

PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DO TOMATEIRO-CEREJA SOB ESTRESSE SALINO E ÁCIDO ASCÓRBICO EM SISTEMA HIDROPÔNICO COM SUBSTRATO

Fellype Jonathar Lemos da Silva¹, Hans Raj Gheyi², Geovani Soares de Lima³, Lauriane Almeida dos Anjos Soares⁴, Denis Soares Costa⁵, Kheila Gomes Nunes⁶

RESUMO: O tomateiro é a segunda hortaliça mais cultivada no mundo e dentre as suas variedades se destaca o tomate-cereja, com frutos menores e mais adocicados, tornando-o um ingrediente versátil na culinária, atraindo uma gama de consumidores. Entretanto, em algumas regiões, como o semiárido do Nordeste brasileiro, a qualidade da água pode ser um fator limitante para o seu cultivo, devido aos elevados teores de sais dissolvidos em sua composição. Nesse cenário, estratégias para a mitigação dos efeitos deletérios da salinidade são necessárias, com destaque para a aplicação foliar de ácido ascórbico. Objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido ascórbico sobre os pigmentos fotossintéticos do tomateiro-cereja cultivado sob estresse salino em sistema hidropônico com substrato. Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, em esquema fatorial 5×4 , sendo cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CESn (2,1-Testemunha; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m⁻¹) e quatro concentrações do ácido ascórbico - AsA (0, 150, 300 e 450 mg L⁻¹), com quatro repetições. A condutividade elétrica da solução nutritiva a partir de 2,1 dS m⁻¹ inibiu a síntese de pigmentos fotossintéticos de plantas de tomateiro-cereja ‘Laranja’, aos 83 dias após a semeadura. O ácido ascórbico não amenizou os efeitos do estresse salino em plantas de tomateiro-cereja ‘Laranja’ em sistema hidropônico com substrato.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme; antioxidante; estresse abiótico.

¹ Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, CEP 58429-900, Campina Grande, Paraíba. Fone: (83) 99698-8528. e-mail: fellype.jonathar@estudante.ufcg.edu.br

² Professor titular da Universidade Federal de Campina Grande. UFCG, Campina Grande, PB. e-mail: hgheyi@gmail.com

³ Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: geovani.soares@professor.ufcg.edu.br

⁴ Profa. Doutora, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias, UFCG, Pombal, PB. e-mail: lauriane.soares@ufcg.edu.br

⁵ Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, Paraíba. e-mail: denis.soares@estudante.ufcg.edu.br

⁶ Discente de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, Paraíba. e-mail: kheilagomesnunes@gmail.com

PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF CHERRY TOMATO PLANTS UNDER SALINE AND ASCORBIC ACID STRESS IN HYDROPONIC SYSTEM WITH SUBSTRATE

ABSTRACT: Tomatoes are the second most cultivated vegetable in the world, and among their varieties, cherry tomatoes stand out, with smaller and sweeter fruits, making them a versatile ingredient in cooking, attracting a range of consumers. However, in some regions, such as the semiarid region of Northeast Brazil, water quality can be a limiting factor for its cultivation, due to the high levels of dissolved salts in its composition. In this scenario, strategies to mitigate the deleterious effects of salinity are necessary, with emphasis on the foliar application of ascorbic acid. The objective of this study was to evaluate the effect of foliar application of ascorbic acid on the photosynthetic pigments of cherry tomatoes grown under saline stress in a hydroponic system with substrate. A randomized block design was used in a 5×4 factorial scheme, with five levels of electrical conductivity of the nutrient solution - CEsn (2.1-Control; 2.8; 3.5; 4.2 and 4.9 dS m^{-1}) and four concentrations of ascorbic acid - AsA (0, 150, 300 and 450 mg L^{-1}), with four replicates. The electrical conductivity of the nutrient solution from 2.1 dS m^{-1} inhibited the synthesis of photosynthetic pigments of 'Laranja' cherry tomato plants, at 83 days after sowing. Ascorbic acid did not alleviate the effects of saline stress in 'Laranja' cherry tomato plants in a hydroponic system with substrate.

KEYWORDS: *Solanum lycopersicum* var. cerasiforme; antioxidant; abiotic stress.

INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das culturas mais relevantes no cenário agrícola global, sendo amplamente cultivado devido à sua importância econômica e ao seu valor nutricional (Bissacotti et al., 2021). Dentre os tipos de tomate, destaca-se o tomate-cereja, sendo um fruto amplamente apreciado por sua atratividade visual, sabor doce e versatilidade culinária (Marchado, 2016). A produção nacional de tomate, no ano de 2023, superou a marca dos 4 milhões de toneladas, sendo a região Nordeste contribuinte de 16,9% (704.424 t) dessa produção (IBGE, 2024).

Essa região é caracterizada por variações nas condições climáticas, possuindo restrições hídricas e fontes de águas que apresentam altas concentrações de sais solúveis, capazes de induzir alterações em vários processos fisiológicos das plantas, devido os efeitos osmóticos e

iônicos, que podem causar desequilíbrio nutricional, dano oxidativo, distúrbios metabólicos e fotoinibição (Zhang et al., 2021; Borborema et al., 2022).

Dessa forma, é necessário a adoção de estratégias de manejo da salinidade da água para garantir a produção agrícola com sustentabilidade, destacando-se a aplicação foliar de ácido ascórbico e o cultivo em sistema hidropônico com substrato. As propriedades químicas desse composto em doar elétrons a um grande número de reações enzimáticas e não enzimáticas, intitula-o como uma molécula celular com grande potencial antioxidante, protegendo organelas e células contra as espécies reativas de oxigênio e evitando seu acúmulo induzido pelo estresse salino (Nunes et al., 2020).

Nesse contexto, objetivou-se avaliar o efeito da aplicação foliar de ácido ascórbico sobre os pigmentos fotossintéticos do tomateiro-cereja 'Laranja' cultivado com soluções nutritivas salobras em sistema hidropônico com substrato.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi desenvolvida no período de abril a julho de 2024, sob condições de casa de vegetação, pertencente à Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, em Campina Grande, Paraíba.

Foram estudados cinco níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva - CEs_n (2,1- Testemunha; 2,8; 3,5; 4,2 e 4,9 dS m⁻¹) e quatro concentrações do ácido ascórbico - AsA (0, 150, 300 e 450 mg L⁻¹), utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, arranjos em esquema fatorial 5 × 4, com quatro repetições. A cultura estudada foi o tomate-cereja 'Laranja'.

As plantas foram cultivadas em sistema hidropônico com substrato instalado em vasos com capacidade de 10 L. Perfurou a base do vaso para acoplar um dreno de 10 mm de diâmetro. Uma garrafa plástica com capacidade de 2 L, foi utilizada para a coleta, a recirculação, o monitoramento da CE e pH das soluções nutritivas drenadas e, também, estimar o consumo hídrico das plantas. Na parte interna dos vasos, sobre as saídas dos drenos, foi colocada uma manta geotêxtil não tecida (Bidim). Em seguida, os vasos foram preenchidos com 13 kg de areia lavada, nº 0. O semeio foi realizado diretamente nos vasos e aos 33 dias após a semeadura (DAS) as plantas foram conduzidas por tutoramento vertical.

Realizou-se o preparo da solução nutritiva conforme recomendação de Hoagland & Arnon (1950). Inicialmente, na fase de formação de mudas, foi fornecida a solução nutritiva de 'meia força' (50% da recomendação de Hoagland & Arnon (1950)), com início aos 14 DAS. A

partir dos 23 DAS foi fornecida a solução nutritiva completa (100% da recomendação). O pH da solução nutritiva manteve-se entre 5,5 e 6,5. As soluções nutritivas salobras foram preparadas na proporção 7:2:1, mediante adição de cloreto de sódio, de cálcio e de magnésio, respectivamente, na solução nutritiva (Richards, 1954). A recirculação da solução nutritiva foi realizada duas vezes ao dia, manhã (as 9h) e tarde (as 15h). A irrigação com as soluções nutritivas salobras iniciou-se 72h após a aplicação do ácido ascórbico (31 DAS).

As concentrações do ácido ascórbico foram obtidas pela dissolução em água destilada, conforme tratamento, cujo preparo foi realizado no dia de cada aplicação. As aplicações foliares com o ácido ascórbico foram iniciadas 72 h antes de aplicação de soluções nutritivas salobras (28 DAS). Posteriormente, as aplicações foram realizadas a cada 10 dias até o início da fase de frutificação, totalizando três aplicações. As aplicações foliares foram realizadas com o auxílio de pulverizador manual, pulverizando as duas faces das folhas, de modo a se obter o molhamento completo. Nas soluções de pulverização foi adicionado um surfactante (Tween 20 a 0,025%), para quebrar a tensão superficial da água e favorecer a absorção do ácido ascórbico pelas folhas. No momento das aplicações de AsA, as plantas foram isoladas com estrutura plástica para evitar a deriva das soluções para as plantas de outros tratamentos vizinhos.

Quantificou-se, aos 83 DAS, os pigmentos fotossintéticos conforme metodologia adaptada de Arnon (1949).

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. Realizou-se análise de regressão polinomial para os níveis de solução nutritiva salobras e concentrações de ácido ascórbico, utilizando-se do software estatístico SISVAR – ESAL versão 5.7 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

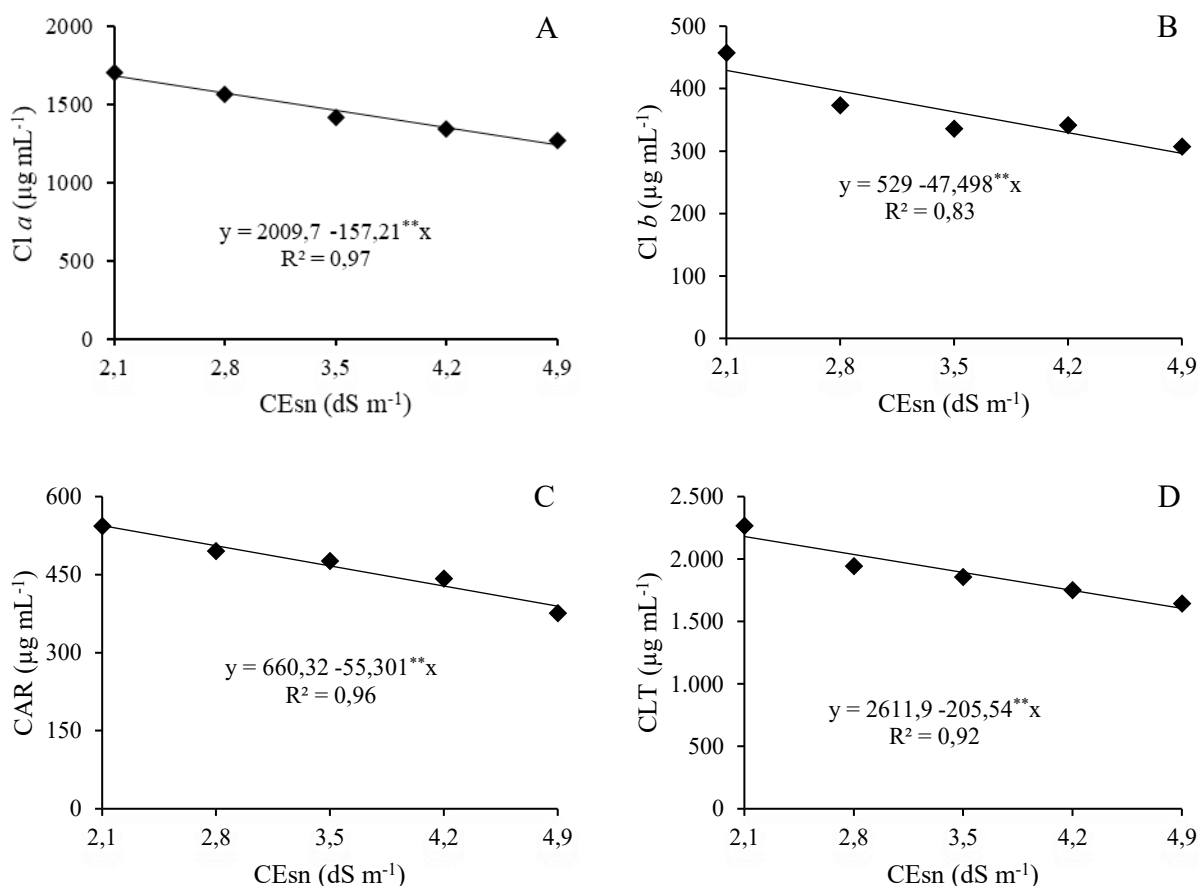
De acordo com Tabela 1, os níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva afetaram significativamente a clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), os carotenoides (CAR) e a clorofila total (Cl *t*) das plantas de tomateiro-cereja 'Laranja', aos 83 dias após a semeadura (DAS). As concentrações do AsA, bem como a interação entre os fatores (CEsn × AsA) não influenciaram de maneira significativa as variáveis estudadas.

Tabela 1. Resumo das análises de variâncias para os teores de clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), carotenoides (CAR) e clorofila total (Cl *t*) de plantas de tomateiro-cereja ‘Laranja’ sob soluções nutritivas salobras (CEsn) e aplicação foliar de ácido ascórbico (AsA), aos 83 dias após a semeadura (DAS).

Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		Cl <i>a</i>	Cl <i>b</i>	CAR	Cl <i>t</i>
Condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsn)	4	497630,7801**	53392,6143**	62280,8680**	903142,9253**
Regressão linear	1	1937765,7179**	176873,0154**	239763,1147**	3312215,2682**
Regressão quadrática	1	48814,5498 ^{ns}	23317,0908*	3042,7882 ^{ns}	191572,0668 ^{ns}
Ácido ascórbico (AsA)	3	161492,9004 ^{ns}	34130,3984 ^{ns}	5965,0756 ^{ns}	425101,9804 ^{ns}
Regressão linear	1	10271,1194 ^{ns}	17321,8882 ^{ns}	0,35 ^{ns}	59676,4810 ^{ns}
Regressão quadrática	1	24922,9090 ^{ns}	15437,1172 ^{ns}	4047,2552 ^{ns}	312931,6704 ^{ns}
Interação (CEsn × AsA)	12	134996,2348 ^{ns}	2703,8633 ^{ns}	13118,2025 ^{ns}	486276,6187 ^{ns}
Blocos	3	25224,6716 ^{ns}	755,5680 ^{ns}	3596,7462 ^{ns}	192417,0322 ^{ns}
Resíduo	56	47299,2783	3758,9141	4349,8617	207140,3972
CV (%)		14,90	16,90	14,13	24,05

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

Os pigmentos fotossintéticos do tomateiro-cereja decresceram linearmente com o aumento dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva, sendo a diminuição de 7,82 (Cl *a*) (Figura 1A), 8,98 (Cl *b*) (Figura 1B), 8,77 (CAR) (Figura 1C), 7,87% (Cl *T*) (Figura 1D) por incremento unitário da CEsn. Além disso, ao comparar as plantas sob a maior (4,9 dS m⁻¹) e menor (2,1 dS m⁻¹) CEsn, observa-se reduções de 26,21 (Cl *a*), 30,98 (Cl *b*), 28,45 (CAR) e 26,40% (CLT). A redução nos teores de pigmentos fotossintéticos pode estar relacionada ao estresse oxidativo, uma vez que o mesmo pode ocasionar à inibição da síntese ou a degradação dos pigmentos fotossintetizantes, pela atividade da enzima clorofilase, sendo comum em plantas sob estresse salino (Lima et al., 2020). Na literatura, resultados semelhantes também foram relatados por Batista et al. (2021), ao cultivarem em sistema hidropônico o tomate-cereja sob solução nutritiva salina (CEsn variando de 2,5 a 8,5 dS m⁻¹) constataram que o estresse salino afetou negativamente a síntese de pigmentos fotossintéticos, principalmente com o prolongamento do estresse. Ainda, Guedes et al. (2024) ao avaliarem os pigmentos fotossintéticos do tomateiro-cereja ‘Laranja’ cultivado em sistema hidropônico com diferentes níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva (CEsn 2,1; 2,8; 3,5 e 4,2 dS m⁻¹), observaram redução de 11,29% no teor de clorofila *a* por aumento unitário na CEsn.



** - Significativo em $p \leq 0,01$ pelo teste F.

Figura 1. Teores de clorofila *a* – Cl *a* (A), *b* – Cl *b* (B), carotenoides – CAR (C) e clorofila total – CLT (D) das plantas de tomate-cereja ‘Laranja’ em função dos níveis de condutividade elétrica da solução nutritiva salobra - CEsn, aos 83 dias após a semeadura.

CONCLUSÕES

A condutividade elétrica da solução nutritiva a partir de 2,1 dS m⁻¹ inibe a síntese de pigmentos fotossintéticos de plantas de tomateiro-cereja ‘Laranja’, aos 83 dias após a semeadura. O ácido ascórbico não ameniza os efeitos do estresse salino em plantas de tomateiro-cereja ‘Laranja’ em sistema hidropônico com substrato.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARNON, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts: polyphenol oxidases in *Beta vulgaris*. **Plant Physiology**, v.24, p.1-15, 1949.

BATISTA, M. C.; NASCIMENTO, R.; MAIA JÚNIOR, S. O.; NASCIMENTO, E. C. S.; BEZERRA, C. V. C.; LIMA, R. F. Physiology and production of cherry tomato cultivars in a hydroponic system using brackish water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, p.219-227, 2021.

BISSACOTTI, A. P.; LONDERO, P. M. G.; COSTABEBER, I. H. Tomate: botânica, produção, composição nutricional e benefícios à saúde. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v. 38, e26643, 2021.

BORBOREMA, L. D. A.; FERRAZ, R. L. S.; COSTA, P. S.; GONZAGA, G. B. M.; MEDEIROS, A. S. Demanda hídrica e crescimento de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) sob doses de esterco ovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.17, p.72-76, 2022.

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

GUEDES, M. A.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; SA, V. K. N. O.; SILVA, L. A.; SILVA, F. J. L. da; TORRES, R. A. F. Aplicação foliar de H₂O₂ no cultivo hidropônico de tomate cereja sob soluções nutritivas salinas. **Water Resources and Irrigation Management**, v.13, p. 150-164, 2024.

HOAGLAND, D. R.; ARNON, D. I. The water-culture method for growing plants without soil. **California Agricultural of Experimental Station Bull**, v.347, p.1-32, 1950.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola municipal, 2023. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>>. Acesso em: abril de 2025.

LIMA, G. S. de; FERNANDES, C. G. J.; SOARES, L. A. A. dos A.; GHEYI, H. R.; FERNANDES, P. D. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.33, p.184-194, 2020.

MARCHADO, J. M. S. **Avaliação de substratos combinados para a produção de mudas de tomate cereja**. 2016, 40f. Monografia (Curso de Agronomia). Universidade Federal do Maranhão. Chapadinha, 2016.

NUNES, L. R. de L.; PINHEIRO, P. R.; SILVA, J. B. da; DUTRA, A. S. Effects of ascorbic acid on the germination and vigor of cowpea seeds under water stress. **Revista Ciência Agronômica**, v.51, e20196629, 2020.

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: US Department of Agriculture, USDA. 1954. 160p.

ZHANG, G.; WANG, Y.; WU, K.; ZHANG, Q.; FENG, Y.; MIAO, Y.; YAN, Z. Exogenous application of chitosan alleviate salinity stress in lettuce (*Lactuca sativa* L.). **Horticulturae**, v.7, e342, 2021.