a AP e o DC. 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 H₂O₂, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL (FERREIRA, 2019). Foi utilizado o software SigmaPlot[®] para confecção das curvas de superfície de resposta quando significativos para interação entre os fatores (CEs_n × H₂O₂).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

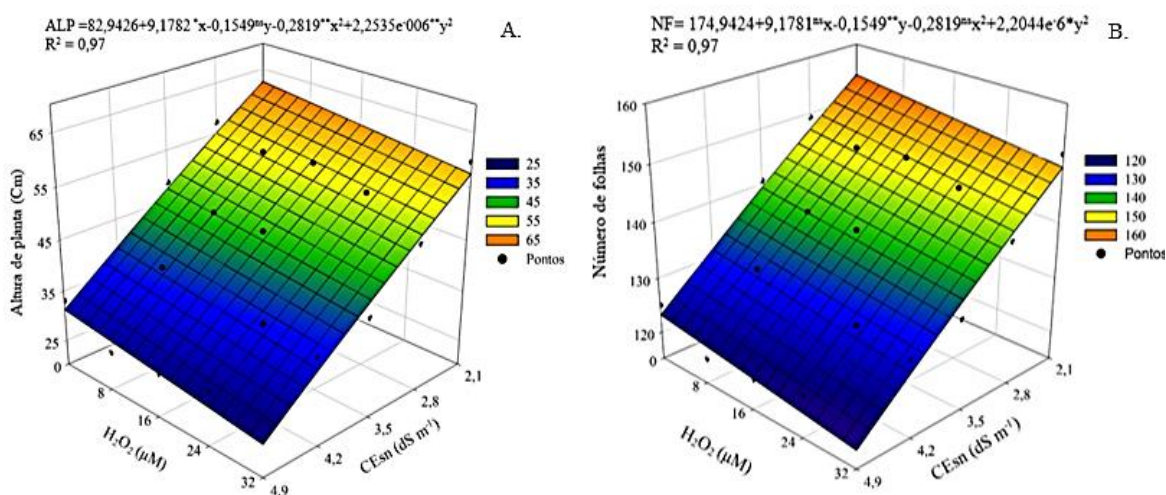
Houve um efeito significativo dos níveis de salinidade da solução nutritiva e as concentrações de peróxido de hidrogênio sobre a altura de plantas (AP), o número de folhas (NF) e o diâmetro do caule (DC) da pimenta Etna ornamental, aos 60 dias após o transplântio.

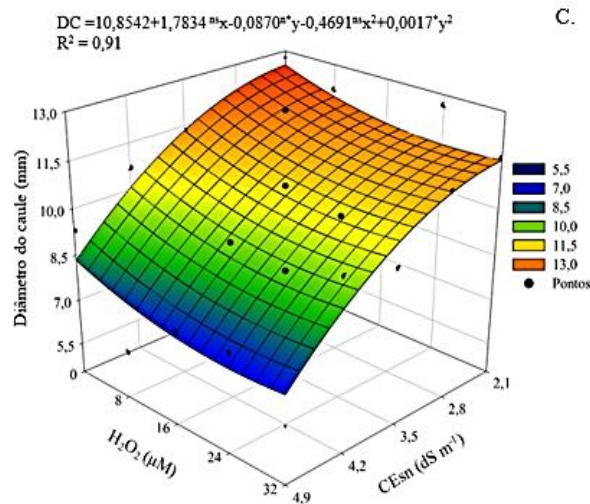
Tabela 1. Resumo da análise de variância para altura de plantas (AP), número de folhas (NF) e diâmetro do caule (DC) das plantas de Pimenta etna ornamental, cultivadas com solução nutritiva salina (CEsn) e concentrações de peróxido de hidrogênio (H₂O₂) em sistema hidropônico, aos 60 dias após o transplante.

Fontes de Variação	GL	Quadrados médios			
		AP	NF	DC	A/D
Solução nutritiva salina (CEsn)	3	2299,98**	2299,98**	45,727 ^{ns}	47,72 ^{ns}
Regressão linear	1	9141,60**	9141,60**	164,93 ^{ns}	160,95 ^{ns}
Regressão quadrática	1	4,004**	4,004 ^{ns}	11,012 ^{ns}	23,012 ^{ns}
Residual 1	1	23,138	0,0822	1,692	2,692
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	4	58,246**	58,246**	2,925**	2,927 ^{ns}
Regressão linear	1	545,30**	1,620*	0,022 ^{ns}	1,022 ^{ns}
Regressão quadrática	1	45,73*	6,406 ^{ns}	0,4171 ^{ns}	0,4181 ^{ns}
Interação (CEsn × H ₂ O ₂)	12	23,138**	23,246**	1,692**	1,632 ^{ns}
Residual 2	34	26,38	24,687	3,055	4,055
CV 1(%)		10,78	3,52	12,79	8,56
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.

A altura de planta foi superior nas plantas que receberam solução nutritiva de 2,1 dS m⁻¹ e sem aplicação de peróxido de hidrogênio (0 μM) (Figura 1A). Destaca-se que o valor máximo estimado de AP (62,66 cm) foi obtido sob CEsn de 2,1 dS m⁻¹ e aplicação foliar de H₂O₂ na concentração de 32 μM. A inibição do crescimento das plantas sob condições salinas é resultado do acúmulo excessivo de sais na solução nutritiva, os quais interferem na absorção de água e nutrientes pelas raízes, esse estresse compromete processos fisiológicos fundamentais, como a divisão e a expansão celular, além de provocar a redução da pressão de turgor, fator essencial para o alongamento celular e, conseqüentemente, para o desenvolvimento da planta (GUEDES et al., 2024).





x e y - Concentração de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 e condutividade elétrica da solução nutritiva - CEsn, respectivamente; ns, *, - Significativo em nível de $p \leq 0,05$ pelo teste F, respectivamente.

Figura 1. Altura de plantas (A), número de folhas (B) e diâmetro do caule (C) da pimenta Etna ornamental, em função da interação entre os níveis de salinidade da solução nutritiva - CEsn e as concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 , aos 60 dias após o transplantio

A aplicação de peróxido de hidrogênio foi benéfica para o número de folhas das plantas de pimenta Etna ornamental, sendo observados o maior valor (154), naquelas submetidas a concentração de $8 \mu M$, enquanto o menor valor 118 ocorreu na concentração de $32 \mu M$, na CEsn de $4,9 dS m^{-1}$ (Figura 1B). O peróxido de hidrogênio (H_2O_2) participa ativamente nos sistemas de defesa antioxidante das plantas, auxiliando na atenuação dos efeitos osmóticos e iônicos provocados pela salinidade. Sua atuação favorece a assimilação de nutrientes, além de contribuir para a diminuição da concentração de espécies reativas de oxigênio (EROs), evitando danos celulares associados ao estresse oxidativo (CAPITULINO et al., 2023). Para o diâmetro do caule constatou-se que o maior valor (12,85 mm) foi obtido nas plantas que não receberam H_2O_2 ($0 \mu M$), à medida que se elevou a CEsn ocorreu decréscimos, sendo observado o menor valor (6,02 mm) sob CEsn de $4,9 dS m^{-1}$ (Figura 1C) em relação as que receberam solução nutritiva de $2,1 dS m^{-1}$. A inibição no crescimento no diâmetro de caule sob estresse salino pode estar associada a alterações nos processos fisiológicos das plantas, especialmente aqueles relacionados à expansão e ao alongamento celular (NÓBREGA et al., 2024).

CONCLUSÕES

A condutividade elétrica da solução nutritiva a partir de $2,1 dS m^{-1}$ afeta de forma negativa no crescimento da pimenta Etna ornamental em cultivo hidropônico, aos 60 dias após o

transplântio. A aplicação foliar de peróxido de hidrogênio na concentração de 32 µM promove aumento no crescimento em altura de plantas da pimenta Etna ornamental em cultivo hidropônico.

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

Capitulino, J. D.; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A.V. de; Silva, A. A. R. da; Arruda, T. F. de L.; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Fernandes, P. D.; Farias, M. S. S. De; Dias, M. dos S. Influence of foliar application of hydrogen peroxide on gas exchange, photochemical efficiency, and growth of soursop under salt stress. **Plants**, v.12, p.599, 2023.

Dias, F. M.; Xavier, M. F. N.; Campos, L. F. C.; Santos, F. P.; Melo, P. G. S.; Nascimento, A. R. Potential of peppers of the genus Capsicum and their use as an ornamental plant. **Contribuciones a las Ciencias Sociales**, v.17, e5024, 2024.

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

Guedes, M. A.; Lima, G. S. de.; Gheyi, H R.; Soares, L. A. dos A.; Silva, L. de A.; Oliveira, V. K. N.; Brito, L. A.; Silva, A. A. R. da. H₂O₂ as attenuator of salt stress on the physiology and growth of hydroponic cherry tomato. **Revista caatinga**, v.37, e12002, 2024.

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

Nóbrega, J. S.; Gomes, V. R.; Soares, L. A. dos A.; Lima, G. S. de; S, A. A. R. da; Gheyi, Hans R. J.; Torres, R. A. F.; Silva, F. J. L. da.; Silva, T. I. da; Costa, F. B. da; Dantas, M. V.; Bruno,

R. de L.; Nobre, R. G.; Sá, F. V. da S. Hydrogen peroxide alleviates salt stress effects on gas exchange, growth, and production of naturally colored cotton. **Plants**, v. 13, e 390, 2024.

SILVA, E. M. da; LIMA, G. S. de; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SÁ, F. V. da. S.; SOUZA, L. de P. Growth and gas exchanges in soursop under irrigation with saline water and nitrogen sources. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.22, p.776-781, 2018.