

RESPOSTAS MORFOLÓGICAS EM MUDAS DE UMBU-CAJAZEIRA SUBMETIDAS AO ESTRESSE SALINO

Agda Malany Forte de Oliveira¹, Vander Mendonça², Hernane Arllen Medeiros Tavares³,
Patrycia Elen Costa Amorim³, Francisco Vanies da Silva Sá⁴, Alberto Soares de Melo⁵

RESUMO: A umbu-cajazeira é uma frutífera com significativa importância ambiental e socioeconômica, especialmente na região semiárida. No entanto, a disponibilidade e a qualidade da água são problemas característicos da região semiárida brasileira, no qual a umbu-cajazeira é amplamente cultivada. Nesse contexto, objetivou-se avaliar as respostas morfológicas e tolerância de mudas de umbu-cajazeiras submetidas ao estresse salino. O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos, correspondentes a diferentes níveis de salinidade na água de irrigação (CEa: 0,5; 1,5; 2,5; 3,5; 4,5; 5,5 dS m⁻¹) e oito repetições. O aumento dos níveis salinos acima da CEa de 1,50 dS m⁻¹ reduziu o crescimento e acúmulo de biomassa das mudas com perdas de cerca de 20% da massa seca total. A salinidade afetou significativamente o crescimento e a taxa de sobrevivência das mudas de umbu-cajazeiras estudadas.

PALAVRAS-CHAVE: *Spondias* sp., salinidade, parâmetros de crescimento.

MORPHOLOGICAL RESPONSES IN UMBU-CAJAZEIRA SEEDLINGS SUBJECTED TO SALINE STRESS

ABSTRACT: The umbu-cajazeira is a fruit tree with significant environmental and socioeconomic importance, especially in the semi-arid region. However, water availability and quality are characteristic problems in the Brazilian semi-arid region, where umbu-cajazeira is widely cultivated. In this context, the objective was to evaluate the morphological responses

¹ Pós-doutoranda do Programa institucional de pós-graduação PIPD-CAPES, vinculada ao programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias- PPGCA – Universidade Estadual da Paraíba - UEPB; Rua das Baraúnas, 351, Bairro Universitário, Campina Grande, PB, CEP 58429-500, Fone: (83) 996221729. E-mail: agda.forte@visitante.uepb.edu.br.

² Prof. Doutor, Depto Ciências Agrárias e Florestais, UFERSA, Mossoró, RN.

³ Mestre em fitotecnia, Programa de pós-graduação em Fitotecnia, UFERSA, Mossoró, RN.

⁴ Prof. Doutor, Depto Ciências Agrárias e Exatas, UEPB, Catolé do Rocha, PB.

⁵ Prof. Doutor, Depto Biologia, UEPB, Campina Grande, PB.

and tolerance of umbu-cajazeira seedlings subjected to saline stress. A completely randomized experimental design (CRD) was used, with six treatments corresponding to different irrigation water salinity levels (EC_w: 0.5, 1.5, 2.5, 3.5, 4.5, and 5.5 dS m⁻¹) and eight replicates. Increasing salinity levels above the EC_w of 1.50 dS m⁻¹ reduced seedling growth and biomass accumulation, resulting in losses of approximately 20% of total dry mass. Salinity significantly affected the growth and survival rate of the umbu-cajazeira seedlings studied.

KEYWORDS: *Spondias* sp., salinity, growth parameters.

INTRODUÇÃO

O gênero *Spondias* pertence à família Anacardiaceae e compreende 18 espécies nativas das regiões América do Sul tropical, Ásia e Madagascar (Sameh et al., 2018; Santos et al., 2023). As espécies mais comuns no Brasil são *S. tuberosa* Arr. Cam, *S. mombin* L., *S. purpurea* L. e *S. cytherea* Sonn. Ex engl (Gadelha et al., 2024).

A produção da Umbu-Cajazeira (*Spondias* sp.) geralmente ocorre por práticas extrativistas, com potencial substancial de expansão para plantações comerciais visando mercados de produtos frescos e processados derivados de sua polpa e casca tanto para mercado interno como para exportação (Macêdo et al., 2023). Esse potencial é proveniente das características dos seus frutos que são ricos em ácido ascórbico, carotenoides e compostos fenólicos, possuindo assim ampla aceitação pelos consumidores devido ao seu sabor agradável e exótico, além disso, pode ser comercializado in natura ou processado como picolés, sorvetes, iogurtes e polpas congeladas (Santana Neto et al., 2022).

Ademais, a disponibilidade e a qualidade da água são problemas característicos da região semiárida brasileira, na qual a Umbu-Cajazeira é amplamente cultivada. Essa região é caracterizada por temperaturas elevadas, altas taxas de evaporação e evapotranspiração associadas a baixa e/ou precipitação irregular, resultando em elevadas concentrações de sal nas águas superficiais e subterrâneas, afetando o crescimento, a fisiologia e a nutrição das plantas frutíferas cultivadas nessa região (Sá et al., 2021; Alves et al., 2022).

No entanto, apesar de inúmeros estudos sobre os efeitos da salinidade nas plantas, ainda há lacunas a serem respondidas sobre os efeitos na morfologia e tolerância da Umbu-Cajazeira à salinidade, principalmente durante os estágios iniciais de crescimento. Diante dessa perspectiva, o objetivo deste estudo foi avaliar as respostas morfológicas e a tolerância de mudas de umbu-cajazeiras submetidas ao estresse salino.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido de abril a julho de 2022 em casa de vegetação da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) (5°11' S, 37° 20' W, a uma altitude de 18 m acima do nível do mar), em Mossoró, Rio Grande do Norte, Brasil.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado (DIC), com seis tratamentos e oito repetições. Cada unidade experimental foi constituída por uma muda de Umbu-Cajazeira plantada em vaso de 8,0 dm³, totalizando 48 unidades experimentais. Os tratamentos consistiram em diferentes níveis de condutividade elétrica da água (CEa): T1= CEa 0,5 dS m⁻¹ (testemunha); T2= CEa 1,5 dS m⁻¹; T3= CEa 2,5 dS m⁻¹; T4= CEa 3,5 dS m⁻¹; T5= CEa 4,5 dS m⁻¹; T6= CEa 5,5 dS m⁻¹.

Estacas medindo 15,0 cm de comprimento e com diâmetros variando de 10 a 15 mm (Almeida et al., 2017) foram coletadas das porções média e superior do dossel de plantas de Umbu-Cajazeira no final do estágio de dormência vegetativa. As mudas foram produzidas em tubetes de polipropileno de 250 cm³ preenchidos com substrato comercial Tropstrato®. O substrato apresentou as seguintes propriedades químicas: pH em CaCl₂ = 5,75; P = 65,70 mg dm⁻³; K = 1,6 cmolc dm⁻³; Ca = 23,8 cmolc dm⁻³; Mg = 12,4 cmolc dm⁻³; Al = 0,0 cmolc dm⁻³; H+Al = 4,2 cmolc dm⁻³; SB = 37,8 cmolc dm⁻³; CEC = 42,1 cmolc dm⁻³ e V = 89,8%.

Após 106 dias, as mudas enraizadas foram transplantadas para vasos plásticos de 8,0 dm³ preenchidos com substrato composto de areia e esterco bovino curtido na proporção 2:1 (v/v). Os diferentes níveis de salinidade da água de irrigação foram obtidos a partir da água de abastecimento local e a adição de sais solúveis para atingir o nível salino adequado. A água com menor condutividade elétrica da água (CEa), T1, foi constituída da água de abastecimento local, com CEa=0,5 dS m⁻¹. O aumento dos níveis de água salina dos demais tratamentos corresponde ao acréscimo de 1,0 dS m⁻¹ na CEa de cada tratamento, T2=1,5, T3=2,5, T4=3,5, T5=4,5 e T6=5,5 dS m⁻¹. O preparo das águas salinas se deu com o incremento dos sais de NaCl, CaCl₂.2H₂O e MgCl₂.6H₂O, na proporção equivalente de 7:2:1 (Medeiros, 1992), obedecendo à relação entre a CEa e concentração (mmolc L⁻¹= CE x 10), conforme Rhoades et al. (1992). A irrigação foi realizada manualmente a cada dois dias pelo método do lisímetro de drenagem e a aplicação da água salina iniciou aos 57 DAT.

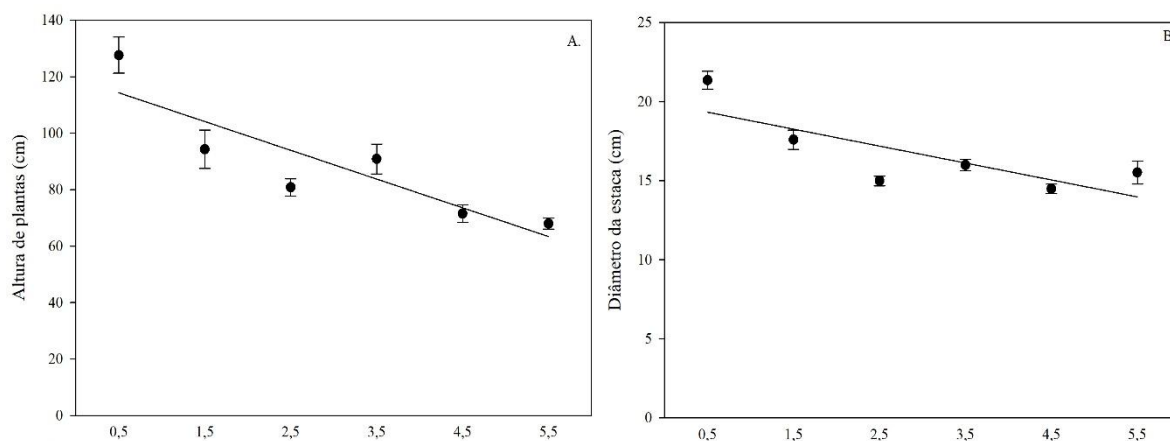
Aos 90 dias após a aplicação dos tratamentos, foram avaliados: a altura da planta (AP, cm): medida com uma fita métrica da base da planta até a gema apical; o diâmetro da estaca (DE, mm), determinado com um paquímetro digital, a 5 cm acima da superfície do solo; massa seca total (MST) foi determinada através do somatório de cada parte da muda: massa seca da

raíz (MSR), massa seca da haste (MSH), massa seca do caule (MSC) e massa seca das folhas (MSF) após secagem; e a porcentagem de sobrevivência foliar (%SF) foi calculada somando as folhas caídas ao longo do experimento com o número total de folhas vivas e expandidas ao fim do experimento.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' ao nível de 5% de significância. Quando o teste F indicou significância, foram submetidas à análise de regressão polinomial utilizando-se o software estatístico SISVAR[®] v. 5.6 (Ferreira, 2019).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A irrigação com os crescentes níveis salinos afetou significativamente o crescimento das mudas de Umbu-Cajazeira ($p < 0,05$). O aumento unitário da CEa acima de $1,50 \text{ dS m}^{-1}$ ocasionou diminuições na altura (AP), diâmetro da estaca (DE), massa seca total (MST) e na porcentagem de sobrevivência das folhas (%SF) em comparação ao controle, equivalente a decréscimos de 8,50%, 5,30%, 10,70% e 13,40%, respectivamente (Figura 1A, B, C e D). O maior nível salino CEa $5,50 \text{ dS m}^{-1}$ resultou nos maiores decréscimos de 50,00% na AP, 29,60% no DE, 58,70% na MST e 73,50% na %SF em comparação as mudas do controle (Figura 1A, B, C e D).



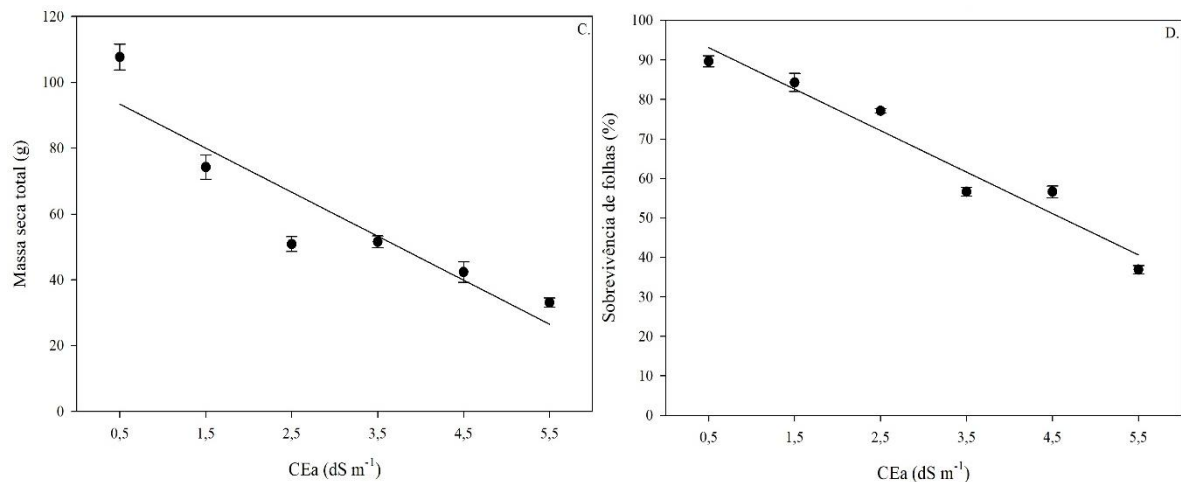


Figura 1. Altura de planta (AP) (A), diâmetro da estaca (DE) (B), massa seca total (MST) (C) e porcentagem de sobrevivência das folhas (SF) (D) e em mudas de Umbu-Cajazeira irrigadas com diferentes níveis de condutividade elétrica da água (CEa), T1= CEa 0,50 dS m⁻¹ (controle); T2= CEa 1,50 dS m⁻¹; T3= CEa 2,50 dS m⁻¹; T4= CEa 3,50 dS m⁻¹; T5= CEa 4,50 dS m⁻¹; T6= CEa 5,50 dS m⁻¹ após 90 dias

O estresse salino é um dos principais estresses abióticos que exerce efeitos deletérios sobre o crescimento e desenvolvimento de espécies agrícolas, e embora esses efeitos sejam amplamente conhecidos em muitas espécies, os efeitos em Umbu-Cajazeira na fase de mudas são limitados, e isso nos motivou a investigar os efeitos negativos em sua morfologia, determinando o nível de tolerância a salinidade para essa espécie. Nossos resultados indicam que o maior nível de estresse salino (CEa 5,5 dS m⁻¹) afetou negativamente o crescimento e desenvolvimento das mudas de Umbu-Cajazeira.

O menor crescimento em mudas de Umbu-Cajazeira sob estresse salino é proveniente da redução na altura de plantas e do diâmetro da estaca, além da queda acentuada de folhas com o aumento unitário dos níveis salinos. Isso ocorre principalmente devido à queda da divisão e/ou expansão celular, associada à baixa pressão de turgor e à capacidade de sintetizar compostos orgânicos causada pelo decréscimo da taxa fotossintética (Silva et al., 2021).

A restrição no crescimento também é refletida na produção de massa seca total das mudas que teve redução de 20% no primeiro nível salino estudado (1,50 dS m⁻¹) e manteve a tendência de decréscimo acentuado à medida que os níveis salinos aumentam, e com isso as plantas eventualmente reduzem seu crescimento (Sá et al., 2021).

A perda de folhas, e conseqüentemente, a redução da área foliar é uma das primeiras respostas das plantas ao estresse salino, sendo considerada como um importante mecanismo adaptativo de sobrevivência das plantas, uma vez que minimiza a perda de água por transpiração, limitando o transporte de Na⁺ e Cl⁻ no xilema e conservando a água nos tecidos vegetais, permitindo que a planta assegure uma sobrevivência imediata (Silva et al., 2021), no

entanto, limita também as trocas gasosas e conseqüentemente a taxa de assimilação líquida de CO₂ (A).

Além disso, a diminuição no acúmulo de biomassa das mudas de Umbu-Cajazeira sob estresse salino pode estar associada aos efeitos osmóticos e iônicos do déficit hídrico, que prejudicam a absorção de água e nutrientes pela planta e conseqüentemente podem ocasionar citotoxicidade (Mbarki et al., 2018). Sob essas condições de estresse, o potencial osmótico da solução do solo diminui, limitando a capacidade do sistema radicular da planta de absorver água, resultando em seca fisiológica. Essa condição reduz a pressão de turgor, desidratação celular e, conseqüentemente, prejudica os processos de expansão e divisão celular e posterior diminuição no crescimento da planta (Sá et al., 2021).

Sob condições de estresse salino alguns estudos também verificaram diminuição de crescimento em outras culturas frutíferas como o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) (Neves et al. 2004, Silva et al. 2008a), goiabeira (*Psidium guajava* L.) (Silva et al., 2008b), mamoeiro (*Carica papaya* L.) (Sá et al., 2013) e a aceroleira (*Malpighia emarginata* L.) (Sá et al., 2019). Deste modo, a limitação da disponibilidade hídrica e da fotossíntese resultaram em menor desenvolvimento dos órgãos vegetativos, sobretudo das folhas, resultando em menor tolerância ao estresse salino.

CONCLUSÕES

A salinidade afetou significativamente o crescimento, acúmulo de massa seca total e porcentagem de sobrevivência das folhas das mudas de umbu-cajazeiras estudadas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), à Universidade Federal Rural do Semi-árido (UFERSA) e ao Grupo de Ensino, Pesquisa e Extensão em Fruticultura (GEPEF).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, J. P. N., LEITE, G. A., MENDONÇA, V., de CASTRO FREITAS, P. S., ARRAIS, I. G., DA SILVA TOSTA, M. Concentrações de AIB e substratos no enraizamento e vigor de estacas lenhosas de cajaraneira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 60, n. 1, p. 11-18, 2017.
- ALVES, T. R. C., TORRES, S. B., PAIVA, E. P., OLIVEIRA, R. R., OLIVEIRA, R. R. T., FREIRES, A. L. A., PEREIRA, K. T. O., BRITO, D. L., ALVES, C. Z., DUTRA, A. S., BENEDITO, C. P., MELO, A. S., FERREIRA NETO, M., DIAS, N. S., SÁ, F. V. S. Production and Physiological Quality of Seeds of Mini Watermelon Grown in Substrates with a Saline Nutrient Solution Prepared with Reject Brine. **Plants**, v. 11, n. 19, p. 2534, 2022.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Brazilian Journal of Biometrics**, v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- GADELHA, T. M., DO NASCIMENTO, A. M., DA SILVA, T. I., DA SILVA, J. L., SALES, G. N. B., RIBEIRO, W. S., QUEIROGA, R. C. F., ALMEIDA, F. A., SOUZA, P. A., RIBEIRO, J. E. S., NÓBREGA, J. S., LIMA, G. S., SOARES, L. A. A., DA COSTA, F. B. Comprehensive analysis of quality and bioactive compounds in umbu-cajá fruit during different ripening stages. **Scientia Horticulturae**, v. 327, p. 112886, 2024.
- MACÊDO, E. D. L. C., PIMENTEL, T. C., DE MORAIS, J. S., DE SOUSA MELO, D., DE SOUZA, A. C., DOS SANTOS LIMA, M., SAMPAIO, K. B., RODRIGUES, N. P. A., DIAS, D. R., SOUZA, E. L., SCHWAN, R. F., MAGNANI, M. Effects of yeast fermented soursop and umbu-cajá pulps on the colonic microbiota of middle-aged hypertensive adults. **Food Bioscience**, v. 51, p. 102309, 2023.
- MBARKI, S.; SYTAR, O.; CERDA, A.; ZIVCAK, M.; RASTOGI, A.; HE, X.; ZOGHLAMI, A.; ABDELLY, C.; BRESTIC, M. **Strategies to mitigate the salt stress effects on photosynthetic apparatus and productivity of crop plants**. In: Salinity Responses and Tolerance in Plants; Springer: Cham, Switzerland, v. 1, p. 85–136, 2018.
- MEDEIROS, J. F. **Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo “GAT” nos Estados do RN, PB e CE**. 1992. 173f. Dissertação - (Mestrado em Irrigação e Drenagem), Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/2896>.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Growth and mineral nutrition of umbuzeiro seedlings (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) under salt stress in nutrient solution. **Ciência agrotecnologia**, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.

RHOADES, J. D.; KANDISH, A.; MASHALI, A. M. The use of saline waters for crop production. 1992.

SÁ, F. D. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; DE PAIVA, E. P.; SILVA, L. D. A.; MOREIRA, R. C. L.; FERNANDES, P. D.; DIAS, A. S. Ecophysiology of West Indian cherry irrigated with saline water under phosphorus and nitrogen doses. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 1, p. 211-221, 2019.

SÁ, F. V. S.; BRITO, M. E. B.; MELO, A. S.; NETO, P. A.; FERNANDES, P. D.; FERREIRA, I. B. Production of papaya seedlings irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 10, p. 1047–1054, 2013.

SÁ, J. R. D., TOLEDO, F. H. S. F. D., MARIÑO, Y. A., SOARES, C. R. F. S., FERREIRA, E. V. D. O. Growth and nutrition of *Passiflora edulis* submitted to saline stress after silicon application. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 43, n. 1, p. e-057, 2021.

SAMEH, S., AL-SAYED, E., LABIB, R. M., SINGAB, A. N. Genus *Spondias*: A phytochemical and pharmacological review. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2018, n. 1, p. 5382904, 2018.

SANTANA NETO, D. C., FERREIRA, V. C. D. S., ARAUJO, I. B. D. S., MEIRELES, B. R. L. D. A., CORDEIRO, A. M. T. D. M., SILVA, F. A. P. Solid–liquid extraction of bioactive compounds from *Spondias mombin* L. by-products: optimization and identification of phenolic profile. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v. 39, n. 2, p. 511-525, 2022.

SANTOS, É. M. D., ATAIDE, J. A., COCO, J. C., FAVA, A. L. M., SILVÉRIO, L. A. L., SUEIRO, A. C., SILVA, J. R. A., LOPES, A. M., PAIVA-SANTOS, A. C., MAZZOLA, P. G. *Spondias* sp: shedding light on its vast pharmaceutical potential. **Molecules**, v. 28, n. 4, p. 1862.

SILVA, A. B. F.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; BLANCO, F. F. Growth and yield of guava irrigated with saline water and addition of farmyard manure. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 4, p. 354-359, 2008b.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P.; MELO, N. F.; AZEVEDO NETO, A. D. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**. v. 63, n. 1–3, p. 147-157, 2008a.

SILVA, J. S. D., SÁ, F. V. D. S., DIAS, N. D. S., FERREIRA, M., JALES, G. D., FERNANDES, P. D. Morphophysiology of mini watermelon in hydroponic cultivation using reject brine and substrates. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 25, n. 6, p. 402-408, 2021.