

STATUS HÍDRICO E INDICES CLOROFILIANOS EM MUDAS DE UMBUZEIRO SOB ESTRESSE SALINO E DIFERENTES SUBSTRATOS

Jennifer Lauanny Carvalho Santos¹, Kleyton Karlos Correia dos Santos¹, Tainá Alves da Silva²,
Celso Felype Rodrigues Andrade¹, Natalia Pimentel Esposito Polesi³, Marcos Eric Barbosa Brito⁴

RESUMO: O umbuzeiro é uma espécie de grande importância para o semiárido, sendo a produção de mudas uma fase essencial para a otimização da produção da cultura, observando-se no uso de substrato a possibilidade de garantir o sucesso no processo. Assim, objetivou-se avaliar os efeitos de diferentes níveis de salinidade da água por meio de irrigação e de diferentes substratos sobre os índices de clorofila e o status hídrico de mudas de umbuzeiro. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, utilizando cinco níveis de salinidade, correspondentes a condutividade elétrica (CEa) de 0,14 dS m⁻¹, 1,5 dS m⁻¹, 3,0 dS m⁻¹, 4,5 dS m⁻¹ e 6,0 dS m⁻¹ e seis tipos de substrato, incluído formulações com lodo de esgoto, casca de coco e solo do local de experimentação. Foram avaliados o extravasamento de eletrólitos (EE), o teor relativo de água (TRA), o índice SPAD e o teor de clorofila total. Os resultados indicaram que a salinidade afeta negativamente a integridade celular e a capacidade fotossintética das mudas, com variações significativas de acordo com o substrato. O substrato 3 demonstrou maior eficiência na mitigação dos efeitos salinos, mantendo os níveis mais estáveis da água nas plantas e preservando os pigmentos fotossintéticos.

PALAVRAS-CHAVE: *Spondias tuberosa*, salinidade, irrigação, clorofila.

¹ Graduando, Engenharia Agrônoma, Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, CEP 49680-000, Nossa Senhora da Glória, SE. e-mail: jennifercarvalho@academico.ufs.br

² Mestranda, Pós-graduação em Recursos Hídricos, Universidade Federal de Sergipe, Campus São Cristóvão, SE.

³ Prof. Doutora, Departamento de Educação em Ciências Agrárias e da Terra, Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, Nossa Senhora da Glória, SE

⁴ Bolsistas produtividade PQ do CNPQ, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrônoma do Sertão, Universidade Federal de Sergipe, Campus Sertão, Nossa Senhora da Glória, SE

WATER STATUS AND CHLOROPHYLLIAN INDEXES IN UMBU SEEDLINGS UNDER SALINE STRESS AND DIFFERENT SUBSTRATES

ABSTRACT: The umbu tree is a species of great relevance for the Brazilian semi-arid region, with seedling production representing a critical stage for optimizing crop development. Irrigation is essential during this stage, which has the challenge of using saline water, a common resource in the region's groundwater. In this context, selecting an appropriate substrate becomes a key factor in ensuring the success of seedling cultivation. Therefore, this study aimed to evaluate the effects of different irrigation water salinity levels and substrate types on chlorophyll index and the water status of umbu tree seedlings. The experiment was conducted in a greenhouse using five irrigation water salinity levels, corresponding to electrical conductivities (EC_w) of 0.14 dS m⁻¹, 1.5 dS m⁻¹, 3.0 dS m⁻¹, 4.5 dS m⁻¹, and 6.0 dS m⁻¹, and six different substrates, including formulations based on sewage sludge, coconut fiber, and local soil. The following variables were evaluated: electrolyte leakage (EL), relative water content (RWC), SPAD index, and total chlorophyll content. The results indicated that salinity negatively affected cellular integrity and the photosynthetic capacity of the seedlings, with significant variations depending on the substrate used. Substrate 3 demonstrated superior performance in mitigating the effects of salinity, maintaining more stable plant water levels, and preserving photosynthetic pigments.

KEYWORDS: *Spondias tuberosa*, salinity, irrigation, chlorophyll.

INTRODUÇÃO

O umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Cam.) é uma espécie frutífera nativa do semiárido brasileiro, reconhecida por ser adaptada às condições edafoclimáticas adversas, como a escassez hídrica. Essa característica está relacionada à presença do xilopódio, uma estrutura subterrânea que atua como reserva de água e nutrientes, conferindo à planta uma notável resiliência durante os períodos de seca (Oliveira et al., 2018).

Além de seu valor ecológico, o umbuzeiro possui expressiva importância socioeconômica, fornecendo frutos destinados ao consumo in natura e à elaboração de produtos agroindustriais, como polpas, sucos e doces. Entretanto, o desenvolvimento inicial das mudas pode ser significativamente afetado por estresses abióticos, a exemplo da salinidade, que limita

a produção agrícola em regiões semiáridas, já que a maior parte das águas disponíveis no subsolo possuem altos teores de sais (Silva et al., 2023).

Tal fato é potencializado pelo manejo inadequado da irrigação com estas águas, contribuindo para o acúmulo de sais no solo e comprometendo o crescimento vegetal e desenvolvimento das plantas, já que interfere negativamente na absorção de água e de nutrientes, alterando o potencial osmótico do solo e a atividade enzimática e a fotossíntese (Munns; Tester, 2008; Taiz et al., 2017). Dentre os efeitos fisiológicos da salinidade, destaca-se a alteração no teor de clorofila, pigmento essencial ao processo fotossintético e sensível a variações nutricionais e ambientais. O conteúdo de clorofila, medido de forma indireta pelo índice SPAD, tem sido utilizado como indicador eficiente do desempenho fisiológico de plantas sob estresse, pois reflete mudanças no metabolismo relacionadas à degradação de pigmentos e à limitação da fotossíntese (Rodrigues et al., 2011; Pereira et al., 2022). Nesse contexto, levanta-se a hipótese de que o status hídrico e o teor de clorofila de mudas de umbuzeiro são influenciados pelos níveis de salinidade da água de irrigação, e que o uso de substratos com boas características físico-químicas pode atuar de forma mitigadora, favorecendo a otimização do uso de recursos hídricos e nutricionais.

Assim, a identificação de substratos pode melhorar a tolerância das mudas à salinidade, promovendo maior eficiência fisiológica e contribuindo para a produção de mudas de qualidade superior. Diante disso, objetivou-se avaliar o status hídrico e o teor de clorofila, por meio do índice SPAD, em mudas de umbuzeiro cultivadas sob diferentes níveis de salinidade e substratos a base de lodo de esgoto.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em ambiente protegido (casa de vegetação) da Universidade Federal de Sergipe, Campus do Sertão, localizado no município de Nossa Senhora da Glória, Sergipe, SE, entre o período de Março de 2024 a Março de 2025. O delineamento utilizado foi o de blocos casualizados, com tratamentos formados a partir de parcelas subdivididas, sendo estudados, na parcela, cinco níveis de salinidade da água de irrigação, correspondentes as condutividades elétricas da água (CEa) de 0,14 dS m⁻¹, 1,5 dS m⁻¹, 3,0 dS m⁻¹, 4,5 dS m⁻¹ e 6,0 dS m⁻¹. Já na subparcela foram preparados quatro substratos (Substratos 1, 2, 3 e 4) a base de lodo de esgoto tratado e casca de coco triturada, além de solo local em diferentes proporções, de modo a possibilitar o uso de resíduos sólidos e otimizar o sistema de produção de mudas,

adicionou-se, ainda, dois substratos, o substrato comercial, que foi composto por casca de pinus, húmus e vermiculita, e outro usado na produção de mudas de Spondias no viveiro de mudas da Chesf.

As águas de irrigação foram provenientes da mistura de águas do Rio São Francisco e de poço tubular localizado no município de Nossa Senhora da Glória, até se obter as águas com as condutividades elétricas desejadas. A irrigação foi realizada de forma manual, com uso de um Becker graduado, sendo o volume determinado por meio de balanço hídrico, obtido por lisimetria de pesagem, adicionando-se uma fração de lixiviação (FL) de 10%. Até os 90 dias após a semeadura (DAS) as mudas receberam águas com baixa condutividade elétrica, água do São Francisco, a partir deste período, foram aplicadas águas com os diferentes níveis de condutividade elétrica até as plantas estarem aptas ao transplante, que ocorreu aos 180 dias após a semeadura.

Avaliou-se o status hídrico das plantas, determinando o extravasamento de eletrólitos (EE) e o teor relativo de água (TRA) em folhas das plantas de umbuzeiro, além de ser determinado os índice SPAD e estimado o teor de clorofila Total, usando-se um clorofilog da AtLeaf.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das análises de regressão relativas as variáveis de clorofila e de status hídrico, nota-se que efeito da salinidade sobre as variáveis variou de acordo com o tipo de substrato utilizado (Figura 1), observando-se, no índice SPAD, uma tendência de estabilidade com leve aumento nos valores das plantas cultivadas nos substratos 1, 4 e no Comercial, quando se incrementou a salinidade da água. Por outro lado, no substrato 2 e no usado para a produção de mudas na Chesf, constata-se redução nos valores de SPAD à medida que aumentou a condutividade elétrica.

De forma semelhante, a estimativa de clorofila total (CHL Total) também foram menores com o aumento da salinidade nos substratos 2 e da Chesf, enquanto nos demais nota-se uma tendência de estabilidade ou pequeno aumento (Figura 2). A redução nos valores de clorofila podem significar um efeito mais notório da salinidade, que pode estar comprometendo a integridade dos cloroplastos, o que resulta em menor acúmulo de pigmentos fotossintéticos, afetando negativamente o potencial fotossintético das mudas de umbuzeiro (Taiz et al., 2017; Pereira et al., 2022).

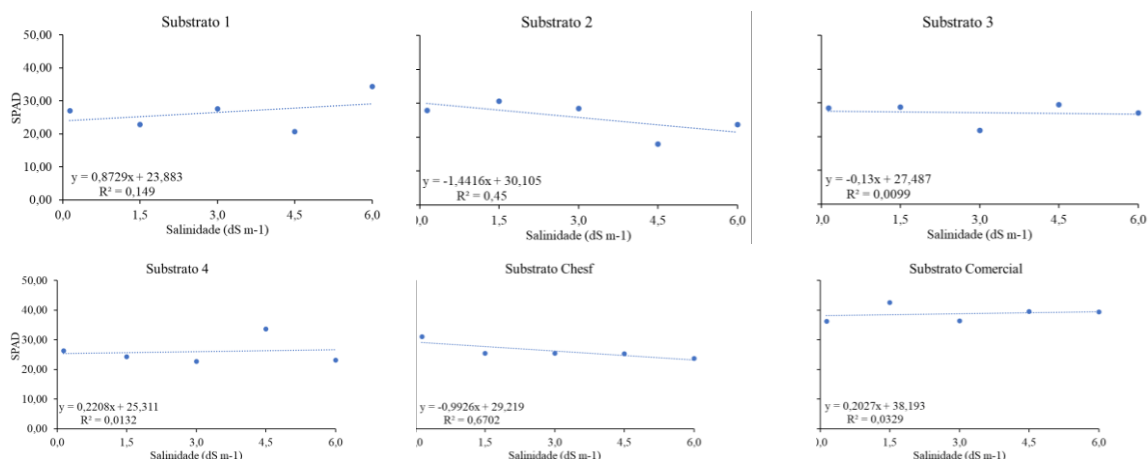


Figura 1: Análise de regressão relativa ao efeito da salinidade nas variáveis índice SPAD de clorofila (SPAD).

Por outro lado, nos substratos em que se nota incremento, pode estar ocorrendo efeitos de ordem osmótica, que comprometem o potencial hídrico celular e limitam o crescimento, deste modo, fazendo com que as células necessitem aumentar a concentração de clorofila para otimizar os processos fotossintéticos. Ademais, no substrato 3, onde se nota estabilidade nos níveis de clorofila, pode-se ter uma condição de maior retenção de água, associada a aeração ou maior disponibilidade de nutrientes mitigadores do estresse (Figura 2).

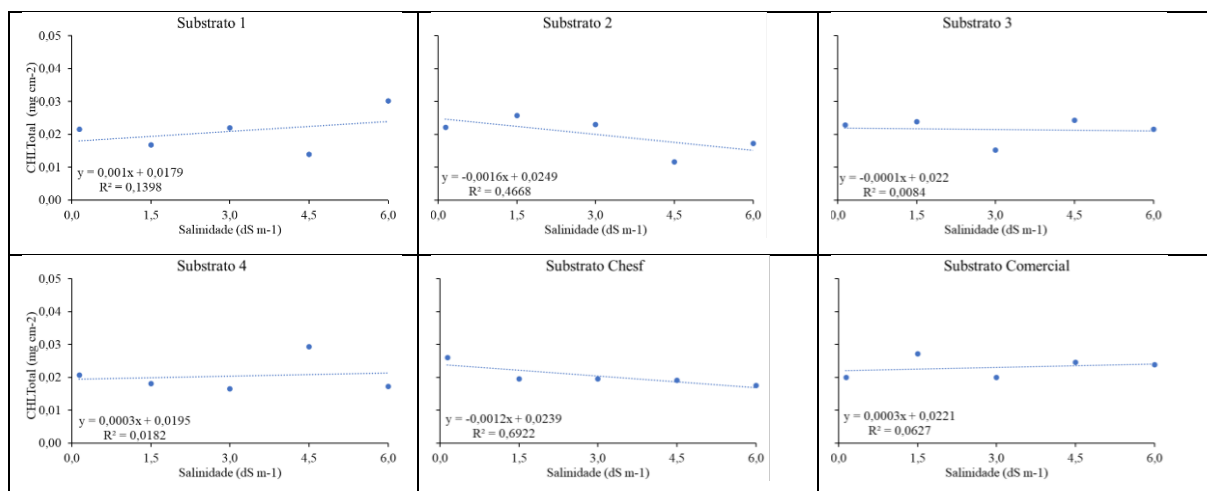


Figura 2: Análise de regressão relativa ao efeito da salinidade nas variáveis índice de estimativa do teor de clorofila (CHLTotal).

No extravasamento de eletrólitos (EE) nota-se tendência de aumento com o incremento da salinidade na maioria dos substratos, principalmente quando se irrigou com águas de 6,0 dS m⁻¹, indicando danos à membrana plasmática e, assim, redução na seletividade iônica e possível peroxidação lipídica sob condições de estresse salino (Silva et al., 2021) (Figura 3). A menor elevação do EE no substrato 3 reforça a ideia de que a combinação disposta neste material ofereça melhores condições de manutenção da integridade celular frente ao acúmulo de sais.

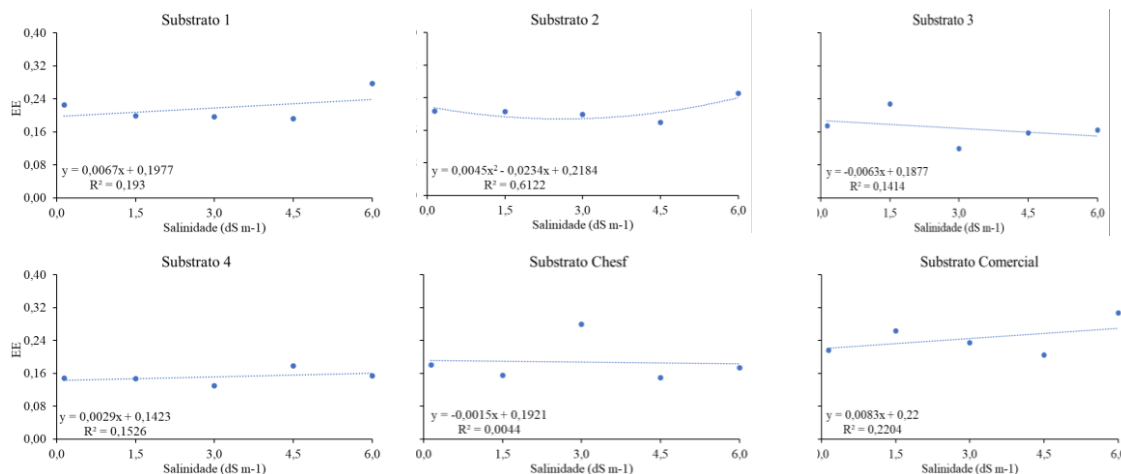


Figura 3: Análise de regressão relativa ao efeito da salinidade nas variáveis índice de extravasamento de eletrólitos (EE).

Em relação ao teor relativo de água (TRA), observou-se declínio com o aumento da salinidade, especialmente no substrato 2 e no Comercial, enquanto os substratos 1, 3, 4 e da Chesf constata-se valores de TRA mais estáveis. Essa estabilidade sugere que esses substratos foram mais eficientes em conservar a umidade no sistema radicular ou reduzir os efeitos osmóticos adversos provocados pela salinidade, favorecendo a absorção de água mesmo sob estresse, já que o TRA reflete diretamente o estado hídrico da planta (Chartzoulakis; Klapaki, 2000) (Figura 4).

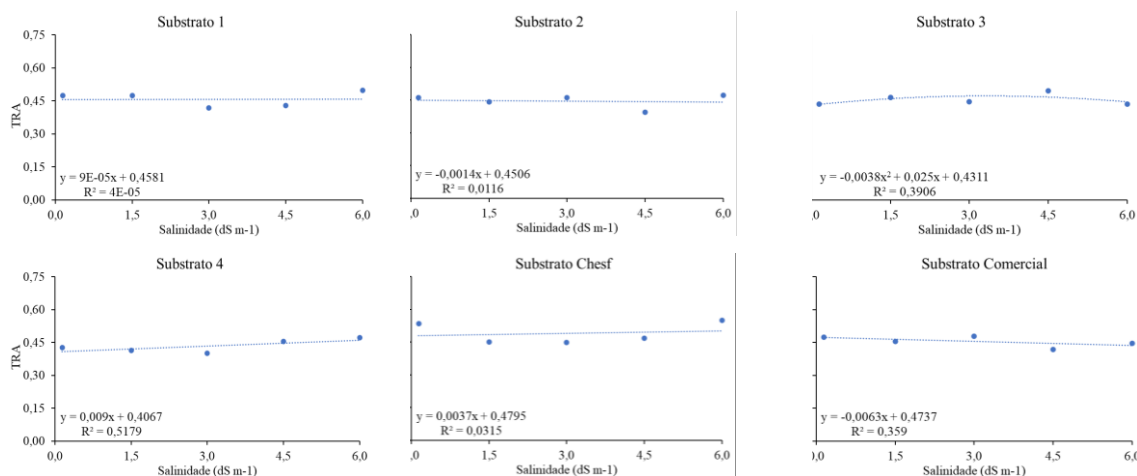


Figura 4: Análise de regressão relativa ao efeito da salinidade nas variáveis índice de teor relativo de água (TRA).

Esses resultados evidenciam que os efeitos negativos da salinidade sobre o status hídrico, o teor de clorofila e a integridade de membranas são dependentes do tipo de substrato utilizado. O substrato 3 apresenta desempenho superior, indicando potencial mitigador dos efeitos salinos. Isso reforça a hipótese de que substratos adequados podem otimizar o uso de recursos

fisiológicos pelas mudas de umbuzeiro, promovendo maior tolerância à salinidade e melhor qualidade fisiológica das plantas.

CONCLUSÕES

A salinidade desestabiliza a célula e a integridade da membrana plasmática de plantas de umbuzeiro. O substrato 3 proporcionou melhores condições de manutenção da integridade da clorofila e do Status hídrico das plantas de umbuzeiro, mesmo com o aumento da salinidade.

AGREDECIMENTOS

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); Agradecimento a PRORH/CAPES via recurso PDPG 3 e 4.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHARTZOULAKIS, K.; KLAPAKI, G. Response of two greenhouse pepper hybrids to NaCl salinity during different growth stages. *Scientia Horticulturae*, v. 86, p. 247–260, 2000.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of salinity tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, p. 651–681, 2008.

OLIVEIRA, V. R.; CAVALCANTI, N. B.; ANDRADE, L. A.; SANTOS, J. M. C. dos; ALMEIDA, F. A. C. de; OLIVEIRA, A. P. de; MENDONÇA, V. **Umbuzeiro: biologia, manejo e potencialidades**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2018. 44 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 304). Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1103161/1/LivroNordeste304315Oliveira2018.pdf>. Acesso em: 2 jul. 2025.

PEREIRA, T. S.; LIMA, F. J. P.; SANTOS, L. S.; ALMEIDA, M. S.; SOUZA, R. M.; OLIVEIRA, A. F. Clorofila como ferramenta de diagnóstico do estresse salino em mudas de espécies lenhosas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 52, e71586, 2022.

RODRIGUES, F. A.; LIMA, R. A.; MONTAGNER, D. B.; SILVA, M. L.; SANTOS, T. A.; CUNHA, J. G.; ALMEIDA, F. S. **Pigmentos fotossintéticos como indicadores da resistência de plantas à salinidade**. *Bragantia*, v. 70, n. 1, p. 176–183, 2011.

SILVA, R. A.; ROCHA, A. T.; COSTA, E. F.; MELO, P. A.; NUNES, S. P.; OLIVEIRA, M. B.; SANTOS, C. R. Efeito do estresse salino em parâmetros fisiológicos e bioquímicos em mudas de espécies nativas do semiárido. **Revista Agro@mbiente On-line**, v. 15, e947, 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*. 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2017.

SILVA, L. A.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; ROQUE, I. A.; FÁTIMA, R. T.; LIMA, A. S. Morphophysiology and water relations of *Spondias* rootstocks under different irrigation frequencies. **Revista Caatinga**, v. 36, p. 865-874, 2023.