

PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO COMO ATENUANTE DO ESTRESSE SALINO NO CRESCIMENTO DE PIMENTÃO

JÉSSICA ARAGÃO¹, GEOVANI SOARES DE LIMA², VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA³ ANDRÉ ALISSON RODRIGUES DA SILVA⁴, LARISSA FERNANDA SOUZA SANTOS¹

¹Mestranda em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, jessica_aragao@outlook.com; englarissafss@gmail.com;

²Dr. Professor, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, geovani.soares@cnpq.br;

³Dra. Profa. Titular, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, antuneslima@gmail.com;

⁴Dr. em Eng. Agrícola, Pós-Doutorado Júnior CNPq/ Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande - PB, andrealisson_cgpb@hotmail.com;

RESUMO: O pimentão está entre as dez hortaliças de maior importância econômica no mercado brasileiro. É uma cultura que se desenvolve em climas quentes e úmidos. Todavia, o cultivo de pimentão em regiões semiáridas pode ser reduzido com o uso de águas com elevadas concentrações de sais. Com isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento do pimentão 'All Big' irrigado com águas salinas e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação sob delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial 5×5 , referente a cinco condutividades elétricas - CEa (0,8; 1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 dS m^{-1}) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (0, 15, 30, 45 e 60 μM), com três repetições. A aplicação de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 15 e 30 μM reduz o efeito deletério do estresse salino sobre a altura de plantas e área foliar do pimentão 'All Big'. A salinidade da água a partir de 0,8 dS m^{-1} inibe o crescimento em diâmetro e o número de folhas do pimentão 'All Big', aos 75 dias após o semeio.

PALAVRAS-CHAVE: *Capsicum annuum* L., salinidade, aclimação.

HYDROGEN PEROXIDE AS A MITIGATION OF SALINE STRESS IN THE GROWTH OF BELL PEPPER

ABSTRACT: Bell peppers are among the ten most economically important vegetables in the Brazilian market. A culture grows in hot and humid climates. However, bell pepper cultivation in semi-arid regions can be reduced with the use of water with high concentrations of salts. Thus, the present study aimed to evaluate the growth of 'All Big' bell pepper irrigated with saline water and foliar applications of hydrogen peroxide. The study was carried out in a greenhouse under a randomized block design, in a 5×5 factorial arrangement, referring to five electrical conductivities - ECw (0.8; 1.4; 2.0; 2.6 and 3.2 dS m^{-1}) and five concentrations of hydrogen peroxide - H_2O_2 (0, 15, 30, 45 and 60 μM), with three replications. The application of hydrogen peroxide at concentrations of 15 and 30 μM reduces the deleterious effect of saline stress on plant height and leaf area of 'All Big' sweet pepper. Water salinity from 0.8 dS m^{-1} inhibits the growth in diameter and number of leaves of the 'All Big' pepper, at 75 days after sowing.

KEYWORDS: *Capsicum annuum* L., salinity, acclimatization.

INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma planta não-climatérica que pertence à família das solanáceas. As cultivares existentes têm diferentes formas, tamanhos e cores, dependendo da fase de maturação (Lahbib et al., 2017).

O cultivo sob condições de estresse salino podem sofrer alterações fisiológicas que, em última análise, levam à redução do crescimento e do rendimento. Os efeitos da salinidade são atribuídos aos

estresses iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água). Além dos efeitos secundários, como o estresse oxidativo (Silva et al., 2018). O excesso de sais no solo pode provocar alterações nos processos fotossintéticos, na eficiência do fotossistema II e no balanço nutricional que resultam em redução do desenvolvimento das plantas, independente da natureza dos sais (Lima et al., 2020).

No entanto, as plantas podem desenvolver mecanismos para se aclimatar às condições de estresse salino. Dentre as alternativas que pode amenizar os efeitos do estresse salino destaca-se o uso de peróxido de hidrogênio (Silva et al., 2019). O peróxido de hidrogênio é um subproduto da fotossíntese, produzido normalmente pela planta e eliminado pelo sistema de defesa antioxidante enzimático e não enzimático. Em pequenas concentrações, o H_2O_2 pode atuar como uma molécula sinalizadora do estresse, desempenhando função na ativação do sistema de defesa da planta (Silva et al., 2020). Com isso, o presente estudo teve como objetivo avaliar o crescimento do pimentão ‘All Big’ irrigado com águas salinas e aplicações foliares de peróxido de hidrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido durante o período de março de 2022 a julho de 2022 em ambiente protegido (casa de vegetação), da Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola (UAEA) na Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), localizado em Campina Grande, Paraíba, Brasil, cujas coordenadas geográficas locais são $07^{\circ} 15' 18''$ S, $35^{\circ} 52' 28''$ W e altitude média de 550 m.

Adotou-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5×5 , correspondendo a cinco condutividades elétricas - CEa (0,8; 1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 $dS\ m^{-1}$) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio - H_2O_2 (0, 15, 30, 45 e 60 μM), resultando em vinte e cinco tratamentos, com três repetições e uma planta por parcela.

As plantas foram cultivadas em vasos plásticos adaptados a lisímetros de drenagem com capacidade de 10 L, possuindo uma tela de malha fina na base e conectada a um coletor de água drenada por meio de uma mangueira com diâmetro interno de 3 mm e externo de 5 mm. Acima da tela, os vasos receberam uma camada de brita de 3 cm de espessura e 12 kg de um Neossolo Regolítico Eutrófico de textura franco-arenosa coletado na profundidade de 0-20 cm proveniente da zona rural do município de Lagoa Seca, PB, sendo devidamente destorroado e peneirado, cujas características físico-hídricas e químicas foram determinadas conforme metodologia de Teixeira et al. (2011): Ca^{2+} , Mg^{2+} , Na^+ , K^+ , $Al^{3+} + H^+ = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2$ e $19,3\ cmol_c\ kg^{-1}$, respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,9; CEes ($dS\ m^{-1}$) = 1,0; matéria orgânica (%) = 1,36; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e 125,0 $dag\ kg^{-1}$, respectivamente; densidade aparente $1,39\ (g\ cm^{-3})$.

Na semeadura foram utilizadas cinco sementes distribuídas de forma equidistante em cada lisímetro, à profundidade de 2 cm. Após a emergência das plântulas, foi realizado desbaste em duas etapas, quando as plantas apresentavam com dois e três pares de folhas definitivas, respectivamente, deixando-se no último desbaste, uma planta por recipiente.

As adubações com N, P e K foram realizadas segundo recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado 50 mg de N, 150 mg de P_2O_5 e 75 mg de $K_2O\ kg^{-1}$, nas formas de ureia, fosfato monoamônico e cloreto de potássio. Os adubos foram aplicados via fertirrigação, aos a partir de 30 dias após o semeio (DAS) e divididas em 12 aplicações. A adubação foliar de micronutrientes foi realizada quinzenalmente, com solução nutritiva na concentração de $1,0\ g\ L^{-1}$ do produto comercial Dripsol® micro contendo: Mg (1,1%), Zn (4,2%), B (0,85%), Fe (3,4%), Mn (3,2%), Cu (0,5%), Mo (0,05%), aplicados nas faces adaxial e abaxial.

As águas salinizadas foram preparadas de forma a ter uma proporção equivalente de 7:2:1, entre Na:Ca: Mg, respectivamente, a partir da dissolução dos sais NaCl, $CaCl_2 \cdot 2H_2O$ e $MgCl_2 \cdot 6H_2O$ em água de abastecimento de Campina Grande ($0,38\ dS\ m^{-1}$), sendo considerada a relação entre a concentração de sais e a CEa, segundo Richards (1956). A irrigação foi realizada de modo a manter a umidade do solo em nível proporcional à capacidade de campo, utilizando volumes de água de acordo com cada tratamento.

As aplicações foliares de H_2O_2 ocorreram antes do início das irrigações com água salina, aos 30 DAS e se repetiram com intervalo de 12 dias até o aparecimento do primeiro fruto (80 DAS), totalizando 4 aplicações. Foram efetuadas com o auxílio de um pulverizador manual de 1,6 L.

Aos 75 dias após o semeio foi determinado o crescimento das plantas de pimentão através da altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas (NF) e área foliar (AF). Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade e em seguida à análise de variância pelo teste F aos níveis de 0,05 e 0,01 de probabilidade e, quando significativo, realizou-se análise de regressão polinomial linear e quadrática para os níveis de condutividade elétrica da água e concentrações de H₂O₂, utilizando-se do software estatístico SISVAR (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os níveis de condutividade elétrica da água de irrigação afetaram significativamente ($p \leq 0,01$) todas as variáveis analisadas (Tabela 1). A altura de plantas (AP) e a área foliar (AF) também foram influenciadas de forma significativa ($p \leq 0,01$) pelas concentrações de peróxido de hidrogênio. A interação entre os níveis de condutividade elétrica da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio ($NS \times H_2O_2$) afetou de forma significativa a AP e AF das plantas de pimentão

Tabela 1. Resumo do teste F, referente à altura de plantas (AP), diâmetro do caule (DC), número de folhas por planta (NF) e área foliar (AF) do pimentão irrigado com águas salinas e aplicação de peróxido de hidrogênio, aos 75 dias após semeio.

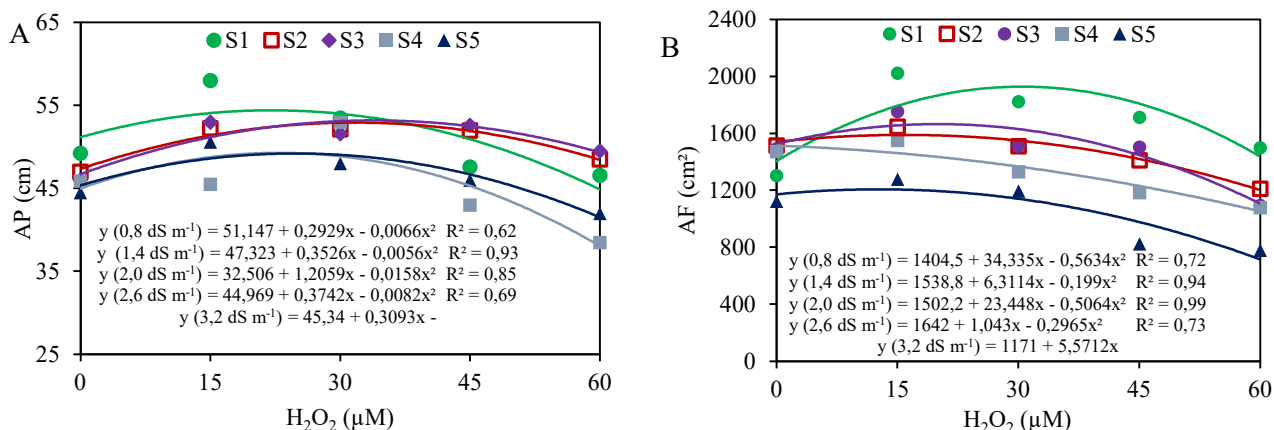
Fonte de variação	GL	Teste F			
		AP	DC	NF	AF
Níveis Salinos (NS)	4	**	**	**	**
Regressão linear	1	**	**	**	**
Regressão quadrática	1	ns	ns	ns	ns
Peróxido de hidrogênio (H ₂ O ₂)	4	**	ns	ns	**
Regressão linear	1	ns	-	-	ns
Regressão quadrática	1	**	-	-	**
Interação (NS \times H ₂ O ₂)	16	**	ns	ns	**
Blocos	2	ns	ns	ns	ns
CV (%)		4,97	8,49	10,68	15,56

GL= graus de liberdade; ns, **, * respectivamente não significativo, significativo a $p \leq 0,01$ e a $p \leq 0,05$.

A AP (Figura 1A) reduziu com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação nas plantas que não receberam peróxido de hidrogênio (0 μ M), com decréscimos de 22,19% por aumento unitário da CEa. Contudo, a aplicação de 15 μ M de H₂O₂, associada a irrigação com CEa de 0,8; 1,4; e 2,0 dS m⁻¹ foram obtidos os maiores valores de AP maiores, sendo um indicativo de que concentrações adequadas o peróxido de hidrogênio atua como agente na aclimação das plantas ao estresse salino.

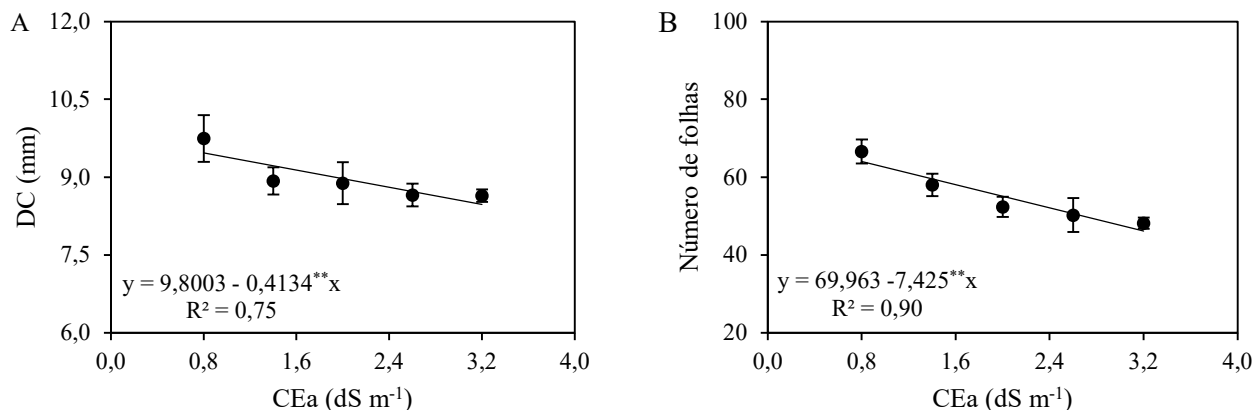
Assim como a altura de plantas, quando aplicado H₂O₂ na concentração estimada de 30,49 μ M, mesmo estando em associação com salinidade de 0,8; 1,4 e 2,0 dS m⁻¹, a área foliar foi maior que no tratamento testemunha (0 μ M) e o maior valor de AF foi visto na CEa de 0,8 dS m⁻¹. O efeito benéfico do peróxido de hidrogênio em baixas concentrações pode estar associado ao seu papel de molécula sinalizadora, regulando diversas vias, incluído respostas ao estresse salino (Baxter et al., 2014), esse feito pode ter contribuído para o maior crescimento das plantas, sendo demonstrado na altura de plantas área foliar.

Figura 1. Altura de plantas - AP (A), área foliar - AF (B) de plantas de pimentão em função da interação dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa e concentrações de peróxido de hidrogênio.



O diâmetro de caule (Figura 2A) e o número de folhas (Figura 2B) reduziram de forma linear com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, sendo os decréscimos de 51,65 e 10,61% por incremento unitário da CEa. As plantas cultivadas sob estresse salino podem sofrer alterações na sua fisiologia o que resulta na redução do seu crescimento devido aos efeitos iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água), além dos efeitos secundários, como o estresse oxidativo (Silva et al., 2018).

Figura 2. Diâmetro de caule - DC (A), número de folhas - NF (B) das plantas de pimentão, em função da condutividade elétrica da água de irrigação - CEa.



Em pesquisa desenvolvida por Lima et al. (2016), avaliando crescimento e produção do pimentão 'All Big', submetidos a níveis salinos de 0,6 e 3,0 $dS m^{-1}$ também observaram reduções no crescimento com incremento da condutividade elétrica da água de irrigação. No entanto, quando foi aplicada concentrações de peróxido de hidrogênio em 15 μM até a CEa de 2,0 $dS m^{-1}$ nota-se uma atenuação dos efeitos deletérios do estresse salino, já as concentrações de 45 e 60 μM intensificaram os efeitos danoso do estresse salino.

CONCLUSÃO

A aplicação de peróxido de hidrogênio nas concentrações de 15 e 30 μM reduz o efeito deletério do estresse salino sobre a altura de plantas e área foliar do pimentão 'All Big'. A salinidade da água a partir de 0,8 $dS m^{-1}$ inibe o crescimento em diâmetro e o número de folhas do pimentão 'All Big', aos 75 dias após o semeio.

REFERÊNCIAS

- Baxter, A.; Mittler, R.; Suzuki, N. EROS as key players in plant stress signalling. *Journal of Experimental Botany*, v. 65, n. 5, p. 1229–1240, 2014.
- Bezerra, J. D.; Pereira, W. E.; Silva, J. F.; Raposo, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. *Ceres*, v. 63, n. 4, 502-508, 2016.
- Coelho, J. D. Produção de algodão. *Caderno Setorial ETENE*. v.4, p. 1-11, 2019. CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Acompanhamento da safra brasileira de grãos. Safra 2020/21, 7º levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>. Acesso em: 04 out. 2021.
- Ferreira, D. F. Sisvar: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. *Revista Brasileira de Biometria*, v.37, n.1, p.529-535, 2019.
- Lahbib, K.; Dabbou, S.; Bok, S. E.; Pandino, G., Lombardo, S., Gazzah, M. E. Variation of biochemical and antioxidant activity with respect to the part of *Capsicum annum* fruit from Tunisian autochthonous cultivars. *Industrial Crops and Products*, v.104, n.C, p.164-170, 2017.
- Lima, G. S. de; Santos, J. B. dos; Soares, L. A. dos A.; Gheyi, H. R.; Nobre, R. G.; Pereira, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. *Comunicata Scientiae*, v.7, n.4, p.513-522, 2016.
- Lima, G. S. de; Silva, A. R. P. da; Sá, F. V. da S.; Gheyi, H. R.; Soares, L. A. dos A. Physicochemical quality of fruits of West Indian cherry under saline water irrigation and phosphate fertilization. *Revista Caatinga*, v.33, n.1, p.217-225, 2020.
- Richards, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. Washington: U. S. Department of Agriculture. *Agriculture Handbook*, 1954. 160 p.
- Silva, A. A. R. da; Lima, G. S. de; Azevedo, C. A. V. de; Gheyi, H. R.; Souza, L. de P.; Veloso, L. L. de S. A. Gas exchanges and growth of passion fruit seedlings under salt stress and hydrogen peroxide. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.49, e55671, p.1-10, 2019.
- 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, n.11, p.776-781, 2018.