

## PIGMENTOS FOTOSSINTÉTICOS DE MUDAS DE CAJAZEIRA SOB SALINIDADE DA ÁGUA E DE ELICITORES

Victória Cristina Gomes Colman<sup>1</sup>, Saulo Soares da Silva<sup>2</sup>, Vitor Manoel Bezerra da Silva<sup>3</sup>, Geovani Soares de Lima<sup>4</sup>, Lauriane Almeida dos Anjos Soares<sup>5</sup>, Luderlândio de Andrade Silva<sup>6</sup>

**RESUMO:** A presença de águas com elevados teores de sais destaca-se como fator limitante para expansão das áreas irrigadas no semiárido do Nordeste do Brasil, o que exige a adoção estratégias para reduzir os efeitos deletérios do estresse salino nas culturas. Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de elicitores nos teores de pigmentos fotossintéticos de mudas de cajazeira cultivadas sob salinidade da água de irrigação. O experimento foi realizado sob condições de casa-de-vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Campus de Pombal-PB. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial  $5 \times 4$ , referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>), e quatro concentrações de elicitores [sem aplicação de elicitador – testemunha; ácido ascórbico – AsA (60 mM); ácido salicílico - AS (2,4 mM L<sup>-1</sup>); peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50 μM)] com três repetições e duas plantas por parcela. A salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> inibiu a síntese dos pigmentos fotossintéticos das mudas de cajazeira, aos 30 dias após o transplântio. A aplicação de ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio não amenizou os efeitos do estresse salino nas relações hídricas de mudas de cajazeiras aos 30 dias após o transplântio.

**PALAVRAS-CHAVE:** *Spondias mombin*, estresse salino, atenuantes

<sup>1</sup> Mestranda, Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade acadêmico, UFCG, Campus Pombal-PB, CEP 58840-000, Pombal, PB. Fone (88) 99735-1961. e-mail: vikcolman@gmail.com;

<sup>2</sup> Pós-doutorando, Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade acadêmico, UFCG, Pombal, PB.

<sup>3</sup> Mestrando, Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFCG, Campina Grande, PB;

<sup>4</sup> Prof. Doutor, Unidade Acadêmica de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB;

<sup>5</sup> Profª. Doutora, Unidade Acadêmica de Agronomia, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, UFCG, Pombal, PB;

<sup>6</sup> Pós-doutorando, Programa de Pós-graduação em Sistemas Agroindustriais, modalidade acadêmico, UFCG, Pombal, PB.

## PHOTOSYNTHETIC PIGMENTS OF CAJAZEIRA SEEDLINGS UNDER WATER SALINITY AND ELICITORS

**ABSTRACT:** The presence of water with high salt content stands out as a limiting factor for the expansion of irrigated areas in the semiarid region of Northeast Brazil, which requires the adoption of strategies to reduce the deleterious effects of saline stress on crops. In this context, the objective of this work was to evaluate the effects of foliar application of elicitors on the photosynthetic pigment levels of cashew seedlings grown under irrigation water salinity. The experiment was carried out under greenhouse conditions at the Center for Agrofood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, Pombal-PB Campus. The experimental design was in randomized blocks, in a  $5 \times 4$  factorial arrangement, referring to five levels of water electrical conductivity - ECa (0.3; 1.3; 2.3; 3.3 and 4.3 dS m<sup>-1</sup>), and four elicitor concentrations [without elicitor application - control; ascorbic acid - AsA (60 mM); salicylic acid - AS (2.4 mM L<sup>-1</sup>); hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50 μM)] with three replicates and two plants per plot. Water salinity from 0.3 dS m<sup>-1</sup> inhibited the synthesis of photosynthetic pigments in cashew seedlings, 30 days after transplanting. The application of ascorbic acid, salicylic acid and hydrogen peroxide did not alleviate the effects of saline stress on the water relations of cashew seedlings 30 days after transplantation.

**KEYWORDS:** *Spondias mombin*, salt stress, mitigating factors

### INTRODUÇÃO

A cajazeira (*Spondias mombin* L.) é uma árvore frutífera da família Anacardiaceae, que se destaca por seus frutos que possuem alto valor comercial, sendo consumidos in natura ou processados em produtos como polpas, sucos, geleias, néctares e sorvetes (SOUZA, 2005). É uma espécie originária das terras baixas do México e das Américas Central e do Sul, destaca-se no Brasil, principalmente na região Nordeste.

A região semiárida é caracterizada pela ocorrência de mananciais com altas concentrações de sais (VELOSO et al., 2023), que podem prejudicar a agricultura nessa região, devido aos efeitos osmóticos e iônicos, causando danos à membrana celular, fechamento estomático e diminuição da eficiência fotossintética e biossíntese de pigmentos fotossintéticos (XAVIER et al., 2022; PINHEIRO et al., 2022).

Algumas técnicas têm sido empregadas com o objetivo de aumentar os teores de compostos funcionais em plantas, como é o caso da aplicação de elicitores, substâncias que, mesmo em pequenas concentrações, conseguem induzir respostas de defesa nas plantas (MORENO-ESCAMILLA et al., 2017; PAIM, 2020).

Entre esses compostos, destaca-se o ácido salicílico (AS), pela sua atuação na regulação do crescimento, como agente antioxidante não enzimático e na ativação de mecanismos de defesa contra o estresse (LISBOA et al., 2017; LI et al., 2022). O peróxido de hidrogênio exerce papel relevante nas respostas ao estresse, devido a sua atuação como uma molécula reguladora no sistema de defesa das plantas contra o estresse salino, pois suas características permitem que atravesse membranas e se espalhe entre compartimentos celulares, o que facilita sua função de sinalização (SILVA et al., 2021; SILVA et al., 2024). O ácido ascórbico contribui significativamente para a tolerância ao estresse salino em espécies halófitas, sendo prontamente absorvido pela planta após sua aplicação e distribuído em seus tecidos, demonstrando potencial para melhorar a resistência ao estresse salino (HO et al., 2018; CAICEDO-LÓPEZ et al., 2021).

Nesse contexto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de elicitores nos teores de pigmentos fotossintéticos de mudas de cajazeira cultivadas sob salinidade da água de irrigação.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de dezembro de 2024 a maio de 2025, em condição de casa-de-vegetação, no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus de Pombal-PB, com as coordenadas geográficas locais de 6°48'16" S, 37°49'15" O e altitude média de 144 m.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em arranjo fatorial 5 × 4, referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3 dS m<sup>-1</sup>), e quatro concentrações de elicitores [sem aplicação de elicitor – testemunha; ácido ascórbico – AsA (60 mM); ácido salicílico - AS (2,4 mM L<sup>-1</sup>); peróxido de hidrogênio – H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (50 µM)] com três repetições e duas plantas por parcela.

As mudas de cajazeira foram cultivadas em sacos plásticos de polietileno, com dimensões de 15 cm × 30 cm, preenchidos com a mistura na proporção de 2:1:1 (base volume) de um Neossolo franco-arenoso, areia e matéria orgânica (esterco bovino curtido). O solo utilizado como substrato foi caracterizado como Neossolo Regolítico (*Psammets*) de textura franco

argilosa, proveniente da zona rural de São Domingos, PB, coletado na profundidade de 0-20 cm.

As adubações com nitrogênio, fósforo e potássio foram realizadas de acordo com Novais et al. (1991), sendo aplicado 100, 300 e 150 mg kg<sup>-1</sup> de solo de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, via fertirrigação, em 3 aplicações. Utilizou-se ureia como fonte de nitrogênio, e fosfato monoamônico como fonte de fósforo. Como fonte de potássio, utilizou-se o sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>). A adubação com micronutrientes foi realizada semanalmente, iniciando-se 12 dias após o transplântio (DAT). As aplicações dos elicitores foram realizadas a cada 15 dias, iniciando aos 10 DAT. A irrigação com água salina teve início aos 12 DAS. Os diferentes níveis de condutividade elétrica da água foram obtidos pela adição de NaCl isento de iodo em água da rede municipal de abastecimento de Pombal, PB (CEa = 0,3 dS m<sup>-1</sup>), considerando a relação entre CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954).

Os pigmentos fotossintéticos das mudas de cajá foram determinados aos 30 DAT pelos teores de clorofila a – Cl a, clorofila b – Cl b, clorofila total – Cl T e razão de clorofila a e b – Cl a/Cl b. A avaliação foi realizada 20 dias do início das aplicações dos elicitores, devido ao fato de serem compostos que induzem respostas de defesa e alterações metabólicas em plantas em um curto período.

Os dados coletados foram submetidos ao teste de normalidade de distribuição (Shapiro-Wilk) e, posteriormente, à análise de variância ao nível de probabilidade de 0,05 ou 0,01. Nos casos de efeito significativo, foram realizadas análises de regressão linear e quadrática ( $p \leq 0,05$ ) para os níveis de condutividade elétrica da água, já para os elicitores foi realizado o teste de comparação de médias por Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando o programa estatístico SISVAR-ESAL versão 5.6.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

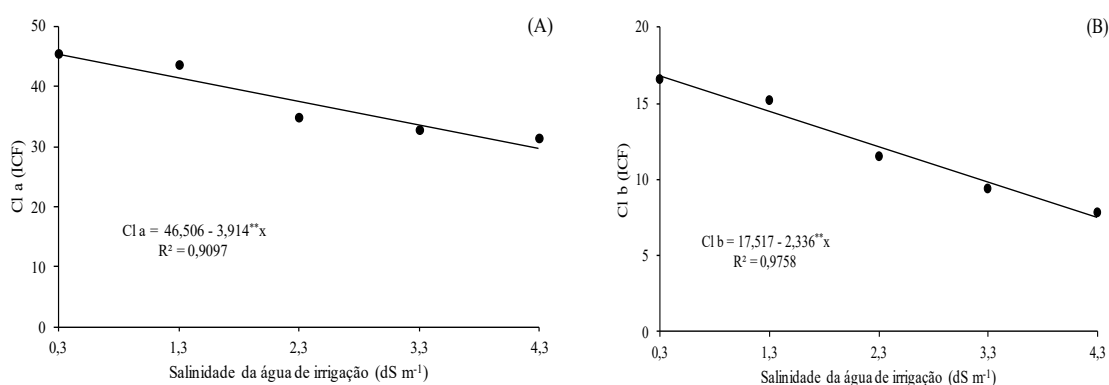
Houve diferença entre a salinidade da água de irrigação (S) para todas as variáveis de pigmentos fotossintéticos analisadas (Tabela 1). Com relação aos elicitores (E), assim como a interação entre os fatores (S x E), não se constatou efeito significativo sobre nenhuma das variáveis de pigmentos fotossintéticos analisadas das mudas de cajazeira, aos 30 dias após o transplântio.

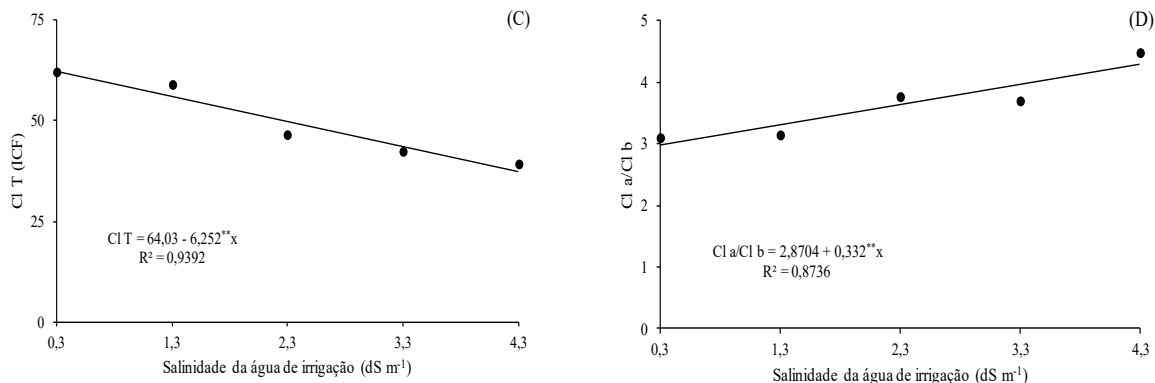
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl T) e razão de clorofila a e b (Cl a/Cl b) de mudas de cajazeira cultivada sob níveis de salinidade da água de irrigação e elicitores, aos 30 dias após o transplantio.

Fonte de variação	Gl	Quadrados médios			
		Cl a	Cl b <sup>1</sup>	Cl T	Cl a/Cl b <sup>1</sup>
Salinidade da água de irrigação (S)	4	505,36**	167,95**	1248,47**	3,84*
Regressão linear	1	1838,48**	655,66**	4690,00**	13,85**
Regressão quadrática	1	45,57 <sup>ns</sup>	1,70 <sup>ns</sup>	64,87 <sup>ns</sup>	0,39 <sup>ns</sup>
Elictores abióticos (EA)	3	28,54 <sup>ns</sup>	30,26 <sup>ns</sup>	114,32 <sup>ns</sup>	1,48 <sup>ns</sup>
Interação (S x EA)	12	29,73 <sup>ns</sup>	42,12 <sup>ns</sup>	138,56 <sup>ns</sup>	2,08 <sup>ns</sup>
Blocos	2	44,67 <sup>ns</sup>	36,15 <sup>ns</sup>	160,65 <sup>ns</sup>	0,60 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	23,37	30,05	101,11	1,28
CV (%)		12,89	21,39	20,25	15,11

FV – Fonte de variação; GL - grau de liberdade; CV (%) - coeficiente de variação; \*\*significativo em nível de 0,01 de probabilidade; \* significativo em nível de 0,05% de probabilidade; ns não significativo;

A salinidade da água de irrigação inibiu a síntese de pigmentos fotossintéticos (Figura 1A, 1B e 1C), cujos decréscimos foram de 0,08; 0,13 e 0,10% nos teores de Cl a, Cl b e Cl T, por incremento unitário da CEa, respectivamente. Possivelmente o incremento na CEa da irrigação, favoreceu o acúmulo excessivo de sais no citoplasma levando a produção de espécies reativas de oxigênio, que podem ter oxidado e degradado as moléculas de clorofila. Além disso, a acumulação excessiva de Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> no mesofilo foliar altera a homeostase iônica, levando à inibição da biossíntese de clorofila e à ativação da clorofilase (ZHOU et al., 2021), e atua na degradação das moléculas de pigmentos de clorofila (DIAS et al., 2019; SOARES et al., 2021).





**Figura 1.** Teores de clorofila a – Cl a (A), b – Cl b (B), clorofila total – Cl T (C) e razão de clorofila a e b – Cl a/Cl b (D) das mudas de cajazeira, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após o transplântio (DAT).

Para a razão de clorofila a e b – Cl a/Cl b (Figura 1D) verifica-se que o incremento na CEa favoreceu o aumento na Cl a/Cl b, cujo acréscimo foi de 0,04% por incremento unitário da CEa. Possivelmente esse aumento na Cl a/Cl b pode estar relacionado com o desbalanço entre os pigmentos ocorridos nesse estudo, resultando em uma maior degradação da clorofila bem relação ao ocorrido na clorofila a (Figura 1A e 1B), todavia, é importante salientar que o equilíbrio da razão Cl a/Cl b é de aproximadamente 3:1, e grandes alterações podem afetar diretamente a capacidade fotossintética (KATAYAMA & SHIDA, 1970).

## CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> inibiu a síntese dos pigmentos fotossintéticos das mudas de cajazeira, aos 30 dias após o transplântio.

A aplicação de ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio não amenizou os efeitos do estresse salino nas relações hídricas de mudas de cajazeiras aos 30 dias após o transplântio.

## AGRADECIMENTOS

Agradecimentos ao INCT 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

- CAICEDO-LÓPEZ, L. H.; ARANDA, A. L. V.; DE LA O, D. S.; GÓMEZ, C. E. Z.; MÁRQUEZ, E. E.; ZEPEDA, H. R. Elicitores: implicações bioéticas para a agricultura e a saúde humana. **Revista Bioética**, v.29, p.76-86, 2021.
- DIAS, A. S.; LIMA, G. S. DE; PINHEIRO, F. W. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A. Gas exchanges, quantum yield and photosynthetic pigments of West Indian cherry under salt stress and potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v.32, p.429-439, 2019.
- HO T. T.; LEE, J. D.; JEONG, C. S.; PAEK, K. Y.; PARK, S. Y. Improvement of biosynthesis and accumulation of bioactive compounds by elicitation in adventitious root cultures of *Polygonum multiflorum*. **Applied microbiology and biotechnology**, v.102, p.199-209, 2018.
- KATAYAMA, Y.; SHIDA, S. Studies on the change of chlorophyll a and b contents due to projected materials and some environmental conditions. **Cytologia**, v.35, p.171-180, 1970.
- LI, A.; SUN, X.; LIU, L. Action of salicylic acid on plant growth. **Frontiers in Plant Science**, v.13, e878076, 2022.
- LISBOA, L. A. M.; LAPAZ, A. DE M.; VIANA, R. DA S.; LEONEZI, R. S.; P. A. M. DE F. Influência do ácido salicílico no processo germinativo de sementes de cultivares de sorgo sacarino. **Acta Iguazu**, v.6, p.37-49, 2017.
- MORENO-ESCAMILLA, J. O., ALVAREZ-PARRILLA, E., DE LA ROSA, L. A., NÚÑEZ-GASTÉLUM, J. A., GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A.; RODRIGO-GARCÍA, J. Effect of different elicitors and preharvest day application on the content of phytochemicals and antioxidant activity of butterhead lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata) produced under hydroponic conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.65, p.5244-5254, 2017.
- PAIM, B. R. **Efeito da aplicação de déficit hídrico sob a qualidade de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 2020. Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal de Pelotas, 2020.
- PINHEIRO, F. W. A.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; OLIVEIRA, S. G. DE; SILVA, F. A. DA. Gas exchange and yellow passion fruit production under irrigation strategies using brackish water and potassium. **Revista Ciência Agronômica**, v.53, e20217816, 2022.

SILVA, A. A. R. DA; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; ARRUDA, T. F. L.; SOUZA, A. R.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A. Hydrogen peroxide in attenuation of salt stress effects on physiological indicators and growth of soursop. **Brazilian Journal of Biology**, v.84, e261211, 2024.

SILVA, A. A. R. DA; CAPITULINO, J. D.; LIMA, G. S. DE; AZEVEDO, C. A. V. DE; VELOSO, L. L. DE S. A. Tolerance to salt stress in soursop seedlings under different methods of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> application. **Revista Ciência Agronômica**, v.52, e20207107, 2021.

SOARES, L. A. DOS A.; OLIVEIRA, S. G. DE; LIMA, G. S. DE; FERNANDES, P. D.; ARAÚJO, R. H. C. R.; FERNANDES, E. A. Physiological changes of pomegranate seedlings under salt stress and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.25, p.453-459, 2021.

SOUZA, F. X. DE. **Crescimento e desenvolvimento de clones enxertados de cajazeira na Chapada do Apodí**, Ceará. 2005. 80 f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2005.

XAVIER, A. V. O.; LIMA, G. S. DE; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. DA; SOARES, L. A. DOS A.; LACERDA, C. N. DE. Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. **Revista Ambiente & Água**, v.17, e2816, 2022.

ZHOU, Y. et al. Salt stress-induced chlorophyll degradation is mediated by reactive oxygen species in *Arabidopsis thaliana*. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.167, p.234-243, 2021.