

ÍNDICES DE TOLERÂNCIA À ESTRESSES MÚLTIPLOS EM MUDAS DE *Copernícia Prunifera* e *Carpentaria acuminata*

Paula Ingrid Maia Machado¹, Jonnathan Richeds da Silva Sales², Henderson Castelo Sousa³,
Carla Ingryd Nojosa Lessa³, Antônia Leila Rocha Neves⁴, Claudivan Feitosa de Lacerda⁵

RESUMO: Em áreas afetadas por sais tem se observado que as plantas podem estar expostas não apenas aos sais, mas também a problemas de encharcamento e, ou déficit hídrico. Dessa forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar índices de tolerância aos estresses hídricos e salino em mudas das palmeiras *Copernícia Prunifera* e *Carpentaria acuminata*. 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 pelas espécies *C. prunifera* e *C. acuminata*, as subparcelas corresponderam à dois tipos de solo (baixa e moderada salinidade) e as subsubparcelas representaram três condições hídricas (irrigação plena, déficit e excesso hídrico). Os índices de tolerância foram calculados considerando-se os dados de redução na produção de biomassa da planta e da taxa de fotossíntese líquida, obtidos após cada ciclo dos tratamentos com restrições (salinidade do solo, déficit hídrico e encharcamento), tendo como referência o tratamento controle (solo não salino com irrigação plena). A espécie *C. prunifera* apresenta maior tolerância aos estresses hídricos e salinos, mantendo a produção de biomassa mesmo sob condições adversas. Em contrapartida, a *C. acuminata* demonstra maior sensibilidade, especialmente à variação na umidade do solo, com acentuada redução na assimilação de carbono e na produção de biomassa, evidenciando sua menor adaptação aos estresses abióticos.

PALAVRAS-CHAVE: Alagamento, déficit hídrico, tolerância à salinidade.

¹ Mestranda no programa de pós-graduação em Ciências do Solo, UFC, Fortaleza, CE.

² Doutorando no programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE. E-mail: jonnathanagro@gmail.com

³ Doutorando no programa de pós-graduação em Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

⁴ Secretária de Educação de Caucaia, SEDUC, Caucaia, CE.

⁵ Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, UFC, Fortaleza, CE.

MULTIPLE STRESS TOLERANCE INDEXES OF *Copernicia Prunifera* e *Carpentaria acuminata* SEEDLINGS

ABSTRACT: In areas affected by salts, it has been observed that plants may be exposed not only to salts, but also to problems of waterlogging and/or water deficit. Thus, the objective of this study was to evaluate tolerance indices to water and saline stress in seedlings of the palm trees *Copernicia prunifera* and *Carpentaria acuminata*. 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 the species *C. prunifera* and *C. acuminata*, the subplots corresponded to two soil types (low and moderate salinity) and the subsubplots represented three water conditions (full irrigation, deficit and excess water). Tolerance indices were calculated considering data on reduction in plant biomass production and net photosynthesis rate, obtained after each cycle of treatments with restrictions (soil salinity, water deficit and waterlogging), using the control treatment (non-saline soil with full irrigation) as a reference. The species *C. prunifera* presents greater tolerance to water and saline stresses, maintaining biomass production even under adverse conditions. In contrast, *C. acuminata* demonstrates greater sensitivity, especially to variations in soil moisture, with a marked reduction in carbon assimilation and biomass production, evidencing its lower adaptation to abiotic stresses.

KEYWORDS: Flooding, water deficit, salt tolerance.

INTRODUÇÃO

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, durante pelo menos uma estação do ano, tem acarretado enormes prejuízos para a produção vegetal (Slama et al., 2008; Cavalcante et al., 2022). Esses fatores de estresse afetam a fotossíntese, o crescimento e as relações hídricas, sendo que o processo fotossintético pode ser influenciado pela limitação da difusão de CO₂, em função de causas estomáticas, pelas alterações no metabolismo fotossintético ou pelas limitações no aparelho fotoquímico (Munns & Tester, 2008; Sucre & Suárez, 2011; Cavalcante et al., 2022).

O uso de espécies arbóreas para recuperação de áreas degradadas pelo excesso de sais, pressupõe a seleção de espécies capazes de desenvolver sob condições de múltiplos estresses, incluindo salinidade, excesso e o déficit hídrico. O uso dessas espécies lenhosas adaptadas a essas condições poderá ser mais uma alternativa para essas áreas afetadas por sais, considerando a necessidade de mecanismos de desenvolvimento limpo, que contribuam para o sequestro de carbono e redução dos impactos do aquecimento global sobre o planeta Terra (Reisch, 2021).

Nesse contexto, as palmeiras da família Araceae 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 índices de tolerância aos estresses hídricos e salino em mudas das palmeiras *Copernícia prunifera* e *Carpentaria acuminata*.

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. acuminata* 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 (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 previamente estabelecida ($y = 0,1017x + 0,947$; $R^2 = 0,95$), visando atingir uma CEes de $8,0 \text{ dS m}^{-1}$. 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 12 L, 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.

Os índices de tolerância foram calculados considerando-se os dados de redução na produção de biomassa da planta e da taxa de fotossíntese líquida, obtidos após cada ciclo dos tratamentos com restrições (salinidade do solo, déficit hídrico e encharcamento), tendo como referência o tratamento controle (solo não salino com irrigação plena). Conforme Fageria (1985), reduções de até 20% indicam plantas tolerantes (T), de 21 a 40% moderadamente tolerantes (MT), de 41 a 60% moderadamente suscetíveis (MS) e acima de 60% suscetíveis (S).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os indicadores de tolerância baseado na redução da produção de biomassa e da taxa de fotossíntese líquida mostram que as duas espécies se comportam como tolerantes quando apenas o estresse salino é imposto no ambiente radicular (Tabela 1), considerando a salinidade de 8,0 dS m⁻¹, sendo que a *C. prunifera* não apresentou nenhuma redução nessas variáveis para esta condição. Por outro lado, a falta ou excesso de água impacta muito mais a produção de biomassa e a assimilação de carbono, não se observando diferenças expressivas entre o solo com baixa e alta salinidade. Ou seja, o nível de salinidade utilizado não intensificou os efeitos dos estresses hídricos.

Para a produção de biomassa a *C. prunifera* se mostra tolerante para os diferentes fatores de estresse, isolados ou combinados, enquanto a *C. acuminata* se mostra moderadamente tolerante ou moderadamente sensível para os fatores déficit hídrico e excesso hídrico. Para a taxa de assimilação de CO₂, a *C. prunifera* se mostra predominantemente como moderadamente sensível, com reduções muito similares entre os dois períodos de estresse, entre 40 e 50%. Já a espécie *C. acuminata* é classificada predominantemente como sensível, principalmente ao final do segundo ciclo de estresse, com reduções que variam entre 65 e 88%.

Tabela 1. Índices de tolerância aos estresses isolados e múltiplos com base na redução da produção de biomassa e da taxa de fotossíntese líquida (A) de *C. prunifera* e *C. acuminata*.

Tratamento	Redução percentual (%)		
	Biomassa	A (estresse 1)	A (estresse 2)
<i>Copernicia prunifera</i>			
Déficit hídrico (DH)	0,0 T	47,5 MS	58,8 MS
Excesso hídrico (EH)	0,0 T	42,2 MS	33,9 MT
Salino	0,0 T	0,0 T	0,0 T
Salino + DH	0,0 T	40,9 MS	40,6 MS
Salino + EH	0,0 T	46,6 MS	20,1 MT
<i>Carpentaria acuminata</i>			
Déficit hídrico (DH)	39,5 MT	77,2 S	88,0 S
Excesso hídrico (EH)	29,7 MT	45,9 MS	65,7 S
Salino	9,9 T	7,1 T	18,9 T
Salino + DH	41,1 MS	79,6 S	87,4 S
Salino + EH	37,3 MT	45,2 MS	73,9 S

T = tolerante; MT = moderadamente tolerante; MS = moderadamente sensível; S = sensível

A maior tolerância da *C. prunifera* está relacionada à sua adaptação natural a ambientes semiáridos e com variações hídricas, o que favorece mecanismos eficientes de controle estomático, manutenção da integridade celular e proteção fotossintética frente a estresses múltiplos (Moro et al., 2015; Medeiros et al., 2023). Já a *C. acuminata*, por ser uma espécie de ambientes mais úmidos, possui menor capacidade de ajuste osmótico e menor resistência ao fechamento estomático prolongado, o que resulta em maior redução da fotossíntese e da produção de biomassa sob condições de déficit ou excesso de água, especialmente quando o estresse é cumulativo (Taiz et al., 2024).

CONCLUSÕES

A espécie *C. prunifera* apresenta maior tolerância aos estresses hídricos e salinos, mantendo a produção de biomassa mesmo sob condições adversas, o que reflete sua adaptação a ambientes semiáridos. Em contrapartida, a *C. acuminata* demonstra maior sensibilidade, especialmente à variação na umidade do solo, com acentuada redução na assimilação de carbono e na produção de biomassa, evidenciando sua menor adaptação a estresses ambientais.

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.; LACERDA, C. F.; MESQUITA, R. O.; MELO, A. S.; FERREIRA, J. F. S.; TEIXEIRA, A. S.; LIMA, S. C. R. V.; SALES, J. R. S.; SILVA, J. S.; GHEYI, H. R. 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.
- FAGERIA, N. K. Salt tolerance of rice cultivars. *Plant and Soil*, v.88, p.237-243, 1985.
- MEDEIROS, W. J. F.; LACERDA, C. F.; ZANDAVALLI, R. B.; ARAÚJO, I. C. S.; SOUSA, C. H. C.; BEZERRA, A. M. E.; ALBUQUERQUE RIBEIRO, A.; DOS SANTOS BRAZ, R. 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.
- REISCH, R.D.N. O potencial brasileiro para gerar créditos de carbono através da conservação florestal, reflorestamento e produção agrícola sustentável Humboldt - **Revista de Geografia Física e Meio Ambiente**, v. 1, n. 3, e61662, 2021.

SLAMA, I.; GHNAYA, T.; SAVOURÉ, A.; ABDELLY, C. Combined effects of long-term salinity and soil drying on growth, water relations, nutrient status and proline accumulation of *Sesuvium portulacastrum*. **C. R. Biologies**, v. 331, p.442-451, 2008.

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.

TAIZ, L; ZEIGER, E; MOLLER, IM; MURPHY, A. **Fundamentos de Fisiologia Vegetal**. Porto Alegre, BR: Artmed. 2024. 864 p.