

## PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DO PIMENTÃO SOB ESTRESSE SALINO E PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO

JÉSSICA ARAGÃO<sup>1</sup>, GEOVANI SOARES DE LIMA<sup>2</sup>, VERA LÚCIA ANTUNES DE LIMA<sup>3</sup>  
THIAGO FILIPE DE LIMA ARRUDA<sup>1</sup>, JESSICA DAYANNE CAPITULINO<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Mestrando(a) em Eng. Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, jessica\_aragao@outlook.com; thiago.filipe.la@gmail.com;

<sup>2</sup>Dr. Professor, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, geovani.soares@cnpq.br;

<sup>3</sup>Dra. Profa. Titular, UAEA/UFCG, Campina Grande-PB, antuneslima@gmail.com;

<sup>4</sup>Doutoranda em Eng. Agrícola, PPGEA/UFCG, Campina Grande-PB, capitulinoj@hotmail.com;

**RESUMO:** O pimentão é uma hortícola de grande importância socioeconômica no mercado brasileiro. Contudo, o cultivo de pimentão pode ser limitado em função das condições climáticas, sendo necessário o uso de águas com elevadas concentrações de sais. Desta maneira, objetivou-se com este estudo avaliar o efeito da salinidade da água e concentração de peróxido de hidrogênio sobre os teores dos pigmentos fotossintéticos do pimentão vermelho 'All Big'. O estudo foi desenvolvido em casa de vegetação no Centro de Tecnologia e Recursos Naturais em Campina Grande – PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em arranjo fatorial  $5 \times 5$ , referente a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,8; 1,4; 2,0; 2,6 e 3,2 dS m<sup>-1</sup>) associado a cinco concentrações de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 15, 30, 45 e 60 µM), com três repetições. A aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações estimadas de 28,4, 38,3 e 7,2 promove aumento nas síntese de clorofila *a* e total nas plantas de pimentão sob irrigação com água de 0,8; 1,4 e 2,0 dS m<sup>-1</sup>. O aumento da salinidade da água a partir de 0,8 dS m<sup>-1</sup> reduz os teores de carotenoides nas plantas de pimentão All Big', aos xx dias após o semeio.

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

## PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS FROM BELL PEPPER UNDER SALINE STRESS AND HYDROGEN PEROXIDE

**ABSTRACT:** Bell pepper is a vegetable of great socioeconomic importance in the Brazilian market. However, pepper cultivation can be limited depending on climatic conditions, requiring the use of water with high concentrations of salts. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of salinity, salinity of water and concentration of hydrogen peroxide on the levels of photosynthetic pigments in 'All Big' red pepper. The study was carried out in a greenhouse at the Center for Technology and Natural Resources in Campina Grande - PB, using a randomized block design, in a  $5 \times 5$  factorial arrangement, referring to five levels of electrical conductivity of water - ECa (0.8, 1.4, 2.0, 2.6 and 3.2 dS m<sup>-1</sup>) associated with five concentrations of hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 15, 30, 45 and 60 µM), with three replications. The application of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> at estimated concentrations of 28.4, 38.3 and 7.2 promotes an increase in the synthesis of chlorophyll *a* and total in pepper plants under irrigation with water of 0.8; 1.4 and 2.0 dS m<sup>-1</sup>. The increase in water salinity from 0.8 dS m<sup>-1</sup> reduces the levels of carotenoids in All Big' pepper plants, at xx days after sowing.

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

## INTRODUÇÃO

O pimentão (*Capsicum annuum* L.) é uma hortaliça utilizada na culinária de países subtropicais, principalmente pela versatilidade das formas de consumo e valor nutricional. O Brasil produz cerca de 5 milhões de toneladas ano<sup>-1</sup> de pimentão (Giacomin et al., 2021).

As áreas de cultivos no semiárido do Nordeste brasileiro possuem variações nas condições edafoclimáticas, sendo comum a ocorrência de fontes de águas com elevadas concentrações de sais. O excesso de sais nas águas podem induzir alterações fisiológicas, 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 disso, promove efeitos secundários, como o estresse oxidativo (Silva et al., 2018). A degradação dos pigmentos fotossintéticos, destruição de cloroplasto, redução da fluorescência da clorofila e consequente redução na taxa fotossintética líquida são alterações fisiológicas que podem ser provocadas às plantas devido a exposição ao estresse salino. A redução dos teores de clorofila de plantas submetidas ao estresse salino é comumente relatada, podendo ser utilizados como parâmetros indicativos desse estresse nas plantas (Chutipaijit et al., 2011).

Dentre as alternativas para reduzir o estresse salino nas plantas destaca-se a aplicação de peróxido de hidrogênio. 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). Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os pigmentos fotossintéticos do pimentão vermelho 'All Big' irrigado com água salina 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 1 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  $5 \times 5$ , correspondendo a cinco níveis de condutividades elétricas - CEa (0,8; 1,4; 2,0; 2,6 e  $3,2 \text{ dS m}^{-1}$ ) associados a cinco concentrações de peróxido de hidrogênio -  $H_2O_2$  (0, 15, 30, 45 e  $60 \mu\text{M}$ ), 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 proposta por Teixeira et al. (2011):  $Ca^{2+}$ ,  $Mg^{2+}$ ,  $Na^+$ ,  $K^+$ ,  $Al^{3+} + H^+$  = 26,0; 36,6; 1,6; 2,2 e  $19,3 \text{ cmolc kg}^{-1}$ , respectivamente; pH (água 1:2,5) = 5,9; CEes ( $\text{dS m}^{-1}$ ) = 1,0; matéria orgânica (%) = 1,36; areia, silte e argila = 732,9, 142,1, e  $125,0 \text{ dag kg}^{-1}$ , respectivamente; densidade aparente  $1,39 \text{ (g cm}^{-3}\text{)}$ .

Na semeadura foram utilizadas três 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 apresentarem 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  $K_2O \text{ kg}^{-1}$ , 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  $1,0 \text{ g L}^{-1}$  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 ( $0,38 \text{ dS m}^{-1}$ ), sendo considerada a relação entre a concentração de sais e a CEa, segundo Richards (1956).

As aplicações foliares de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> ocorreram antes do início das irrigações com água salina, aos 30 DAS 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. 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.

Aos 50 dias após o semeio avaliou-se os efeitos dos tratamentos sobre os pigmentos fotossintéticos através do teor de clorofila *a*, *b*, total e carotenoides. Os pigmentos fotossintéticos foram determinados de acordo com Arnon (1949). 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 H<sub>2</sub>O, 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, exceto a clorofila *b* (Cl *b*) (Tabela 1). A clorofila *a* (Cl *a*) e clorofila total (Cl *t*) também exibiram efeito significativo ( $p \leq 0,01$ ) para o peróxido de hidrogênio. A Cl *a* e Cl *t* foram influenciadas de forma significativa ( $p \leq 0,01$ ) pela interação entre os níveis salinos da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio (NS × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>).

**Tabela 1.** Resumo do teste F, referente à clorofila *a* (Cl *a*), *b* (Cl *b*), carotenoides (Car) e clorofila total (Cl *t*) do pimentão irrigado ‘All Big’ com águas salinas e aplicação de concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 50 dias após o semeio.

Fonte de variação	GL	Teste F			
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car	Cl <i>t</i>
Níveis salinos (NS)	4	**	ns	**	**
Regressão linear	1	**	-	**	**
Regressão quadrática	1	ns	-	ns	ns
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	**	ns	ns	**
Regressão linear	1	ns	-	-	ns
Regressão quadrática	1	**	-	-	**
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	16	**	ns	ns	**
Blocos	2	*	ns	ns	**
CV (%)		23,23	-	37,53	15,56

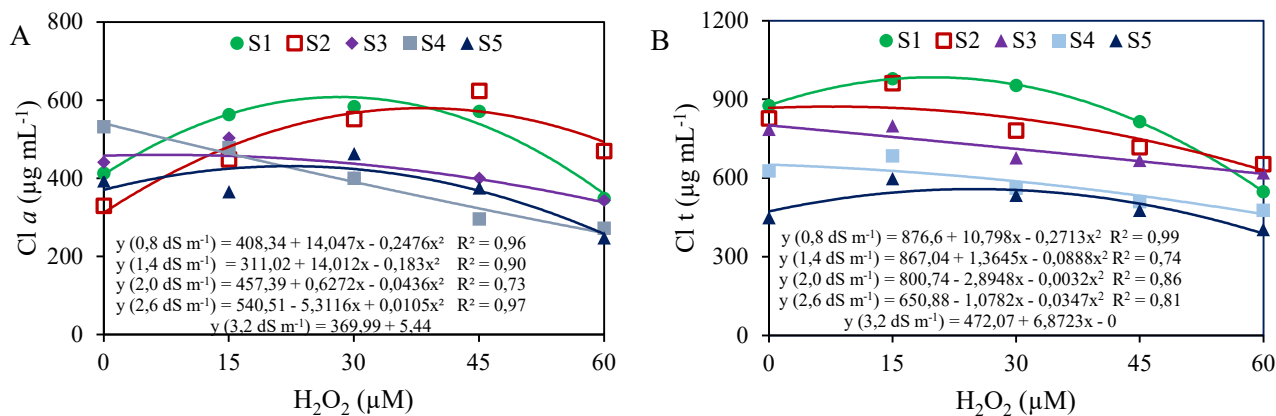
GL= graus de liberdade; ns, \*\*, \* respectivamente não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ .

As plantas submetidas a irrigação com CEa de 0,8; 1,4 e 2,0 dS m<sup>-1</sup> obtiveram os valores máximos de 607,6, 579,2, e 459,6 µg mL<sup>-1</sup> sob aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações estimadas de 28,4, 38,3 e 7,2 µM, respectivamente (Figura 1A). Por outro lado, as plantas submetidas a CEa de 2,6 dS m<sup>-1</sup> reduziram de forma linear os teores de clorofila *a*, sendo os decréscimos de 1,47% por incremento unitário da CEa. A diminuição na síntese de clorofila *a* (Cl *a*), em consequência do acúmulo de sais nos tecidos vegetais, não podem ser interpretadas apenas do ponto de vista dos efeitos deletérios inerentes às consequências desse efeito ao metabolismo vegetal, pois o declínio nos teores de clorofila *a* pode ser uma resposta aclimatação à atuação dos agentes estressantes, adotada por parte dos vegetais, na tentativa de conservar energia e, conseqüentemente, captar menos energia luminosa, evitando, dessa forma, eventuais estresses foto-oxidativos (Tabot; Adams, 2013).

Para a clorofila total, as plantas submetidas com CEa de 0,8 e 1,4 dS m<sup>-1</sup> obtiveram os valores máximos de 948,05 e 872,28 µg mL<sup>-1</sup> sob aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações estimadas de 19,9 e 7,8 µM, respectivamente (Figura 1B). O maior valor de clorofila total foi percebido na CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup>, indicando que em concentrações adequadas àquelas plantas, o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> vem como agente auxiliador a aclimatação ao estresse salino. O efeito benéfico do peróxido de hidrogênio pode estar associado ao seu papel de molécula sinalizadora, regulando diversas vias, incluído respostas ao estresse salino

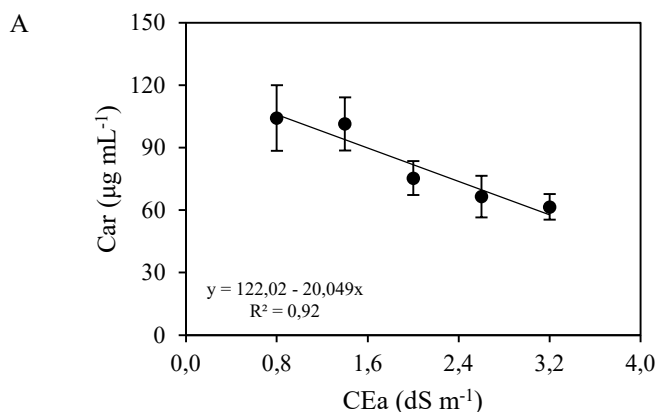
(Baxter et al., 2014), esse feito pode ter contribuído para o aumento nos valores de clorofila *a* e clorofila total, mesmo quando estressadas.

**Figura 1.** Clorofila *a* – Cl *a* (A), clorofila total – Cl *t* (B) das plantas de pimentão ‘All Big’ em função da interação dos níveis salinos e concentrações de peróxido de hidrogênio.



Os teores de carotenoides (Figura 2A) reduziram de forma linear com aumento da condutividade elétrica da água de irrigação, cujo decréscimo foi de 16,43% por incremento unitário da CEa. Comparando-se as plantas cultivadas sob CEa de 2,6 dS m<sup>-1</sup> em relação as submetidas ao menor nível salino (0,8 dS m<sup>-1</sup>), verifica-se declínio de 36,2 µg mL<sup>-1</sup>. Os efeitos da salinidade são atribuídos aos estresses iônicos (toxicidade específica) e aos osmóticos (restrição na absorção de água), afóra os efeitos secundários, como o estresse oxidativo (Silva et al., 2018).

**Figura 2.** Carotenoides (Car) em função da condutividade elétrica da água de irrigação.



## CONCLUSÃO

A aplicação de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> nas concentrações estimadas de 28,4, 38,3 e 7,2 µM promove aumento nas síntese de clorofila *a* e total nas plantas de pimentão sob irrigação com água de 0,8; 1,4 e 2,4 dS m<sup>-1</sup>. O aumento da salinidade da água a partir de 0,8 dS m<sup>-1</sup> reduz os teores de carotenoides nas plantas de pimentão All Big, aos 50 dias após o semeio.

## REFERÊNCIAS

Arnon, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. Plant Physiology, v.24, n.1, p.1-15, 1949.

- 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.
- Chutipajit, S.; Cha-um, S.; Sompornpailin, K. High contents of proline and anthocyan in increase protective response to salinity in *Oryza sativa* L. spp. indica. *Australian Journal of Crop Science*, v.5, n. 10, p. 1191-1198, 2011.
- 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/safra/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.
- Giacomin, R.M; Ruas, C. F.; Baba, V.Y.; De Godoy, S.M. Sudré, C.P. Bento, C.S.; Da Cunha, M.; Da Costa Geronimo, I.G. Rodrigues, R.; Gonçalves, L.S. Phenotypic, molecular and pathogenic characterization of *Colletotrichum scovillei* infecting *Capsicum* species in Rio de Janeiro, Brazil. *PeerJ*, 2021.
- Oliveira, W. J.; Souza, E. R.; Santos, H. R. B.; Silva, E. F. F.; Duarte, H. H. F.; Melo, D. V. M. Fluorescência da clorofila como indicador de estresse salino em feijão caupi. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 12, n. 13, p. 2592-2603, 2018.
- 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, 2020.
- 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.
- Tabot, P.T.; Adams, J.B. Early responses of *Bassia diffusa* (Thunb.) Kuntze to submergence for diferente salinity treatments. *South African Journal of Botany*, v. 84, n.3, p. 19–29, 2013.