

PRODUÇÃO DE PIMENTA ETNA ORNAMENTAL SOB SOLUÇÕES NUTRITIVAS SALINAS E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

Valéria Fernandes de Oliveira Sousa¹, Lauriane Almeida dos Anjos Soares², Geovani Soares de Lima², Júlio Cesar Agostinho da Silva³, Daniel da Conceição Almeida³, Valeska Karolini Nunes Oliveira⁴

RESUMO: A salinidade é um dos principais fatores limitantes à produção agrícola, elevadas concentrações de sais na água comprometem o crescimento das plantas, sendo necessário o uso de tecnologias que atenuem os efeitos deletérios do estresse salino sobre as plantas, tais como a aplicação exógena de peróxido de hidrogênio. Neste contexto, o presente estudo avaliou o efeito do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na atenuação do estresse salino em pimenta 'Etna ornamental'. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando delineamento fatorial 5 × 2, correspondendo a 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 duas concentrações de H₂O₂ (0 e 24 µM), distribuídos em blocos casualizados com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. O aumento da CEs_n reduziu o número e o peso total de frutos da pimenta 'Etna ornamental'. A aplicação de H₂O₂ aumentou significativamente o peso médio (20,73%) e total (15,34%) dos frutos, porém não mitigou os efeitos deletérios do estresse salino.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum frutescens* L.; espécie reativa de oxigênio; salinidade

PRODUCTION OF ORNAMENTAL ETNA PEPPER UNDER SALINE NUTRITIVE SOLUTIONS AND HYDROGEN PEROXIDE

ABSTRACT: Salinity is one of the main limiting factors for agricultural production. High concentrations of salts in water compromise plant growth, requiring the use of technologies that mitigate the deleterious effects of saline stress on plants, such as the exogenous application of hydrogen peroxide. In this context, the present study evaluated the effect of hydrogen peroxide

¹ Doutora, Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, UFCG, Rua Jairo Vieira Feitosa, 1770 - Pereiros, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone (83) 999431191. e-mail: valeriafernandesbds@gmail.com

² Prof (a). Doutor(a), Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

³ Graduando em Bacharel em Agronomia, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB.

⁴ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB.

(H₂O₂) in attenuating saline stress in 'Etna ornamental' pepper. The experiment was conducted in a greenhouse, using a 5 × 2 factorial design, corresponding to five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - CE_{sn} (: 2.1; 2.8; 3.5; 4.2 and 4.9 dS m⁻¹) and two concentrations of H₂O₂ (0 and 24 μM), distributed in randomized blocks with three replicates, totaling 30 experimental units. The increase in CE_{sn} reduced the number and total weight of 'Etna ornamental' pepper fruits. The application of H₂O₂ significantly increased the average (20.73%) and total (15.34%) weight of the fruits, but did not mitigate the deleterious effects of saline stress.

KEYWORDS: *Capsicum frutescens* L.; reactive oxygen species; salinity

INTRODUÇÃO

A salinidade no solo e da água é um dos principais desafios para a agricultura global, afetando mais de um bilhão de hectares distribuídos em 100 países Singh (2022), o que demanda estratégias urgentes para viabilizar a produção de alimentos nessas áreas. O estresse salino pode reduzir a produtividade agrícola em até 50%, pois as plantas redirecionam sua energia metabólica para processos de adaptação, em detrimento do crescimento (Balasubramaniam et al., 2023).

Além disso, a salinidade desencadeia a produção excessiva de espécies reativas de oxigênio (EROs) nos cloroplastos, causando danos oxidativos irreversíveis aos tecidos vegetais, inibição do crescimento e, em casos extremos, a morte da planta (El-Beltagi et al., 2022).

A pimenta (*Capsicum frutescens* L.), é amplamente cultivada por seu sabor pungente, cor vibrante e valor nutricional, é uma das culturas mais afetadas pela salinidade, com perdas de até 14% na produtividade (Zamljen et al., 2022). Seus benefícios à saúde estão associados à capsaicina, um composto bioativo com propriedades medicinais e à alta concentração de vitaminas (A, C, B6) e minerais (cálcio, folato, tiamina) (Ibeh & Egbucha, 2023).

Estudos recentes demonstram que a aplicação de peróxido de hidrogênio em baixas concentrações induz tolerância ao estresse salino em plantas de pimentão, permitindo o cultivo em águas moderadamente salinas (Aragão et al., 2023, Silva et al., 2023). Essas descobertas abrem novas perspectivas para o manejo sustentável de águas salinas. Diante desse cenário, este trabalho tem como objetivo avaliar o efeito do peróxido de hidrogênio (H₂O₂) na atenuação do estresse salino em pimenta 'Etna ornamental'.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Pombal-PB, Brasil. O delineamento experimental consistiu em um arranjo fatorial 5×2 , com cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CESn: 2,1; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m^{-1}) e duas concentrações de H_2O_2 (0 e 24 μM), distribuídos em blocos casualizados com três repetições, totalizando 30 unidades experimentais. As concentrações de H_2O_2 foram estabelecidas com base em estudo realizado por Guedes et al. (2023).

Utilizaram-se sementes de pimenta ornamental 'Etna ornamental' (ISLA[®]), semeadas em copos de polietileno (110 mL) contendo areia autoclavada. Durante a fase de emergência até o surgimento da primeira folha verdadeira, aplicou-se solução nutritiva meia-força (50%), sendo o transplântio realizado para vasos de 10 L contendo areia esterilizada quando as plantas apresentavam três folhas verdadeiras. A solução nutritiva completa (100%) foi preparada conforme Hoagland e Arnon (1950), utilizando água de abastecimento local (0,3 dS m^{-1}) como base, resultando em CESn de 2,1 dS m^{-1} . As soluções salinas foram formuladas com NaCl, $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ e $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ na proporção 7:2:1, respectivamente, simulando a composição iônica típica de águas do Nordeste brasileiro (Medeiros, 1992).

A circulação da solução nutritiva foi realizada três vezes ao dia (09:00, 14:00 e 18:00 h), com sistema de drenagem acoplado aos vasos para permitir a recirculação da solução. A CESn e o pH (mantido entre 5,5-6,5 com KOH 0,1 M ou HCl) foram monitorados diariamente. As aplicações foliares de H_2O_2 (40 mL por planta) foram iniciadas 72 h antes da imposição dos tratamentos salinos e repetidas a cada 10 dias, realizadas no final da tarde com pulverizador manual, garantindo cobertura total das folhas e utilizando barreira física entre plantas para evitar deriva.

As plantas foram conduzidas com tutoramento vertical de modo a deixar o caule ereto com o auxílio de fitilho de 'nylon'. A colheita teve início aos 90 DAT estende-se até 120 DAT, quando os frutos começaram a apresentar coloração avermelhada, avaliando o número de frutos através de contagem, peso total de frutos (g por planta) por meio de pesagem dos frutos colhidos em balança semi-analítica e peso médio dos frutos (g), através da relação entre peso total de frutos e número de frutos colhidos.

Os dados obtidos foram avaliados pelo teste 'F', nos casos de significância foram realizadas regressões lineares e polinomiais para o fator CESn e teste de comparação de médias

Tukey ($p \leq 0,05$) para as concentrações de H_2O_2 , utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com resumo da análise de variância (Tabela 1) houve efeito significativo ($p \leq 0,01$) para os níveis salinos no número de frutos, peso médio e total de frutos. Com relação a aplicação de peróxido de hidrogênio, apenas os pesos médio e total de frutos foram interferidos significativamente.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à número de frutos (NF), peso total de frutos (PTF) e peso médio de frutos (PMF) de pimenta Etna ornamental aos 120 dias após o transplântio sob concentrações de soluções nutritivas salinas e aplicação de peróxido de hidrogênio.

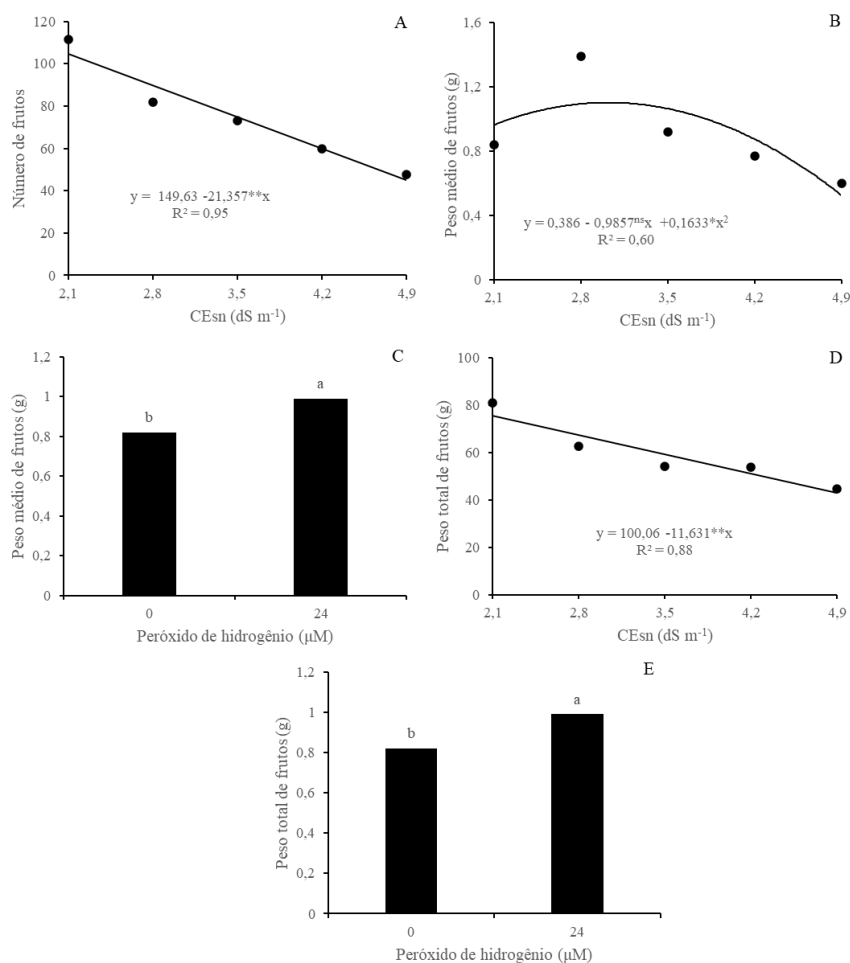
Fontes de variação	GL	Quadrados médios		
		NF	PTF	PMF
Níveis salinos (NS)	4	3528,16**	1124,44**	0,46**
Regressão Linear	1	13410,15**	3975,73**	0,50**
Regressão Quadrática	1	390,01 ^{ns}	302,29 ^{ns}	0,22**
Aplicação do Peróxido (H_2O_2)	1	1477,00 ^{ns}	537,04*	0,20**
NS \times H_2O_2	4	916,43 ^{ns}	211,39 ^{ns}	0,08 ^{ns}
Bloco	2	345,15	57,83	0,006
Resíduo	18	393,51	77,16	0,009
CV (%)		26,49	14,80	10,76

GL- Grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e $p \leq 0,05$.

O número de frutos de pimenta declinou com incremento de sais na solução nutritiva, reduzindo de 104,78 frutos ($2,1 \text{ dS m}^{-1}$) para 44,98 frutos ($4,9 \text{ dS m}^{-1}$) (Figura 1A). Da mesma forma, o peso total dos frutos declinou em função do incremento de sais na solução nutritiva reduzindo 43,05% ao comparar plantas irrigadas com CEsn de $2,1$ para $4,9 \text{ dS m}^{-1}$ (Figura 1D).

Essa redução constatada no número e peso total de frutos ocorre devido ao acesso limitado de nutrientes necessários para o crescimento de plantas de pimenta causado pelo estresse osmótico e desequilíbrio de nutrientes, como resultado, os fotossintatos na planta diminuem, o que acaba diminuindo o número e o tamanho dos frutos (El-Beltagi et al., 2022). Corroborando, no estudo realizado por Aragão et al. (2023) avaliando a produção de pimentão ‘All Big’ com CEa variando de $0,8$ a $3,2 \text{ dS m}^{-1}$, constatou-se que condutividade elétrica da água de irrigação afetou negativamente a produção.

Com relação ao peso médio de frutos houve aumento até CEsn de 3,1 dS m⁻¹, equivalente ao valor máximo observado de 1,10 g, contudo concentrações da solução nutritiva superiores declinaram o peso médio de frutos, com menor valor observado na CEsn de 4,9 dS m⁻¹, correspondente a 0,52 g (Figura 1B). A redução na produção em concentrações salinas maiores reflete o aumento da concentração de sais na água, o que pode causar déficit hídrico, pois reduz o potencial osmótico e a toxicidade de íons específicos como Cl⁻ e Na⁺ (Silva al., 2023).



Letras diferentes apontam diferença estatística a $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. ns; *, ** – não significativo; significativo a 5% e 1% de probabilidade pelo teste F, respectivamente.

Figura 1. Número de frutos (A), peso médio de frutos (B e C) e peso total de frutos (D e E) de plantas de pimenta Etna ornamental aos 120 dias após o transplântio sob concentrações de soluções nutritivas salinas e aplicação de peróxido de hidrogênio.

A aplicação de peróxido de hidrogênio promoveu incremento de 20,73 e 15,34% no peso médio e total de frutos, respectivamente, ao comparar com as plantas sem aplicação de H₂O₂ (Figuras 1C e E). Tal fato, se justifica devido o peróxido desempenhar a função de sinalização hormonal, controlada por sua produção e eliminação, e atuar na regulação de processos biológicos, como crescimento e elevação da concentração de nutrientes nas plantas (Aragão et al., 2023).

CONCLUSÕES

O aumento da condutividade elétrica na solução nutritiva reduz o número e o peso total de frutos de pimenta Etna ornamental. A aplicação de H₂O₂ aumentou significativamente o peso médio (20,73%) e total (15,34%) dos frutos, porém não mitiga os efeitos deletérios do estresse salino.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado da Paraíba (FAPESq), processo (2165/2023), ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical - INCTAGriS (CNPq/Funcap/Capes), processos 406570/2022-1 (CNPq) e Processo INCT-35960-62747.65.95/51 (Funcap).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aragão, J.; Lima, G.S.; Lima, V. L. A.; Silva, A. A. R.; Capitulino, J. D.; Caetano, E. J. M.; Silva, F. A.; Soares, L.A.A.; Fernandes, P. D.; Farias, M. S. S.; Gheyi, H. R.; Borborema, L. D. A.; Arruda, T. F. L.; Santos, L. F. S. Effect of hydrogen peroxide application on salt stress mitigation in bell pepper (*Capsicum annuum* L.). **Plants**, v. 12, p. e2981, 2023.

Balasubramaniam, T.; Shen, G.; Esmaceli, N.; Zhang, H. Plants' Response mechanisms to salinity stress. **Plants**, v.12, n.12, p.2253, 2023.

El-Beltagi, H.S.; Ahmad, I.; Basit, A.; Shehata, W.F.; Hassan, U.; Shah, S.T.; Haleema, B.; Jalal, A.; Amin, R.; Khalid, M.A.; Noor, F.; Mohamed, H.I. Ascorbic acid enhances growth and yield of sweet peppers (*Capsicum annum*) by mitigating salinity stress. **Gesunde Pflanzen**, v.74, p.423-433, 2022.

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.

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

Hoagland, D. R.; Arnon, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. Berkeley: California Agricultural Experiment Station, 1950. 32p. (Circular 347).

Ibeh, A.G.; Egbucha, K.C. Appraisal of some medicinal and other uses of chilli pepper (*Capsicum Frutescens* L.). **World Journal of Pharmaceutical Research**, v.12, n.1, p.119-133, 2023.

Khondoker, M.; Mandal, S.; Gurav, R.; Hwang, S. Freshwater shortage, salinity increase, and global food production: A need for sustainable irrigation water desalination—A Scoping Review. **Earth**, v.4, n.2, p. 223-240, 2023.

Medeiros, P.R.F. De; Duarte, S. N.; Dias, C. T. S.; Silva, M. F. D. Tolerância do pepino à salinidade em ambiente protegido: efeitos sobre propriedades físico-químicas dos frutos. **Irriga**, v. 15, n. 3, p. 301-311, 2010.

Pessaraki, M.; Szabolcs, I. Soil Salinity and Sodicity as Particular Plant/Crop Stress Factors. In **Handbook of Plant And Crop Stress**, 4th ed.; Pessaraki, M., Ed.; CRC Press: Boca Raton, FL, USA, 2021.

Silva, A. A. R.; Lima, G. S.; Azevedo, C. A. V.; Veloso, L. L. S. A.; Souza, L. P.; Fatima, R. T.; Silva, F. A.; Gheyi, H. R. Exogenous application of salicylic acid on the mitigation of salt stress in *Capsicum annum* L. **Ciência Rural**, v. 53, e20210447, 2023.

Zamljen, T.; Medic, A.; Hudina, M.; Veberic, R.; Slatnar, A. Salt stress differentially affects the primary and secondary metabolism of peppers (*Capsicum annum* L.) according to the genotype, fruit part, and salinity level. **Plants**, v.11, n.7, p.853, 2022.