

## TROCAS GASOSAS FOLIARES DE MUDAS DA PALMEIRA *Copernicia prunifera* EM SOLO SALINO SOB ESTRESSE HÍDRICO

Paula Ingrid Maia Machado<sup>1</sup>, Jonnathan Richeds da Silva Sales<sup>2</sup>, Márcio Henrique da Costa Freire<sup>2</sup>, Marlos Alves Bezerra<sup>3</sup>, Antônia Leila Rocha Neves<sup>4</sup>, Claudivan Feitosa de Lacerda<sup>5</sup>

**RESUMO:** A salinização dos solos, de origem natural ou antrópica, pode comprometer o desenvolvimento vegetal. Além disso, as plantas também podem enfrentar simultaneamente encharcamento ou déficit hídrico ao longo do ano. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as trocas gasosas foliares de mudas da palmeira *Copernicia prunifera* cultivadas em solo salino sob estresse hídrico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará. O delineamento experimental consistiu em blocos casualizados, com cinco blocos. Os tratamentos foram organizados em esquema de parcelas subdivididas: a parcela foi composta por dois tipos de solo (baixa e moderada salinidade) e as subparcelas representaram três condições hídricas (irrigação plena, déficit e excesso hídrico). A partir disso, foram avaliadas variáveis referentes às trocas gasosas foliares (fotossíntese líquida, condutância estomática e transpiração). As mudas da palmeira de *C. prunifera* sobrevivem às condições de déficit hídrico e excesso hídrico durante o estabelecimento em condições de solos salinos, condição comumente encontrada em áreas do semiárido tropical. Os estresses hídricos afetam mais severamente as trocas gasosas foliares do que a salinidade presente nos solos.

**PALAVRAS-CHAVE:** Carnaúba. Salinidade. Semiárido.

---

<sup>1</sup> Mestranda no programa de pós-graduação em Ciência do Solo, UFC, Fortaleza, CE. Fone (85) 999148794.  
E-mail: paulaingrid.mm@gmail.com.

<sup>2</sup> Doutorando no programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE.

<sup>4</sup> Secretária de Educação de Caucaia, SEDUC, Caucaia, CE.

<sup>5</sup> Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

## LEAF GAS EXCHANGE OF *Copernicia prunifera* SEEDLINGS IN SALINE SOIL UNDER WATER STRESS

**ABSTRACT:** Soil salinization, whether of natural or anthropogenic origin, can compromise plant development. In addition, plants may also simultaneously face waterlogging or water deficit throughout the year. Therefore, the objective of this study was to evaluate the foliar gas exchange of *Copernicia prunifera* palm seedlings grown in saline soil under water stress. The experiment was conducted in a greenhouse at the Agrometeorological Station of the Federal University of Ceará. The experimental design consisted of randomized blocks, with five blocks, the treatments were organized in a split-plot scheme: the plot was composed of two soil types (low and moderate salinity), the subplots represented three water conditions (full irrigation, deficit and excess water). From this, variables related to leaf gas exchange (net photosynthesis, stomatal conductance and transpiration) were evaluated. *C. prunifera* seedlings survive both water deficit and excess water conditions during establishment in saline soil conditions, a condition commonly found in semi-arid tropical areas. Water stress conditions affect leaf gas exchange more severely than soil salinity.

**KEYWORDS:** Carnaúba. Salinity. Semi-arid.

### INTRODUÇÃO

A salinização dos solos é um fenômeno que pode ocorrer de maneira natural ou causada por atividades humanas. Esse processo pode causar desequilíbrios nutricionais, toxidez iônica e alterações metabólicas, comprometendo o desenvolvimento vegetal. Na região semiárida brasileira é comum a ocorrência de solos com caráter salino, sálico, sódico e solódico, associados à salinização primária e secundária (Ribeiro et al., 2016, Gheyi et al., 2022). Nas áreas com problemas de salinidade, tem-se observado que as plantas podem estar expostas não apenas ao fator salinidade/sodicidade, mas também a problemas de encharcamento ou déficit hídrico ao longo do ano (Medeiros et al., 2023; Tahjib-Ul-Arif et al., 2023).

Sob condições naturais as plantas podem estar expostas a múltiplos fatores de estresses abióticos (Rengasamy et al., 2022), sendo que em regiões semiáridas e áridas a combinação de salinidade e estresse hídrico tem acarretado enormes prejuízos para a produção vegetal (Cavalcante et al., 2021). Esses dois fatores de estresse afetam a fotossíntese e as relações hídricas, sendo que o processo fotossintético pode ser influenciado pela limitação da difusão de CO<sub>2</sub>, em função de causas estomáticas, pelas alterações no metabolismo fotossintético ou pelas limitações no aparelho fotoquímico (Munns & Tester, 2008; Sucre & Suárez, 2011).

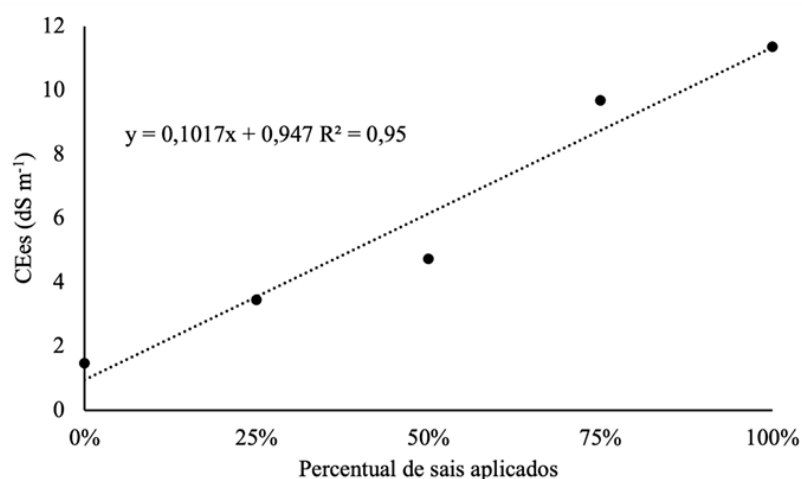
O uso de espécies arbóreas para recuperação de áreas degradadas pelo excesso de sais pressupõe a seleção de espécies capazes de se desenvolver sob condições de múltiplos estresses, incluindo salinidade, excesso e o déficit hídrico. Nesse contexto, as palmeiras do gênero *Copernicia* podem ser inseridas como importantes alternativas, face a sua capacidade de estabelecimento em solos sódicos e com problemas de drenagem em áreas subúmidas e semiáridas (Moro et al., 2015; Medeiros et al., 2023).

Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar as trocas gasosas foliares de mudas da palmeira *Copernicia prunifera* cultivadas em solo salino sob estresse hídrico.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em casa de vegetação na Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, em Fortaleza-CE. As mudas de *C. prunifera* foram adquiridas em um viveiro comercial localizado no município de Pacajus-CE. O solo utilizado foi coletado na Fazenda Experimental Vale do Curu, em Pentecoste-CE, caracterizada por ocorrência de Neossolos Flúvicos com problemas de salinização.

Para o preparo do substrato, misturaram-se 40% desse solo com 30% de areia e 30% de Argissolo, garantindo maior homogeneidade entre os tratamentos. A salinização artificial foi realizada pela adição de sais ( $\text{NaCl}$ ,  $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{MgCl}_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ ), com base em uma curva de salinização (Figura 1) previamente estabelecida ( $y = 0,1017x + 0,947$ ;  $R^2 = 0,95$ ), visando atingir uma CEes de  $8,0 \text{ dS m}^{-1}$ .



Fonte: Autores.

**Figura 1.** Curva de salinização utilizada para determinar a relação entre a condutividade elétrica do extrato de saturação do solo (CEes) e a quantidade de sais adicionados.

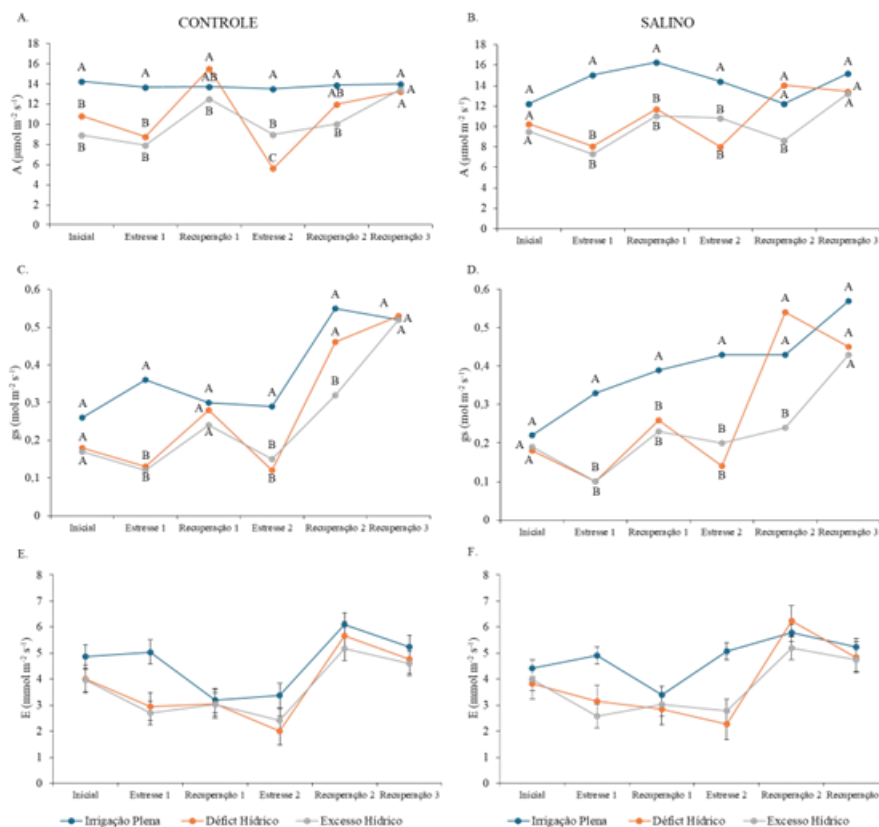
O solo controle apresentou CEes natural inferior a  $2,0 \text{ dS m}^{-1}$  e não recebeu adição de sais. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com cinco blocos. Os tratamentos foram organizados em esquema de parcelas subdivididas: a parcela foi composta por dois tipos de solo (não salino e salino), as subparcelas representaram três condições hídricas (irrigação plena, déficit e excesso hídrico).

As mudas foram transplantadas para os vasos de 12L, que receberam drenagem lateral para os tratamentos de irrigação plena e vedação para o tratamento de excesso hídrico, mantendo a lâmina d'água de 3 cm. Antes do enchimento, adicionou-se uma camada de brita no fundo dos vasos. A irrigação foi realizada a cada três dias, mantendo o solo na capacidade de campo, determinada pelo princípio do lisímetro de drenagem. Aos 30 dias após o transplante, iniciaram-se os tratamentos hídricos. O déficit hídrico foi induzido por dois períodos de 20 dias sem irrigação; no excesso hídrico, a lâmina de água foi mantida por reposição diária. Após cada período de estresse, as plantas retornaram à irrigação plena por 10 dias, quando se realizaram as avaliações fisiológicas.

As taxas de fotossíntese líquida, transpiração e condutância estomática foram medidas em folhas completamente expandidas, com auxílio de analisador IRGA (ADC-LCA), entre 09:00 e 11:00 h, sob radiação artificial ( $1.400 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), temperatura ambiente e concentração natural de  $\text{CO}_2$ . Os dados foram submetidos à análise de variância, e quando significativas, as médias foram comparadas com o teste de Tukey, usando o software Assistat.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 2 mostra os impactos do déficit e do excesso hídrico sobre trocas gasosas foliares de *C. prunifera*, crescendo em solo com baixa (Figuras 2A, C e E) e moderada salinidade (Figuras 2B, D e F).



**Figura 2.** Taxa de fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs) e taxa de transpiração (E) de plantas jovens de *C. prunifera* cultivadas em solo de baixa (A, C e E) e moderada salinidade (B, D e F) e submetidas à irrigação plena, déficit hídrico e excesso hídrico. Médias com as mesmas letras, para cada período avaliado, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ( $p > 0,05$ ).

Nota-se que os efeitos são bem evidenciados pelos resultados da taxa de fotossíntese líquida e da condutância estomática, sendo que a intensidade dos fatores de estresse aumenta no segundo ciclo de estresse, com maior queda nas taxas de A e gs nas plantas sob déficit hídrico. Ao final do segundo ciclo de estresse se observa redução de 59 e 34% na taxa de fotossíntese líquida nas plantas sob déficit e excesso hídrico, respectivamente, na condição de baixa salinidade do solo. Essas mesmas reduções para as condições de solo salino foram de 25 e 44%, respectivamente.

Por outro lado, se observa que há pronta recuperação dos processos fisiológicos para as plantas que sofrem déficit hídrico, mas não para as que sofrem encharcamento. Para o tratamento de déficit os resultados não diferem do tratamento de irrigação plena, tanto sob solo controle como no solo de moderada salinidade. Para o tratamento com excesso hídrico, a recuperação é mais lenta e se torna mais evidente apenas na recuperação final, após 42 dias do último ciclo de estresse. Com 12 dias após o segundo ciclo de estresse, as plantas que haviam sido encharcadas ainda apresentavam reduções de 28 e 30% na taxa de fotossíntese líquida para

as condições de baixa e alta salinidade, respectivamente. Porém, após 42 dias de recuperação houve melhor resposta, com redução de apenas 6 e 13%, respectivamente.

As diferentes respostas ao excesso e déficit hídrico se devem, em parte, à forma de aplicação e remoção do fator de estresse. As plantas se restabelecem mais rapidamente sob déficit hídrico após o retorno da irrigação, indicando boa capacidade de resposta da espécie a um período sem chuvas. Por outro lado, a recuperação do excesso hídrico é mais complexa, porque depende da drenagem do excesso hídrico e da própria evapotranspiração das plantas.

## CONCLUSÕES

As mudas da palmeira *C. prunifera* sobrevivem às condições de déficit hídrico e excesso hídrico durante o estabelecimento em condições de solos salinos, condição comumente encontrada em áreas do semiárido tropical. As condições de estresses hídricos afetam mais severamente as trocas gasosas foliares do que a salinidade presente nos solos, sendo o efeito múltiplo dos estresses danoso às mudas de *C. prunifera*.

## AGRADECIMENTOS

A Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico (FUNCAP) pela concessão da bolsa de estudos. Ao Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Agricultura Sustentável no Semiárido Tropical (INCTAgriS) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), por meio do projeto de pós-doutorado sênior (Chamada CNPq No 32/2023), que viabilizaram a pesquisa.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CAVALCANTE, E. S. et al. Supplemental irrigation with brackish water improves carbon assimilation and water use efficiency in maize under tropical dryland conditions. **Agriculture**, [S.L.], v. 12, n. 4, p. 544, 11. 2022.

GHEYI, Hans Raj et al. Management and reclamation of salt-affected soils: General assessment and experiences in the Brazilian semiarid region. **Revista Ciência Agronômica**, v. 53, p. e20217917, 2022.

MEDEIROS, W. J. F. et al. The ecophysiological responses of *Copernicia prunifera* palm trees to soil constraints and competition with invasive *Cryptostegia madagascariensis* in tropical dryland. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 45, n. 3, p. 41, 2023.

MORO, M. F. et al. **Vegetação, unidades fitoecológicas e diversidade paisagística do estado do Ceará**. Rodriguésia, v. 66, p. 717-743, 2015.

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

RENGASAMY, P.; LACERDA, C. F.; GHEYI, H. R. Salinity, sodicity and alkalinity. In: Subsoil constraints for crop production. **Cham: Springer International Publishing**, 2022. p. 83–107.

RIBEIRO, M. R.; RIBEIRO FILHO, M. R.; JACOMINE, P. K. T. Origem e classificação dos solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R. et al. **Manejo da salinidade na agricultura**, p. 12–19, 2016.

SUCRE, B.; SUÁREZ, N. Effect of salinity and PEG-induced water stress on water status, gas exchange, solute accumulation, and leaf growth in *Ipomoea pes-caprae*. **Environmental and Experimental Botany**, v. 70, p.192-203, 2011.

TAHJIB-UL-ARIF, Md et al. Plant response to combined salinity and waterlogging stress: Current research progress and future prospects. **Plant Stress**, v. 7, p. 100137, 2023.