

## PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE TOMATE-CEREJA SOB ESTRESSE SALINO E PERÓXIDO DE HIDRÓGENIO

Jackson Silva Nóbrega<sup>1</sup>, Maria Amanda Guedes<sup>2</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>3</sup>, Saulo Soares da Silva<sup>4</sup>, Guilherme Ferreira de Brito<sup>5</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>6</sup>

**RESUMO:** As condições ambientais do Semiárido nordestino brasileiro afetam a produção agrícola, sendo em muitos casos adotado a irrigação com águas com elevados teores de sais, comprometendo o desenvolvimento das culturas. Com isso, se faz necessário o uso de estratégias para diminuir o efeito da salinidade, como à aplicação exógena de peróxido de hidrogênio. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos da aplicação de peróxido de hidrogênio como atenuante do estresse salino na síntese de pigmentos fotossintéticos de tomate-cereja. O experimento foi conduzido em condições de campo, utilizando o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 5$ , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1  $\text{dS m}^{-1}$ ) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio -  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0; 15; 30; 45 e 60  $\mu\text{M}$ ). Aos 45 dias após o transplante foram avaliados os teores de clorofila a, b e total e de carotenoides. A aplicação de 45  $\mu\text{M}$  de peróxido de hidrogênio aumentou a síntese de clorofila a até 0,8  $\text{dS m}^{-1}$  e de clorofila b e total na CEa de 0,3  $\text{dS m}^{-1}$ . Os teores de carotenoides foram superiores na concentração de 15  $\mu\text{M}$  de peróxido de hidrogênio até a CEa de 3,1  $\text{dS m}^{-1}$ .

**PALAVRAS-CHAVE:** Solanum lycopersicum L., antioxidante, salinidade.

## PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF CHERRY TOMATO SUBMITTED TO SALINE STRESS AND HYDROGEN PEROXIDE

<sup>1</sup> Pós-Doutorando, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, R. Aprígio Veloso, 882, 58429-900, Campina Grande-PB. Fone: (83) 99974-9357, E-mail: jacksonnobrega@hotmail.com

<sup>2</sup> Mestranda em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB

<sup>3</sup> Prof. Doutor, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

<sup>4</sup> Pós-Doutorando, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande-PB

<sup>5</sup> Graduando em Agronomia, UFCG, Pombal-PB

<sup>6</sup> Profa. Doutora, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal-PB

**ABSTRACT:** The environmental conditions of the Semi-arid northeast of Brazil affect agricultural production, and in many cases irrigation with water with high salt content is adopted, compromising the development of crops. Thus, it is necessary to use strategies to reduce the effect of salinity, such as the exogenous application of hydrogen peroxide. Thus, the objective was to evaluate the effects of the application of hydrogen peroxide as a saline stress attenuator on the synthesis of photosynthetic pigments in mini-cherry tomatoes. The experiment was conducted under field conditions, using a randomized block design, in a  $5 \times 5$  factorial scheme, with five levels of electrical conductivity of water - EC<sub>w</sub> (0.3; 1.0; 1.7; 2.4 and 3.1 dS m<sup>-1</sup>) and five concentrations of hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0; 15; 30; 45 and 60 μM). At 45 days after transplanting, the levels of chlorophyll a, b and total and carotenoids were evaluated. The application of 45 μM of hydrogen peroxide increased the synthesis of chlorophyll a up to 0.8 dS m<sup>-1</sup> and of chlorophyll b and total at EC<sub>w</sub> of 0.3 dS m<sup>-1</sup>. The carotenoid contents were higher in the concentration of 15 μM of hydrogen peroxide up to an EC<sub>w</sub> of 3.1 dS m<sup>-1</sup>.

**KEYWORDS:** *Solanum lycopersicum* L., antioxidant, salinity.

## INTRODUÇÃO

O Semiárido nordestino brasileiro é caracterizado por apresentar escassez qualitativa e quantitativa dos recursos hídricos com precipitações pluviométricas irregulares e elevadas taxas de evapotranspiração. Diante da necessidade, produtores fazem uso da irrigação, e em muitos casos de águas com elevados teores de sais, os quais comprometem o desenvolvimento das culturas (ANDRADE et al., 2022).

Dentre os principais danos promovido pelo excesso de sais, destaca-se o osmótico que limita a capacidade da planta absorver água, o iônico que induz a toxicidade e o desbalanceamento nutricional e o oxidativo que promove a degradação de enzimas e pigmentos fotossintetizantes (RAMOS et al., 2022).

Assim, surge a necessidade da adoção de estratégias que consigam reduzir os efeitos deletérios do estresse salino, dentre elas à aplicação exógena de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>). A exposição de plantas ao H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> sob condições de estresse, induz ao aumento da tolerância cruzada, isto em função de sua ação na sinalização e nodulação dos mecanismos antioxidantes de defesa, aumentando a tolerância da planta (VELOSO et al., 2022).

O tomate-cereja é uma cultura de elevado potencial de exploração e comercialização no Nordeste brasileiro, sendo necessário o desenvolvimento de técnicas que possibilitem sua

exploração nas condições do Semiárido nordestino. Diante desse contexto, o trabalho teve como objetivo avaliar o efeito da aplicação de peróxido de hidrogênio na síntese de pigmentos fotossintéticos de tomate-cereja submetido a salinidade da água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em condições de campo com sombreamento de 75%, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal, Paraíba.

A pesquisa utilizou o delineamento estatístico de blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 5$ , referente a cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,0; 1,7; 2,4 e 3,1  $\text{dS m}^{-1}$ ) e cinco concentrações de peróxido de hidrogênio -  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0; 15; 30; 45 e 60  $\mu\text{M}$ ), com três repetições, totalizando 75 parcelas.

As mudas foram produzidas em bandejas de polietileno e quando atingiram 10 cm de altura e a emissão dos dois pares de folhas definitivas, foi realizado o transplântio para vasos adaptados como lisímetros de drenagem, com capacidade de 20 L, preenchidos com uma camada de 0,5 kg de brita e de solo oriundo da Fazenda Experimental Rolando Rivas do CCTA/UFCG, caracterizado como Neossolo Flúvico. O manejo de adubação foi realizado de acordo com a recomendação de Novais et al. (1991) para cultivo em vaso.

As águas salinas nas diferentes condutividades elétrica (1,0; 1,7; 2,4 e 3,1  $\text{dS m}^{-1}$ ) foram preparadas a partir da diluição do cloreto de sódio (NaCl) em água do sistema de abastecimento ( $\text{CEa} = 0,3 \text{ dS m}^{-1}$ ), considerando a relação entre CEa e concentração de sais Q ( $\text{mg L}^{-1}$ )  $\cong 640 \times \text{CEa}$  (RICHARDS, 1954). O volume de água aplicado foi determinado pelo método de lisimetria de drenagem, o qual consiste em aplicar diariamente o volume de água evapotranspirada, conforme a Eq. 1.

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

Em que:

VI = Volume de água a ser aplicada (mL);

Va = volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

Vd = volume de água drenado (mL); e

FL = fração de lixiviação (0,15), aplicada a cada 30 dias.

O preparo das concentrações de peróxido de hidrogênio foi realizado diluindo se em água deionizada, e aplicadas via pulverização foliar com o auxílio de um pulverizador manual e realizada ao final da tarde, de forma a proporcionar o molhamento uniforme na face abaxial e adaxial das folhas. A aplicação se iniciou 72 horas antes da irrigação com às águas salinas, com intervalos de 15 dias, sendo aplicado o volume de 2,8 ml por planta e quatro aplicações. Durante a pulverização, utilizando-se uma estrutura para evitar a deriva sobre as plantas vizinhas.

A análise dos pigmentos fotossintéticos foi realizada aos 45 dias após o transplântio (DAT), sendo determinado os teores de clorofila a, b e total e carotenoides, conforme a metodologia citada por Arnon (1949), utilizando extratos vegetais a partir de amostras de um disco do limbo da terceira folha madura a partir do ápice, quantificando os valores e com um espectrofotômetro no comprimento de onda de absorbância (ABS) (470, 647 e 663), por meio das seguintes Eqs. 2, 3, 4 e 5:

$$\text{Clorofila}_a = (12,25 \times \text{ABS}663) - (2,79 \times \text{ABS}647) \quad (2)$$

$$\text{Clorofila}_b = (21,5 \times \text{ABS}647) - (5,10 \times \text{ABS}663) \quad (3)$$

$$\text{Clorofila}_{\text{total}} = (7,15 \times \text{ABS}663) + (18,71 \times \text{ABS}) \quad (4)$$

$$\text{Carotenóides} = \frac{(1000 \times \text{ABS}470) - (1,82 \times \text{Cl}_a) - (85,02 \times \text{Cl}_b)}{198} \quad (5)$$

Os valores obtidos para os teores de clorofila a, b, total e carotenóides nas folhas foram expressos em mg g<sup>-1</sup> de matéria fresca.

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro-Willk), e em seguida, à análise de variância pelo teste F a P ≤ 0,05%. Nos casos significativos, aplicou a regressão polinomial, utilizando o programa estatístico Sisvar®.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A interação entre os níveis de salinidade da água e as concentrações de peróxido de hidrogênio afetou de forma significativa (p ≤ 0,01) os teores de clorofila a, b e total e carotenóides das plantas de tomate-cereja(Tabela 2).

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para clorofila a (Cl a), b (Cl b) e total (Cl T) e carotenóides (Car) de plantas de tomate-cereja submetidas a salinidade da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 45 dias após o transplantio.

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Cl a	Cl b	Cl T	Car
Níveis salinos (NS)	4	0,0052**	0,0079**	0,020**	0,00014**
Regressão linear	1	0,000083 <sup>ns</sup>	0,00032 <sup>ns</sup>	0,00029 <sup>ns</sup>	0,00044**
Regressão quadrática	1	0,0050**	0,0014*	0,0023 <sup>ns</sup>	0,000001 <sup>ns</sup>
Peróxido de hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	4	0,00037 <sup>ns</sup>	0,0025**	0,0048**	0,00017**
Regressão linear	1	0,000021 <sup>ns</sup>	0,00016 <sup>ns</sup>	0,00036 <sup>ns</sup>	0,00037**
Regressão quadrática	1	0,00085 <sup>ns</sup>	0,00009 <sup>ns</sup>	0,000017 <sup>ns</sup>	0,000086*
Interação (S × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	16	0,00038**	0,0029**	0,012**	0,00012**
Blocos	2	0,00021 <sup>ns</sup>	0,00012 <sup>ns</sup>	0,0043**	0,000025 <sup>ns</sup>
Resíduo	48	0,00030	0,00028	0,00075	0,000014
CV (%)		5,59	10,9	5,79	5,62

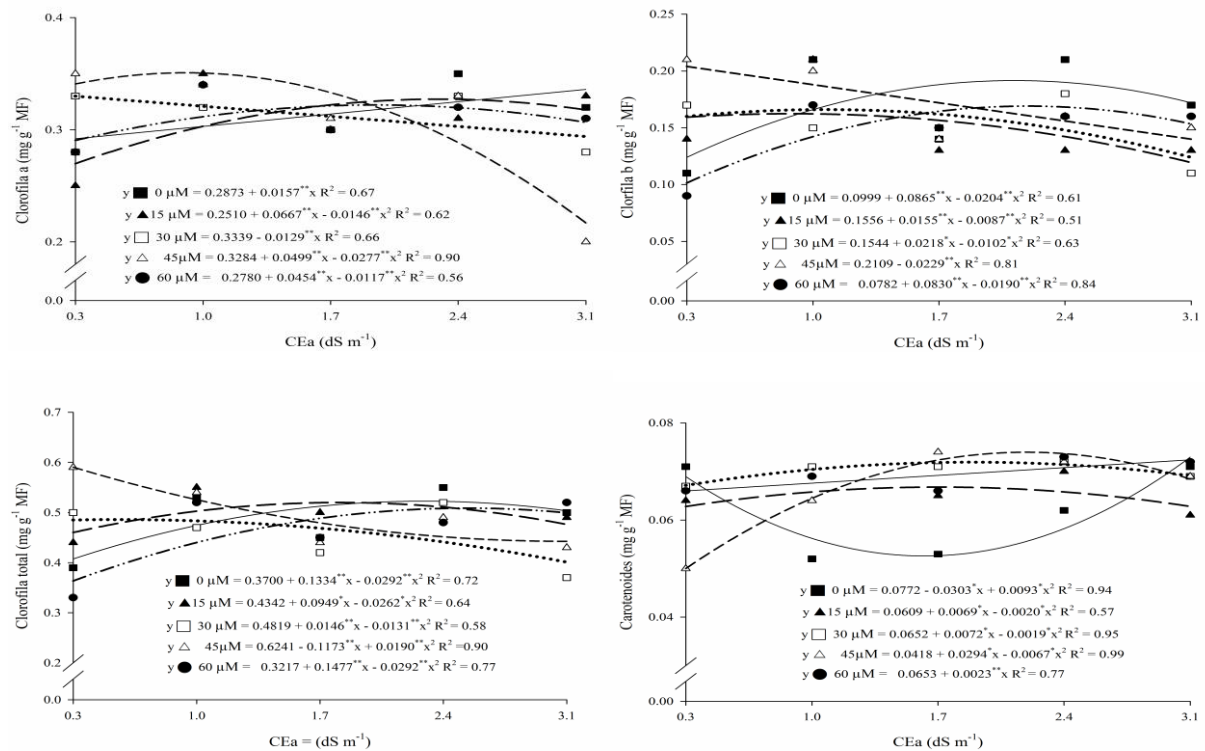
GL – Grau de liberdade; CV – Coeficiente de variação; (\*\*) significativo a  $p \leq 0.01$ ; (\*) significativo a  $p \leq 0.05$ ; (ns) não significativo.

A aplicação de peróxido de hidrogênio reduziu o efeito do estresse salino sobre a síntese de pigmentos fotossintéticos de tomate-cereja (Figura 1). Para os teores de clorofila a, constatou-se que os maiores valores (0,35 mg g<sup>-1</sup> MF) foram obtidos nas plantas submetidas à concentração de 45 µM e na CEa de 0,8 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1A). O efeito benéfico nos teores de clorofila a, está associado ao efeito atenuante do peróxido de hidrogênio, uma vez que este é um subproduto do metabolismo aeróbico e fotossintético, e em concentrações compatíveis, atua na sinalização dos mecanismos de defesa e na homeostase celular em plantas submetidas a condições de estresse (VELOSO et al., 2022).

Os teores de clorofila b e total foram superiores nas plantas submetidas a concentração de 45 µM de peróxido de hidrogênio e na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> com 0,20 e 0,59 mg g<sup>-1</sup> MF, respectivamente (Figura 1B e 1C). Já os menores valores (0,10 e 0,36 mg g<sup>-1</sup> MF) ocorreram com o aumento da concentração de peróxido de hidrogênio para 60 µM e na salinidade de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Esse aumento nos teores de clorofila ocorre devido às alterações metabólicas desencadeadas pelo peróxido de hidrogênio, estimulando a atividade de enzimas antioxidantes que reduz a degradação dos pigmentos fotossintéticos (ASHRAF et al., 2015).

A concentração de 15 µM de peróxido de hidrogênio atenuou o efeito da salinidade sobre os teores de carotenóides, ocorrendo os maiores valores (0,10 mg g<sup>-1</sup> MF) na CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup> (Figura 1D). Já os menores valores (0,05 mg g<sup>-1</sup> MF) foram obtidos na concentração de 45 e na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Esse comportamento indica que a aplicação de peróxido de hidrogênio induziu a produção de carotenóides, como mecanismo de prevenção à fotoinibição em função

do estresse salino, melhorando à aclimatização das plantas e reduzindo o estresse oxidativo (ANDRADE et al., 2022).



**Figura 1.** Teores de clorofila a, b e total (A, B e C) e carotenoides (D) de plantas de tomate-cereja submetida a salinidade e peróxido de hidrogênio

A ocorrência de efeito benéfico da aplicação de peróxido na síntese de pigmentos fotossintéticos em plantas sob condições de estresse salino é relatado para outras espécies, como em maracujazeiro-azedo, onde à aplicação da concentração de 15 μM de peróxido de hidrogênio atenuou o efeito da salinidade até 3,0 dS m<sup>-1</sup> e aumentou os teores de clorofilas e carotenoides (RAMOS et al., 2022). Aragão et al. (2023) constataram que a concentração de 15 μM melhora a produção dos pigmentos fotossintéticos em plantas de pimentão até a CEa de 1,4 dS m<sup>-1</sup>.

## CONCLUSÕES

A aplicação de 45 μM de peróxido de hidrogênio aumenta à síntese de clorofila a até 0,8 dS m<sup>-1</sup> e de clorofila b e total na CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> em plantas de tomate-cereja. A produção de carotenoides foi estimulada pela aplicação de 15 μM de peróxido de hidrogênio até a CEa de 3,1 dS m<sup>-1</sup>.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, S. S.; DIAS, A. S.; GHEYI, H. R. Hydrogen peroxide as attenuator of salt stress effects on the physiology and biomass of yellow passion fruit. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 8, p. 571-578, 2022.
- ARAGÃO, J.; LIMA, G. S.; LIMA, V. L. A.; SILVA, A. A. R.; SANTOS, L. F. S.; DIAS, M. S.; ARRUDA, T. F. L.; SOUZA, A. R.; SOARES, L. A. A. Hydrogen peroxide in the mitigation of salt stress in bell pepper. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 44, n. 1, p. 217-238, 2023.
- ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenoloxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v. 24, p. 1-15, 1949.
- ASHRAF, M. A.; RIZWAN, R.; HUSSAIN, I.; HAIDER, M. Z.; PARVEEN, S.; SAJID, M. A. Hydrogen peroxide modulates antioxidant system and nutrient relation in maize (*Zea mays* L.) under water-deficit conditions. **Archives of Agronomy and Soil Science**, v. 61, n. 4, p. 507-523, 2015.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J. (ed) **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília-DF: Embrapa-SEA. p. 189-253. 1991.
- RAMOS, J. G.; LIMA, V. L. A.; LIMA, G. S.; PAIVA, F. J. S.; PEREIRA, M. O.; NUNES, K. G. Hydrogen peroxide as salt stress attenuator in sour passion fruit. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 2, p. 412-422, 2022.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. 1954. 160 p. USDA Handbook 60.
- VELOSO, L. L. A. S.; SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S.; AZEVEDO, C. A. V.; GHEYI, H. R.; MOREIRA, R. C. L. Growth and gas exchange of soursop under salt stress and hydrogen peroxide application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 2, p. 119-125, 2022.