

## RELAÇÕES HÍDRICAS DE MUDAS DE CAJAZEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM ÁGUAS SALOBRAS E APLICAÇÃO DE ELICITORES

Victória Cristina Gomes Colman<sup>1</sup>, Flávia de Sousa Almeida<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 salinidade é um fator abiótico que promove alterações nos mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares das plantas. No entanto, elicitores, como o ácido ascórbico, ácido salicílico e o peróxido de hidrogênio, estão sendo usados para aliviar o estresse salino nas plantas. Dessa forma, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de elicitores nas relações hídricas de cajazeira sob irrigação com águas salobras na fase de formação de mudas. O experimento foi realizado em condição 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  $\text{dS m}^{-1}$ ), e quatro concentrações de elicitores [sem aplicação de elicitor – testemunha; ácido ascórbico – AsA (60 mM); ácido salicílico - AS (2,4  $\text{mM L}^{-1}$ ); peróxido de hidrogênio –  $\text{H}_2\text{O}_2$  (50  $\mu\text{M}$ )] com três repetições e duas plantas por parcela. A salinidade da água a partir de 0,3  $\text{dS m}^{-1}$  eleva o extravasamento de eletrólitos e o déficit de saturação hídrica no limbo foliar, e diminui o conteúdo relativo de água das mudas de cajazeira, aos 30 dias após o transplante. 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.

**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> Mestranda, 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.

## WATER RELATIONS OF CAJAZEIRA SEEDLINGS UNDER IRRIGATION WITH BRAZILIAN WATER AND APPLICATION OF ELICITORS

**ABSTRACT:** Salinity is an abiotic factor that promotes changes in the physiological, biochemical and molecular mechanisms of plants. However, elicitors such as ascorbic acid, salicylic acid, and hydrogen peroxide are being used to alleviate salt stress in plants. Thus, the objective of this work was to evaluate the effects of foliar application of elicitors on the water relations of cashew trees under irrigation with brackish water in the seedling formation phase. The experiment was carried out in a greenhouse 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 above 0.3 dS m<sup>-1</sup> increases electrolyte leakage and water saturation deficit in the leaf blade, and reduces the relative water content of yellow mombin 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.

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

### INTRODUÇÃO

Pertencente à família Anacardiaceae, a cajazeira (*Spondias mombin* L.), está amplamente distribuída no semiárido brasileiro, tanto de forma isolada quanto em agrupamentos, especialmente em pastagens, quintais e pomares domésticos (SOUZA et al., 2020). É uma espécie que se destaca pela importância na geração de emprego e renda e seu maior potencial para uso agroindustrial já que seus frutos apresentam alto valor agregado e podem ser consumidos in natura ou transformados em diversos produtos (SILVA et al., 2004; SILVA, 2021).

Na região semiárida, a irrigação torna-se essencial, onde a baixa pluviosidade e os longos períodos de seca comprometem o cultivo agrícola. Contudo, a escassez de recursos hídricos com baixas concentrações de sais, pode promover a salinização dos solos e comprometer a

produtividade agrícola (SILVA et al., 2023). De acordo com Silva Júnior et al. (2021), a utilização de água salina na irrigação aumenta a salinidade do solo, o que compromete a absorção, o transporte e a assimilação de nutrientes pelas plantas.

Nesse contexto, elicitores como ácido ascórbico, ácido salicílico e o peróxido de hidrogênio têm sido usados para amenizar os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas. O ácido ascórbico (AsA) atua como antioxidante, neutralizando espécies reativas de oxigênio (EROs), protegendo membranas celulares e melhorando a atividade enzimática do sistema antioxidante (ALI et al., 2021). Já o ácido salicílico (SA) regula a homeostase iônica, estimulando a exclusão de  $\text{Na}^+$  e a absorção de  $\text{K}^+$ , além de modular a expressão de genes relacionados à tolerância ao sal, como os da família NHX (KHAN et al., 2023). Enquanto o peróxido de hidrogênio ( $\text{H}_2\text{O}_2$ ), em baixas concentrações, atua como molécula sinalizadora, induzindo a produção de antioxidantes e a ativação de vias de defesa (CHEN et al., 2022).

Ante o exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar os efeitos da aplicação foliar de ácido ascórbico, ácido salicílico e peróxido de hidrogênio nas relações hídricas de mudas de cajazeira sob irrigação com águas salobras.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no período de dezembro de 2024 a maio de 2025, sob condições 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  $5 \times 4$ , referentes a cinco níveis de condutividade elétrica da água - CEa (0,3; 1,3; 2,3; 3,3 e 4,3  $\text{dS m}^{-1}$ ), e quatro concentrações de elicitores [sem aplicação de elicitor – testemunha; ácido ascórbico – AsA (60 mM); ácido salicílico - SA (2,4  $\text{mM L}^{-1}$ ); peróxido de hidrogênio –  $\text{H}_2\text{O}_2$  (50  $\mu\text{M}$ )] com três repetições e duas plantas por parcela.

As mudas de cajazeira foram cultivadas em sacos plásticos de polietileno, com dimensões de 15 × 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 (Psamments) 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 e monoamônio fosfato como fonte de nitrogênio, monoamônio fosfato 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 transplantio (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-se a relação entre CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954).

As relações hídricas das mudas de cajazeira foram determinadas aos 30 DAT pelo extravasamento de eletrólitos do limbo foliar (%EE), conteúdo relativo de água (CRA) e déficit de saturação hídrica (DSH).

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 polinomial ( $p \leq 0,05$ ) para o fator 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. As variáveis extravasamento de eletrólitos do limbo foliar e déficit de saturação hídrica foram transformadas ( $\times 0.5$ ) para se ajustarem na análise estatística.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

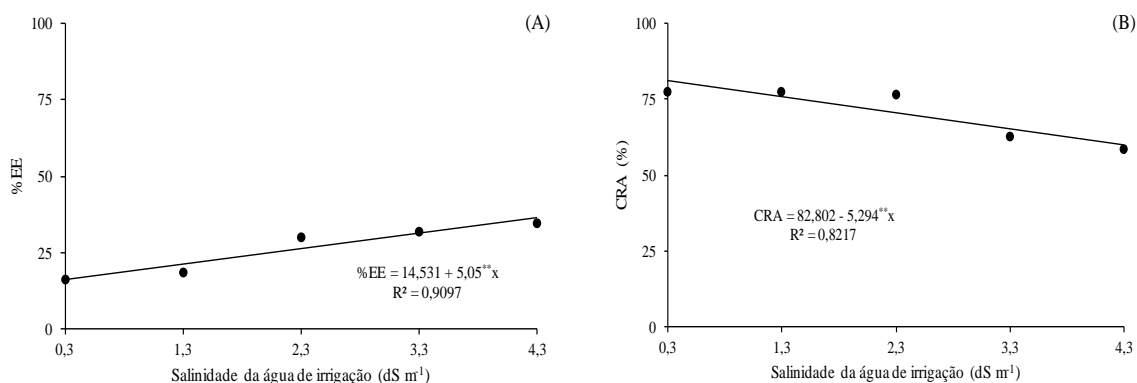
Houve diferença entre a salinidade da água de irrigação (S) com efeito significativo ( $p < 0,01$ ) para todas as variáveis de relações hídricas analisadas (Tabela 1). Com relação aos elicitores (E), assim como a interação entre os fatores (S x E), não se constatou efeito significativo sobre todas as variáveis de relações hídricas analisadas das mudas de cajazeira, aos 30 dias após o transplantio.

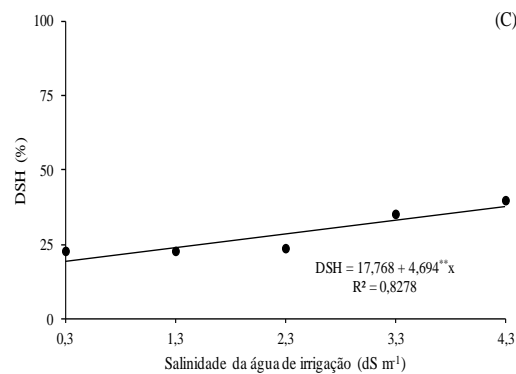
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (%EE), conteúdo relativo de água (CRA), e déficit de saturação hídrica (DSH) de mudas de cajazeira cultivada sob níveis de salinidade da água de irrigação e elicitores, aos 30 dias após o transplântio.

Fonte de variação	Gl	Quadrados médios		
		%EE <sup>1</sup>	CRA	DSH <sup>1</sup>
Salinidade da água de irrigação (S)	4	841,11**	1022,67**	797,96**
Regressão linear	1	3060,30**	3361,58**	2642,62**
Regressão quadrática	1	69,30 <sup>ns</sup>	392,32*	322,40*
Elictores (E)	3	107,47 <sup>ns</sup>	58,57 <sup>ns</sup>	58,57 <sup>ns</sup>
Interação (S x E)	12	42,74 <sup>ns</sup>	42,37 <sup>ns</sup>	42,37 <sup>ns</sup>
Blocos	2	9,28 <sup>ns</sup>	31,52 <sup>ns</sup>	31,52 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	70,47	59,97	59,97
CV (%)		13,59	10,96	13,51

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; 1 dados transformados em (x0,5)

Os níveis de salinidade da água de irrigação influenciaram nas relações hídricas das mudas de cajazeira. Para o extravasamento de eletrólitos do limbo foliar - %EE e o déficit de saturação hídrica – DSH (Figura 1A e 1C), verifica-se que o incremento na CEa promoveu acréscimos de 34 e 26%, respectivamente, por incremento unitário da CEa. O aumento no %EE e DSH nas pode estar relacionado aos efeitos deletérios do estresse salino ocasiona nas plantas, pois a acumulação excessiva dos sais solúveis provenientes da água de irrigação pode ter causado dificuldades na absorção de água, devido ao efeito osmótico. Além disso, o excesso de íons como o Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> no solo desencadeia a produção de EROs (como O<sub>2</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), que oxidam lipídios das membranas (peroxidação lipídica), aumentando sua permeabilidade e liberando eletrólitos (ZHANG et al., 2022).





**Figura 1.** Extravasamento de eletrólitos do limbo foliar - %EE (A), conteúdo relativo de água – CRA (B) e déficit de saturação hídrica – DSH (C) das mudas de cajazeira, em função da salinidade da água de irrigação, aos 30 dias após o transplantio.

Já para o conteúdo relativo de água - CRA (Figura 1B) observa-se que o incremento na CEa promoveu diminuição de 6,39% por incremento unitário da CEa. O excesso de sais na água e/ou no solo promove diminuição no potencial osmótico, reduzindo o gradiente de potencial hídrico necessário para a absorção de água e nutrientes pelas raízes (ALMEIDA et al., 2023) e o acúmulo de íons nas folhas induz a síntese de ácido abscísico, provocando o fechamento estomático precoce, reduzindo a transpiração e o fluxo de água no xilema (KUMAR et al., 2023).

## CONCLUSÕES

A salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> eleva o extravasamento de eletrólitos e o déficit de saturação hídrica no limbo foliar e diminui o conteúdo relativo de água das mudas de cajazeira, aos 30 dias após o transplantio.

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.

## 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

- ALI, S. et al. Ascorbic acid enhances salt tolerance in maize by modulating ROS scavenging and ion homeostasis. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.167, p.872-883, 2021.
- ALMEIDA, D.M. et al. Soil-plant water relations under salinity: The role of aquaporins in maize root water uptake. **Plant, Cell & Environment**, v.46, p.1327-1341, 2023.
- 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, n. 1, p. 76-86, 2021.
- CHEN, L. et al. Hydrogen peroxide priming alleviates salt stress by enhancing antioxidant defense in rice roots. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.41, p.2409-2422, 2022.
- KHAN, M. I. R. et al. Salicylic acid: A key regulator of ion homeostasis in salinized plants. **Plant Cell Reports**, v.42, p.707-721, 2023.
- KUMAR, S. et al. ABA-mediated stomatal closure under salinity reduces leaf water content in rice. **Journal of Plant Growth Regulation**, v.42, p.2109-2123, 2023.
- SILVA JÚNIOR, J. V. DA; BEZERRA, A. A. C.; SILVA, E. M. DA. Crescimento e desenvolvimento de cultivares de feijão-caupi em função da salinidade da água de irrigação. **Irriga**, v. 26, n. 2, p. 343-366, 2021.
- SILVA, A. V. da. **Genômica populacional da cajazeira (*Spondias mombin* L.)**. 2021. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2021.
- SILVA, J. F.; BEZERRA, J. E. F.; LEDERMAN, I. E.; ALVES, M. A.; MELO NETO, M. L. Collecting, ex situ conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombin* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v.51, p.343–349, 2004.
- SOUZA, F. X.; PORTO FILHO, F. Q.; MENDES, N. V. B. **Umbucajazeira: descrição e técnicas de cultivo**. Mossoró: UFERSA, 2020, 103 p.
- ZHANG, M. et al. ROS-induced membrane damage under salt stress: Causes and consequences. **Plant Cell Reports**, v.41, p.1485-1498, 2022.