



Universidade Federal de Sergipe
Campus do Sertão
Departamento de Engenharia Agrônômica do Sertão



JOÃO LUIZ FARIAS FILHO

**TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE ACESSOS DE UMBUZEIRO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS**

Trabalho de Conclusão de Curso

Nossa Senhora da Glória/SE

Fevereiro de 2026

JOÃO LUIZ FARIAS FILHO

**TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE ACESSOS DE UMBUZEIRO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS**

Trabalho de Conclusão do Curso de Graduação em Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Profº Dr. Marcos Eric Barbosa Brito

Nossa Senhora da Glória/SE

Fevereiro de 2026

JOÃO LUIZ FARIAS FILHO

**TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE ACESSOS DE UMBUZEIRO NA
FORMAÇÃO DE MUDAS**

Este documento foi julgado adequado como requisito parcial à obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Aprovado em: 02 / 02 / 2026

Banca examinadora:

Documento assinado digitalmente
 **MARCOS ERIC BARBOSA BRITO**
Data: 27/02/2026 16:38:23-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcos Eric Barbosa Brito
Universidade Federal de Sergipe

Documento assinado digitalmente
 **JOSE JAIRO FLORENTINO CORDEIRO JUNIOR**
Data: 27/02/2026 21:16:24-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. José Jairo Florentino Cordeiro Junior
Universidade Federal de Sergipe

Documento assinado digitalmente
 **MONALISA SOARES COSTA**
Data: 27/02/2026 21:09:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dra. Monalisa Soares Costa
Universidade Federal de Sergipe

Agradecimentos

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, pela luz e por guiar cada passo desta jornada.

À minha querida avó Margarida, que foi o pilar da minha formação, exemplo de força e amor incondicional. Sua presença e apoio foram fundamentais para que eu chegasse até aqui. Também dedico especial agradecimento à minha avó Lourdes (in memoriam), que acompanhou parte dessa trajetória de forma física e outra parte espiritualmente. Sei que ela está feliz e em paz, olhando por mim emocionada com essa conquista.

Agradeço profundamente à minha mãe, cujo amor e incentivo nunca faltaram, mesmo nos momentos mais difíceis. Você é minha base e porto seguro, e essa vitória é tanto minha quanto sua. Ao meu pai, agradeço pelo exemplo de vida e pelas lições que carrego diariamente. Seu apoio, ainda que silencioso, fez toda a diferença.

À minha tia Vanessa, que sempre esteve ao meu lado com palavras de incentivo e apoio constante, minha sincera gratidão por acreditar em mim, mesmo quando eu próprio duvidava. Ao meu tio Zelito, que é como um pai para mim, agradeço o carinho, a presença e o cuidado que foram fundamentais para que eu seguisse firme.

Agradeço a todos os meus tios, que sempre torceram por mim e me acolheram com tanto amor.

Aos meus primos, em especial Myller, João Paulo, Antônia, Gabriel, Suelen, Bel, Gustavo, Maria Clara, Guida e demais primos, que ocupam um espaço imenso no meu coração, agradeço pelo apoio e por todas as lembranças compartilhadas.

Aos meus irmãos Vitória, Davi, Mariana, Michelly, Joana e Pedro, que são parte essencial da minha vida, deixo meu carinho e gratidão pelo apoio constante.

Aos meus sobrinhos e afilhados — Mateus, Davi, Joaquim, Natália, Pedro, Ravi e Arthur — que são minha vida e alegria diária, agradeço pelos momentos de carinho e inspiração.

Aos amigos Beni, Edu, Valéria, Maria Cláudia, Vanessa, Larissa, Michel, Andreza e Kailane, agradeço pelo apoio, pela amizade e por caminharem comigo ao longo dessa jornada.

Aos meus amigos de faculdade Stefane, Flaviane e Chay, com quem compartilhei desafios e conquistas, meu sincero agradecimento pela parceria e amizade.

Ao meu orientador, professor Dr. Marcos Eric, expresso minha profunda gratidão pela orientação, paciência e incentivo durante todo o processo. Sua confiança e ensinamentos foram indispensáveis para a conclusão deste trabalho.

À professora Dra. Monalisa, que sempre me apoiou com palavras de incentivo e confiança, deixo meu agradecimento pelo suporte e dedicação.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho, mesmo aqueles que não foram mencionados individualmente, mas que foram importantes nesta trajetória.

TOLERÂNCIA À SALINIDADE DE ACESSOS DE UMBUZEIRO NA FORMAÇÃO DE MUDAS

Resumo: A disponibilidade hídrica é fundamental à agricultura, particularmente nas regiões semiáridas como o Nordeste brasileiro, onde a má distribuição pluviométrica e a alta evapotranspiração restringem a produtividade. A irrigação aparece como medida fundamental para assegurar a produção, sobretudo de culturas sensíveis ao déficit hídrico como as frutíferas perenes. Neste contexto, o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), adaptado e nativo de ambientes semiáridos, mostra-se promissor devido à sua forma adaptativa a ambientes secos e com escassez de água e importância socioeconômica. Neste estudo realizado no município de Nossa Senhora da Glória, na fazenda experimental da Embrapa Semiárido, o objetivo geral foi avaliar a tolerância de acessos de *Spondias* à salinidade da água durante a produção de mudas por estaquia. Foram comparados o crescimento morfológico e fisiológico das plantas sob dois níveis de salinidade (0,14 e 6,0 dS m⁻¹) em três genótipos, em delineamento de blocos casualizados totalizando 24 parcelas. No experimento as variáveis avaliadas nas plantas foram diâmetro do caule, comprimento da haste principal, e taxas de crescimento absoluto, relativo e análise estatística. A análise de variância verificou-se que houve efeito entre os acessos, mas não houve efeito significativo com a salinidade da água nem com o diâmetro do caule do broto e nem com o comprimento da haste principal. Em contrapartida, verificou-se efeito significativo do fator acesso para o diâmetro do caule do broto e para as taxas de crescimento radial, evidenciando variabilidade entre os materiais avaliados, com melhor desempenho dos acessos G1 e G3 em relação ao acesso G2. As variáveis associadas ao crescimento em comprimento apresentaram comportamento mais conservativo e menor capacidade discriminatória entre os acessos. Conclui-se que, nas condições experimentais e no período avaliado, a salinidade da água de irrigação não comprometeu o crescimento inicial das mudas de *Spondias*, enquanto o crescimento radial do caule se destacou como o principal indicador para a diferenciação precoce entre acessos. Os resultados fornecem subsídios iniciais para o uso de água salina na fase de formação de mudas, ressaltando a necessidade de estudos complementares com maior tempo de exposição e inclusão de avaliações fisiológicas para consolidar critérios de seleção e manejo da salinidade.

Palavras-chave: *Spondias tuberosa*; irrigação; frutíferas nativas; propagação vegetativa; estresse salino.

SALINITY TOLERANCE OF UMBU TREE ACCESSIONS IN DURING SEEDLING PRODUCTION

Abstract: Water availability is fundamental to agriculture, particularly in semi-arid regions like the Brazilian Northeast, where poor rainfall distribution and high evapotranspiration restrict productivity. Irrigation appears as a fundamental measure to ensure production, especially of crops sensitive to water deficit, such as perennial fruit trees. In this context, the umbu tree (*Spondias tuberosa*), adapted and native to semi-arid environments, shows promise due to its adaptive form to dry environments with water scarcity and its socioeconomic importance. In this study carried out in the municipality of Nossa Senhora da Glória, at the Embrapa Semiárido experimental farm, the general objective was to evaluate the tolerance of *Spondias* accessions to water salinity during seedling production by cuttings. The morphological and physiological growth of the plants under two salinity levels (0.14 and 6.0 dS m⁻¹) were compared in three genotypes, in a randomized block design totaling 24 plots. In the experiment, the variables evaluated in the plants were stem diameter, main stem length, and absolute and relative growth rates, as well as statistical analysis. Analysis of variance showed an effect between accessions, but no significant effect with water salinity, nor with the diameter of the shoot stem, nor with the length of the main stem. Conversely, a significant effect of the accession factor was observed for the diameter of the shoot stem and for radial growth rates, highlighting variability among the evaluated materials, with accessions G1 and G3 performing better than accession G2. The variables associated with length growth showed more conservative behavior and less discriminatory capacity between accessions. It is concluded that, under the experimental conditions and during the evaluated period, irrigation water salinity did not compromise the initial growth of *Spondias* seedlings, while radial stem growth stood out as the main indicator for early differentiation between accessions. The results provide initial support for the use of saline water in the seedling formation phase, highlighting the need for complementary studies with longer exposure times and the inclusion of physiological assessments to consolidate criteria for salinity selection and management.

Keywords: *Spondias tuberosa*; irrigation; native fruit crops; vegetative propagation; salinity stress.

Índice

Lista de figuras	9
Lista de tabelas	10
1. Introdução	11
2. Objetivos	13
2.1 Objetivo geral	13
2.2 Objetivos específicos	13
3. Metodologia	13
3.1 Local	13
3.2 Tratamentos e delineamento experimental	13
3.3 Condução das plantas	14
3.4 Manejo da irrigação	14
3.5 Variáveis analisadas	15
3.5.1 Crescimento	15
3.5.2 Análise estatística	17
4. Resultados e discussão	17
5. Conclusão	26
6. Referências bibliográficas	26

Lista de Tabelas

Tabela 1. Análise de variância do diâmetro do caule do broto (DC) e do comprimento da haste principal (CHP) em acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade (S), durante a formação de mudas por estaquia, aos 45 dias após o início da aplicação de águas salobras. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.

17

Tabela 2. Análise de variância referentes às taxas de crescimento absoluto em diâmetro de caule do broto e de comprimento da haste principal brotada, além das taxas de crescimento relativo em diâmetro de caule do broto e de comprimento da haste principal brotada dos acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes salinidades (S) durante a formação da planta por meio de estaquia. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.

21

Lista de Figuras

Figura 1. Representação esquemática do delineamento experimental 13

Figura 2. Análise de desdobramento de médias relativas às variáveis diâmetro de caule da haste em brotação (Diâmetro de caule, mm) (A) dos acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes salinidades (S) durante a formação da planta por meio de estaquia. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.

19

Figura 3. Análise de desdobramento de médias relativas às variáveis diâmetro de caule da haste em brotação (Diâmetro de caule, mm) (A) e comprimento da haste principal em brotação (CHP, cm) (B) dos acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes salinidades (S) durante a formação da planta por meio de estaquia. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.

23

1. Introdução

A disponibilidade de água é essencial para a produção agrícola no Brasil e no mundo, principalmente nas regiões áridas e semiáridas, nas quais o balanço hídrico é negativo (Soares e Campos, 2013; Zomer, Xu e Trabucco, 2022). De acordo com Souza, Nogueira e Nogueira, (2017), a limitação quantitativa e qualitativa de água associada à irregularidade temporal e espacial da precipitação, destaca-se como uma das principais restrições nessas regiões, resultando em elevada vulnerabilidade hídrica.

As restrições hídricas, quando associadas a outros problemas ambientais, como o uso inadequado dos recursos naturais, podem comprometer a produção de espécies agrícolas, promovendo a degradação do solo e da vegetação. Esses processos contribuem para a intensificação da desertificação no semiárido do Nordeste brasileiro (Silva *et al.*, 2018). Nesse contexto, a adoção de estratégias que visem mitigar os efeitos dos eventos climáticos adversos e assegurar a produção agrícola, como o uso sustentável da irrigação, pode elevar o potencial produtivo das culturas, com destaque para as frutíferas perenes, que, em sua maioria apresentam elevada sensibilidade ao déficit hídrico (Silva *et al.*, 2009; Soares *et al.*, 2015).

Entretanto, a prática da irrigação demanda água em quantidade e qualidade adequadas. Na região Semiárida Brasileira, é comum a ocorrência de águas subterrâneas com elevadas concentrações de sais, resultantes tanto da baixa recarga hídrica quanto da contribuição do material de origem geológica (Audry e Suassuna, 1990; Oliveira, Campos e Medeiros, 2010; Santos, 2008). Essas características impõem limitações ao uso consuntivo da água, sobretudo na agricultura irrigada.

As águas subsuperficiais, mesmo apresentando elevados teores salinos, muitas vezes constituem a única fonte hídrica disponível para garantir a produção agrícola local. No entanto, quando utilizadas na irrigação, podem provocar distúrbios de ordem osmótica e iônica nas plantas, reduzindo o crescimento e a produtividade de diversas culturas, principalmente aquelas classificadas como glicófitas, como a maioria das fruteiras tropicais (Maas e Hoffman, 1977).

Dessa forma, o uso de águas salinas na agricultura deve considerar a tolerância das espécies cultivadas, de modo a assegurar sua capacidade de crescimento e produção com viabilidade econômica, mesmo sob condições de estresse salino. A seleção adequada de espécies e genótipos contribui para minimizar os efeitos negativos da salinidade. (Brito *et al.*, 2021; Antunes *et al.*, 2016).

No cultivo irrigado, em regiões semiáridas, é de suma importância considerar tanto a adaptação das espécies às condições ambientais quanto a rentabilidade da produção. Nesse sentido, espécies do gênero *Spondias* apresentam-se como uma alternativa promissora, com o destaque para o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda), pertencente à família Anacardiaceae, uma espécie nativa do semiárido brasileiro, amplamente distribuída na região e de reconhecida importância socioeconômica e cultural (Saturnino *et al.*, 2019).

O umbuzeiro é uma árvore de porte médio, com altura variando entre 4 e 10 m, caracterizada por um sistema radicular profundo, composto por raízes longas e tuberosas, capazes de armazenar grandes volumes de água e sais minerais. Essa adaptação confere elevada resistência às condições de escassez hídrica típicas do semiárido. O caule é curvo e, na fase adulta, apresenta ramos ocasionalmente ocos, enquanto a copa, de formato umbeliforme, pode atingir diâmetros entre 9,2 e 14,5 m (Kiill *et al.*, 2016).

Do ponto de vista morfológico e reprodutivo, as folhas do umbuzeiro são compostas e alternas, medindo entre 8 e 15 cm de comprimento. As inflorescências são panículas terminais, com 10 a 15 cm, formadas por aproximadamente 150 flores, que podem ser hermafroditas ou masculinas. Os frutos são elipsoidais, de sabor adocicado, com comprimento variando entre 26,5 e 42,9 mm e diâmetro entre 22,4 e 39,1 mm, apresentando coloração amarelo-esverdeada conforme o estágio de maturação (Kiill *et al.*, 2016; Pires e Oliveira, 1986).

Por ser uma espécie nativa e amplamente adaptada às condições do semiárido, o umbuzeiro destaca-se entre as frutíferas cultivadas por pequenos e médios produtores. Estudos relacionados à sua tolerância à salinidade têm apresentado resultados promissores, indicando seu potencial para contribuir com a segurança alimentar, a sustentabilidade hídrica e o desenvolvimento socioeconômico regional, inclusive por meio da agregação de valor aos frutos e da implantação de agroindústrias de beneficiamento (Kiill *et al.*, 2016).

Apesar dessa adaptação, ainda são necessárias investigações que aprofundem o conhecimento sobre a tolerância do umbuzeiro à salinidade da água de irrigação. Neves, Carvalho e Rodrigues (2004), ao avaliarem o crescimento e a nutrição mineral de mudas de umbuzeiro submetidas a diferentes níveis de salinidade em sistema hidropônico, observaram que a espécie apresenta tolerância moderada ao uso de água com concentração de 31 mmolc dm^{-3} de NaCl, equivalente a uma condutividade elétrica de $3,1 \text{ dS m}^{-1}$.

Assim, a integração de conhecimentos sobre epigenética e propagação vegetativa por estaquia pode representar uma estratégia importante para o desenvolvimento de mudas mais adaptadas às condições adversas do semiárido, contribuindo para uma produção agrícola mais

estável e sustentável em áreas afetadas por problemas como a salinidade da água e do solo (Richards *et al.*, 2017).

2. Objetivos

2.1 Objetivo geral

Avaliar a tolerância de acessos de *Spondias tuberosa* à salinidade da água de irrigação durante a fase de formação de mudas produzidas por estaquia.

2.2 Objetivos específicos

- a) Avaliar as alterações nas características de crescimento das plantas submetidas ao estresse salino durante a formação de mudas;
- b) Selecionar acessos com maior tolerância à salinidade durante a fase de formação de mudas.
- c) Estabelecer o nível de salinidade da água passível de uso na irrigação dos acessos durante a formação das plantas.

3. Metodologia

3.1 Local

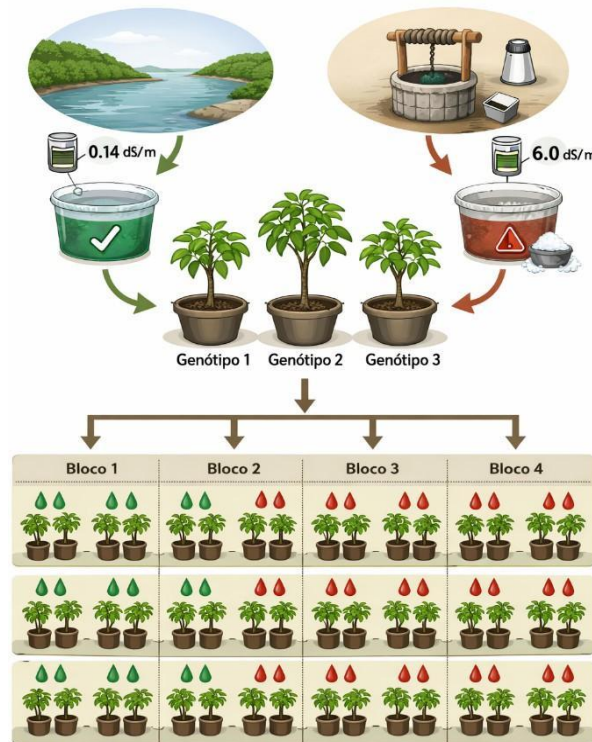
O experimento foi conduzido em ambiente protegido, na fazenda experimental da Embrapa Semiárido em parceria com a Universidade Federal de Sergipe, localizada no município de Nossa Senhora da Glória, SE, nas coordenadas geográficas 10°12'18" S e 37°19'39,78" W, a uma altitude de 267 m. O clima da região é classificado como 'As', de acordo com a classificação Köppen, caracterizado como tropical quente com estação seca bem definida, apresentando precipitação média anual inferior à evapotranspiração potencial. (CLIMATE-DATA.ORG, 2025)

3.2 Tratamentos e delineamento experimental

O experimento foi conduzido em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2×3 , correspondente a dois níveis de salinidade da água de irrigação (0,14 e 6,0 dS m⁻¹) e três acessos de *Spondias tuberosa*, totalizando 24 parcelas experimentais (Figura 1). As águas salinas foram preparadas por meio da mistura de água do rio São Francisco (CEa = 0,14 dS m⁻¹) com água de poço tubular da região de Nossa Senhora da Glória - SE (CEa = 14,0 dS m⁻¹). A aplicação dos tratamentos iniciou-se após a brotação das estacas e foi mantida até o final da fase

de formação das mudas. Os respectivos níveis de salinidade foram aplicados em três acessos de *S. tuberosa*, oriundos da região.

Figura 1. Representação esquemática do delineamento experimental



Fonte: Autor (2025).

3.3 Condução das plantas

As estacas foram inicialmente implantadas em sacolas plásticas com capacidade de 500 cm³, preenchidas com substrato composto por solo, areia e esterco curtido, na proporção de 2:1:0,5 (v:v:v). Após a brotação, as mudas foram transplantadas para recipientes plásticos do tipo citropote, com capacidade de 3.700 cm³, onde permaneceram até estarem aptas ao plantio definitivo. Durante o período experimental, não foram realizadas adubações de cobertura nem controle fitossanitário. O experimento conduzido em 85 dias, do plantio das estacas até a brotação levou dias.

3.4 Manejo da irrigação

A irrigação foi manejada com base no balanço hídrico, determinado por lisimetria de pesagem, adotando-se uma fração de lixiviação de 10%. O volume de água aplicado por recipiente foi calculado conforme a Equação 1:

$$Va = (Pcc - Pa) / [n (1 - FL)]$$

Onde Va é o volume de água aplicado (mL), Pcc é o peso do recipiente na capacidade máxima de retenção, Pa é o peso atual do recipiente, N é o número de recipientes e FL é a fração de lixiviação.

Para obter o peso na máxima capacidade de retenção (Pcc), uma amostra de vasos plantados, de cada tratamento, foi emergida até um terço de sua altura, de modo a se ter uma lâmina de água em contato com o solo, facilitando o processo de ascensão capilar, após a acessão da água, os recipientes amostrados foram submetidos a drenagem natural, sendo realizadas as pesagens até se obter peso constante e a drenagem natural cessada.

Até os 30 dias após o transplântio (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. As águas foram aferida com um condutivímetro portátil microprocessado ajustado a temperatura de 25°C, sendo os valores expressos em dS m⁻¹.

3.5 Variáveis analisadas

3.5.1 Crescimento

As estacas foram avaliadas a partir do brotamento. Durante esse período inicial, as plantas foram irrigadas com a água do rio São Francisco. Após a brotação, foram realizadas três avaliações, com intervalos de 15 dias, considerando-se as seguintes variáveis:

- Diâmetro do caule do broto (DC): correspondendo à medida do diâmetro do caule do broto do umbuzeiro, avaliada em diferentes acessos (genótipos) e sob distintos níveis de salinidade da água de irrigação. A medição foi realizada próxima à base da brotação, utilizando-se o paquímetro.
- Comprimento da haste principal brotada (CHP): refere-se ao comprimento da haste principal emitida pela planta, avaliada sob as mesmas condições experimentais de acesso e salinidade da água de irrigação, utilizando uma régua para fazer a medição.

Taxa de Crescimento Absoluto em Diâmetro de Caule do Broto (TCADC): mede o crescimento absoluto em diâmetro do caule ao longo do tempo (CARVALHO et al., 2009).

$$TCADC = \frac{D_2 - D_1}{T_2 - T_1}$$

Exp 1.

Onde:

- D1 = diâmetro do caule no tempo inicial (T₁)
- D2= diâmetro do caule no tempo final (T₂)
- T1 = Tempo inicial (Dias).
- T2 = Tempo final (Dias).

Taxa de Crescimento Absoluto em Comprimento da Haste Principal Brotada (TCACHP): mede o crescimento absoluto em comprimento da haste principal ao longo do tempo (CARVALHO et al., 2009).

Exp 2.

$$TCACHP = \frac{CHP2 - CHP1}{T2 - T1}$$

Expressão1: TCACHP=

D2-D1/T2-T1 Onde:

- D1 = diâmetro do caule no tempo inicial (T₁)
- D2= diâmetro do caule no tempo final (T₂)
- T1 = Tempo inicial (Dias).
- T2= Tempo final (Dias).

Taxa de Crescimento Relativo em Diâmetro de Caule do Broto (TCRDC): mede o crescimento relativo em diâmetro do caule, levando em consideração o tamanho inicial (CARVALHO et al., 2009).

Exp 3.

$$TCRDC = \frac{\ln(D2) - \ln(D1)}{T2 - T1}$$

Onde:

- D1 = diâmetro do caule no tempo inicial (T₁)
- D2= diâmetro do caule no tempo final (T₂)
- T1 = Tempo inicial (Dias).
- T2= Tempo final (Dias).
- ln = logaritmo natural (base e ≈ 2,718)

Taxa de Crescimento Relativo em Comprimento da Haste Principal Brotada (TCRCHP):

mede o crescimento relativo em comprimento da haste principal, também considerando o tamanho inicial(CARVALHO et al., 2009).

$$TCRCHP = \frac{\ln(\ln(CHP2)) - \ln(CHP1)}{-\ln(CHP1)}$$

Onde:

- D1 = diâmetro do caule no tempo inicial (T₁)
- D2= diâmetro do caule no tempo final (T₂)
- T1 = Tempo inicial (Dias).
- T2= Tempo final (Dias).
- ln = logaritmo natural (base e ≈ 2,718)

3.5.2 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de normalidade, usando-se o teste de Shapiro-Wilk, em seguida procedeu-se a realização da análise de variância (ANOVA), utilizada para determinar as diferenças significativas entre as médias dos diferentes grupos (blocos, acessos, salinidade, e a interação entre acesso e salinidade). A significância foi avaliada nos níveis de 1% (p<0,01) e 5% (p<0,05).

Quando houve diferenças entre os acessos ou os níveis de salinidade da água, procedeu-se à realização do teste de Tukey, que foi aplicado para a comparação múltipla de médias, utilizado para avaliar as diferenças significativas entre os grupos após a ANOVA.

4. Resultados e discussão

Com base na análise de variância apresentada (Tabela 1), verifica-se que não houve efeito significativo da interação entre acessos e salinidade, nem efeito isolado da salinidade da água de irrigação, sobre as variáveis diâmetro do caule do broto e comprimento da haste principal. Esses resultados indicam que, nas condições avaliadas, a salinidade da água não comprometeu o crescimento inicial das mudas de umbuzeiro.

Tabela 1. Análise de variância do diâmetro do caule do broto (DC) e do comprimento da haste principal (CHP) em acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes níveis de salinidade (S), durante a formação de mudas por estaquia, aos 45 dias após o início da aplicação de águas salobras. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.

Fonte de variação	GL	DC	CHP
		Quadrado médio	
Bloco	3	0,3377 ^{ns}	0,4669 ^{ns}
Acessos (G)	2	3,6195 ^{**}	1,7422 ^{ns}
Salinidade (S)	1	0,0043 ^{ns}	0,3480 ^{ns}
(G) x (S)	2	0,0710 ^{ns}	0,1255 ^{ns}
Erro	15	0,2535	0,5944
CV		16,85	19,85
Média		2,99	3,88

NS = não significativa; * e ** significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade.

Fonte: Autor (2025).

Embora a salinidade limiar do umbuzeiro, descrita por Neves, Carvalho e Rodrigues (2004), seja de 3,1 dS m⁻¹, e neste estudo tenha sido aplicada água com condutividade elétrica de 6,0 dS m⁻¹, o período de exposição das plantas ao estresse salino de 45 dias não foi suficiente para provocar reduções significativas no crescimento das estacas, independentemente do acesso avaliado. Esse comportamento sugere que o estresse imposto ocorreu em intensidade ou duração abaixo do limiar crítico para o comprometimento do desenvolvimento inicial das mudas.

Resultados semelhantes foram observados por Pereira *et al.* (2023), ao avaliarem mudas de *S. tuberosa* sob diferentes níveis de salinidade, constatando que os efeitos deletérios do estresse salino tendem a se manifestar de forma mais pronunciada em períodos mais prolongados de exposição ou em níveis salinos mais elevados, principalmente em variáveis relacionadas à biomassa e ao crescimento aéreo.

A tolerância observada poderia estar associada, ainda, às reservas nutricionais e hídricas presentes nas estacas, que favorecem a emissão e o crescimento inicial dos brotos, mesmo sob irrigação com águas salobras. Em espécies perenes propagadas vegetativamente, essas reservas podem atuar como mecanismo compensatório temporário, amortecendo os efeitos do estresse salino nas fases iniciais de desenvolvimento. Esse comportamento foi relatado por Araújo Neto *et al.* (2019) em *Spondias mombin* L, nos quais estacas com maior quantidade de reservas apresentaram maior taxa de sobrevivência e brotação, evidenciando a importância do conteúdo

de reservas no sucesso do estabelecimento inicial das mudas. De forma semelhante, em outras espécies adaptadas a ambientes com estresses abióticos, alterações estruturais e fisiológicas contribuem para a manutenção do crescimento vegetal sob condições adversas, como observado em *Paspalum vaginatum* (Machado, Mastroberti e Bona, 2024).

Além disso, estudos com espécies da família Anacardiaceae corroboram a hipótese de tolerância inicial à salinidade em plantas jovens, bem como a influência do fator genético sobre essa resposta. Roy *et al.* (2014), ao avaliarem diferentes linhagens de porta-enxertos de mangueira (*Mangifera indica*), verificaram que o crescimento, o diâmetro do caule e a sobrevivência das plantas sob condições salinas variaram significativamente entre os genótipos avaliados.

Os autores observaram que genótipos mais tolerantes mantiveram desempenho satisfatório mesmo sob níveis elevados de salinidade, e que a interação entre genótipo e salinidade tornou-se mais evidente apenas em avaliações realizadas em estágios mais avançados de desenvolvimento, aos 120 dias após o transplante (Roy *et al.*, 2014). Esse comportamento reforça a hipótese de que, no presente estudo, conduzido aos 45 dias após o início da aplicação das águas salobras, o tempo de exposição ao estresse não foi suficiente para evidenciar interações significativas entre acessos e salinidade.

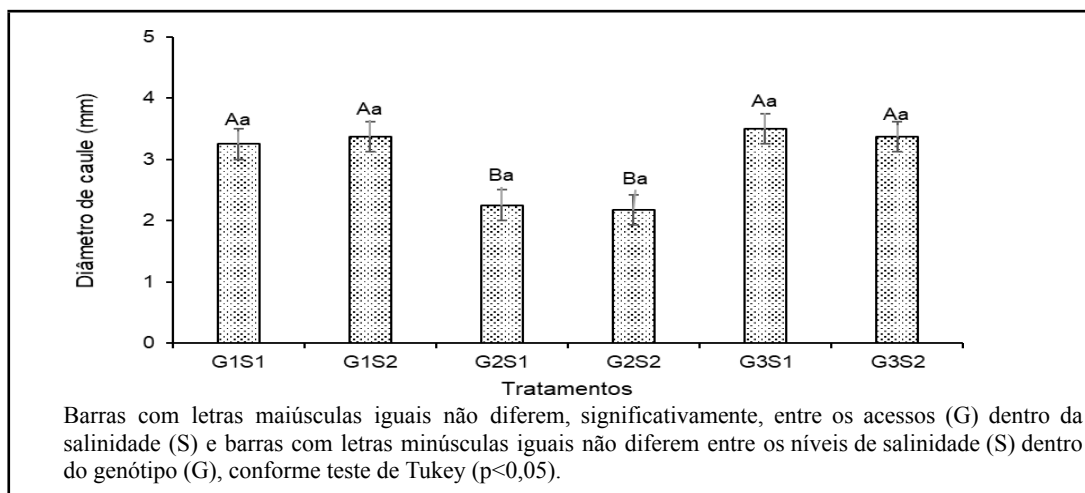
Corroborando essa interpretação, Sousa *et al.* (2023), ao avaliarem porta-enxertos de cajueiro (*Anacardium occidentale*), também relataram que plantas jovens podem manter o crescimento sob salinidade moderada por meio de mecanismos de regulação iônica e ajuste osmótico, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento.

Por outro lado, ao se avaliar isoladamente o efeito dos acessos, observou-se diferença significativa para o diâmetro do caule do broto ($p < 0,01$), evidenciando a existência de variabilidade genética entre os acessos de umbuzeiro para essa característica. Esse resultado indica que fatores genéticos exercem influência relevante sobre o desenvolvimento do diâmetro do caule, corroborando estudos que destacam a importância da variabilidade genética no desempenho inicial de frutíferas propagadas vegetativamente, como observado por Roy *et al.* (2014), em mangueira e por Soares *et al.* (2015) em porta-enxertos de citros.

Esse padrão de resposta, caracterizado pela ausência de efeito significativo da interação entre acessos e salinidade, bem como pela inexistência de efeito isolado da salinidade da água de irrigação, indica que o crescimento do diâmetro do caule do broto foi influenciado pela variabilidade genética entre os acessos de umbuzeiro, ao menos nos níveis de condutividade elétrica empregados neste estudo.

Com o objetivo de aprofundar a interpretação dos resultados, procedeu-se ao desdobramento dos fatores, permitindo a análise do efeito da salinidade da água de irrigação em cada acesso de umbuzeiro para a variável DC (Figura 2).

Figura 2. Análise de desdobramento de médias relativas às variáveis diâmetro de caule da haste em brotação (Diâmetro de caule, mm) (A) dos acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes salinidades (S) durante a formação da planta por meio de estaquia. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.



Fonte: Autor (2025).

A análise da Figura 2 evidencia variação significativa no DC entre os acessos avaliados, com os acessos G1 e G3 apresentando valores estatisticamente semelhantes entre si, enquanto o acesso G2 apresentou redução significativa em comparação aos demais. Com isso, destacando os genótipos 1 e 3 com uma melhor resposta. Considerando que todos os acessos foram submetidos às mesmas condições experimentais de irrigação, luminosidade, substrato e nutrição, esse comportamento reforça a influência da variabilidade genética sobre o crescimento inicial das mudas de umbuzeiro.

Esse comportamento está em consonância com estudos fisiológicos conduzidos com *Spondias tuberosa*, nos quais se verificou que diferentes genótipos apresentam respostas contrastantes ao estresse salino, refletidas em parâmetros de crescimento, incluindo o diâmetro de caule, em função da capacidade diferencial de ajuste osmótico, manutenção do potencial hídrico e equilíbrio iônico nos tecidos (Silva, 2008).

Resultados semelhantes foram reportados por Matos *et al.* (2019) e Pereira *et al.* (2023), que observaram redução do crescimento inicial e do acúmulo de biomassa da parte aérea de mudas de umbuzeiro sob irrigação com água salina, destacando que o crescimento do caule

constitui uma variável sensível às condições de estresse, embora a intensidade da resposta dependa do material genético e do nível de salinidade aplicado.

Pereira *et al.* (2023) verificaram redução linear da massa seca do caule e do crescimento da parte aérea de mudas de umbuzeiro em resposta ao aumento da concentração de NaCl, destacando que, embora as raízes apresentem certa adaptabilidade ao estresse salino, o crescimento da haste é sensivelmente afetado.

Adicionalmente, espécies da família Anacardiaceae, como o cajueiro e a mangueira, demonstram que o crescimento vegetativo, incluindo o desenvolvimento do caule, responde de forma diferenciada ao estresse salino entre genótipos, reforçando a importância do componente genético na tolerância a ambientes salinos (Andrade *et al.*, 2018; Carneiro *et al.*, 2007; Mahouachi, 2018). Esses trabalhos indicam que genótipos mais eficientes na manutenção do balanço hídrico e iônico tendem a preservar melhor o crescimento da haste sob condições de salinidade.

De forma geral, a literatura aponta que o estresse salino afeta o crescimento vegetal principalmente por meio de efeitos osmóticos e iônicos, que limitam a expansão celular e o crescimento da parte aérea, sendo o diâmetro de caule um indicador sensível dessas alterações fisiológicas (Kim *et al.*, 2016). No presente estudo, a manutenção de maiores valores de DC nos acessos G1 e G3, em comparação ao acesso G2, reforça a existência de variabilidade genética entre os acessos de umbuzeiro, corroborando os achados de Nunes-dos-Santos *et al.* (2021), que identificaram elevada diversidade genética intraespecífica na espécie, com grande parte da variabilidade concentrada dentro das populações.

A diferenciação observada entre os acessos quanto ao DC em fase de desenvolvimento evidencia o potencial do umbuzeiro para a seleção de genótipos com melhor desempenho agrônomico em condições adversas, principalmente em regiões semiáridas onde o uso de águas com maior salinidade na irrigação é recorrente. Estudos fisiológicos com *S. tuberosa* demonstram que plantas jovens apresentam respostas contrastantes ao estresse salino, com variações significativas no crescimento e no desenvolvimento do caule associadas à capacidade de ajuste osmótico, manutenção do potencial hídrico e equilíbrio iônico, permitindo a discriminação de genótipos ainda na fase inicial (Silva *et al.*, 2008).

De forma complementar, é evidenciado que a irrigação com água salina afeta o crescimento inicial do umbuzeiro, reduzindo variáveis da parte aérea, inclusive aquelas relacionadas ao caule, o que reforça a importância da identificação de materiais mais vigorosos para implantação de pomares sob condições de restrição hídrica e salinidade (Matos *et al.*, 2019; Pereira *et al.*, 2023). Ademais, a elevada diversidade genética intraespecífica registrada para a

espécie, com grande parte da variabilidade concentrada dentro das populações naturais, sustenta a viabilidade de estratégias de seleção de genótipos mais adaptados ao semiárido, incluindo cenários de uso de água de menor qualidade na irrigação (Nunes-dos-Santos *et al.*, 2021).

A Tabela 2 apresenta a análise de variância das taxas de crescimento absoluto e relativo referentes ao diâmetro do caule do broto e ao comprimento da haste principal das mudas de umbuzeiro. Foram avaliadas a taxa de crescimento absoluto em diâmetro do caule do broto (TCADC), a taxa de crescimento absoluto em comprimento da haste principal brotada (TCACHP), bem como as taxas de crescimento relativo em diâmetro (TCRDC) e em comprimento da haste principal brotada (TCRCHP).

Tabela 2. Análise de variância referentes às taxas de crescimento absoluto em diâmetro de caule do broto e de comprimento da haste principal brotada, além das taxas de crescimento relativo em diâmetro de caule do broto e de comprimento da haste principal brotada dos acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes salinidades (S) durante a formação da planta por meio de estaquia. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.

Fonte de variação	GL	TCADC ¹	TCACHP ¹	TCRDC ¹	TCRCHP ¹
		Quadrado médio			
Bloco	3	0,000146 ^{ns}	0,001118**	0,00028 ^{ns}	0,000023 ^{ns}
Acesso	2	0,001118**	0,000009 ^{ns}	0,000182**	0,000052 ^{ns}
Salinidade	1	0,000009 ^{ns}	0,000012 ^{ns}	0,000003 ^{ns}	0,000006 ^{ns}
G x S	2	0,000025 ^{ns}	0,000146 ^{ns}	0,000002 ^{ns}	0,000008 ^{ns}
Erro	15	0,000118	0,000118	0,000017	0,000030
CV		1,06	1,06	0,40	0,55
Média		1,02 (0,041)	1,03 (0,056)	1,008 (0,02)	1,01 (0,021)

NS = não significativa; * e ** significativo aos níveis de 5% e 1%, respectivamente; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade. 1. Dados transformados em $(x + 1)^{0,5}$.

Fonte: Autor (2025).

A análise das taxas de crescimento absoluto e relativo (Tabela 2) demonstra que a salinidade da água de irrigação não influenciou a dinâmica de crescimento das mudas de umbuzeiro, uma vez que não foram observados efeitos significativos desse fator nem da interação acesso e salinidade para TCADC, TCACHP, TCRDC e TCRCHP. Esses resultados indicam que, além de não afetar o crescimento morfológico final, a salinidade aplicada também não alterou a velocidade de crescimento das mudas durante o período avaliado.

Esse comportamento indica que os níveis de salinidade utilizados não ultrapassaram o limiar fisiológico capaz de comprometer a dinâmica de crescimento da espécie durante a fase inicial de formação das mudas, o que é compatível com modelos fisiológicos que descrevem a manutenção do crescimento vegetal sob estresse salino moderado (Chaves, Flexas e Pinheiro,

2009; Maas e Hoffman, 1977; Munns e Tester, 2008; Taiz *et al.*, 2017), como em espécies lenhosas adaptadas a ambientes semiáridos.

Esse padrão de resposta é coerente com observações realizadas em espécies lenhosas nativas do semiárido brasileiro. Bessa *et al.* (2017), ao avaliarem mudas de espécies arbóreas nativas da Caatinga irrigadas com água salina, verificaram que algumas espécies mantiveram o crescimento inicial mesmo sob salinidade moderada, associando essa resposta a ajustes fisiológicos relacionados à manutenção da homeostase celular e da atividade metabólica. Esses resultados reforçam que espécies adaptadas ao bioma Caatinga podem apresentar limiares iniciais de tolerância à salinidade, dependentes da intensidade do estresse e do tempo de exposição, sem manifestação imediata de prejuízos morfológicos severos.

Resultados distintos reportados por Pereira *et al.* (2023), que observaram redução do crescimento inicial de mudas de *S. tuberosa* com o aumento da salinidade da água de irrigação. No entanto, esses autores também destacaram a capacidade adaptativa do sistema radicular da espécie frente ao estresse salino, indicando que a resposta do umbuzeiro à salinidade não é uniforme e depende do nível de salinidade aplicado, do compartimento vegetal avaliado e das condições experimentais. Nesse contexto, os resultados do presente estudo não contradizem os achados desses autores, mas sugerem que, sob níveis de salinidade e em curto período de exposição, a dinâmica de crescimento da parte aérea pode ser mantida sem redução significativa das taxas de crescimento.

Entretanto, verificou-se efeito significativo do fator acesso para as taxas TCADC e TCRDC, evidenciando que a dinâmica de crescimento radial foi mais sensível às diferenças genéticas entre os acessos do que o crescimento em comprimento da haste principal. Esse padrão pode indicar que o crescimento em diâmetro constitui um caráter funcionalmente distinto, fortemente condicionado pelo genótipo, apresentando menor plasticidade frente a variações ambientais de curta duração quando comparado ao crescimento longitudinal.

Estudos com espécies lenhosas demonstram que o crescimento radial está diretamente associado à atividade cambial e à diferenciação do xilema secundário, processos regulados predominantemente por fatores genéticos e menos responsivos a variações ambientais de curta duração (Kim *et al.*, 2022; Longui *et al.*, 2017; Pumijumnong *et al.*, 2023). Dessa forma, diferenças nas taxas de crescimento em diâmetro refletem variações intrínsecas no vigor e na eficiência estrutural das plantas, mais do que respostas imediatas ao ambiente.

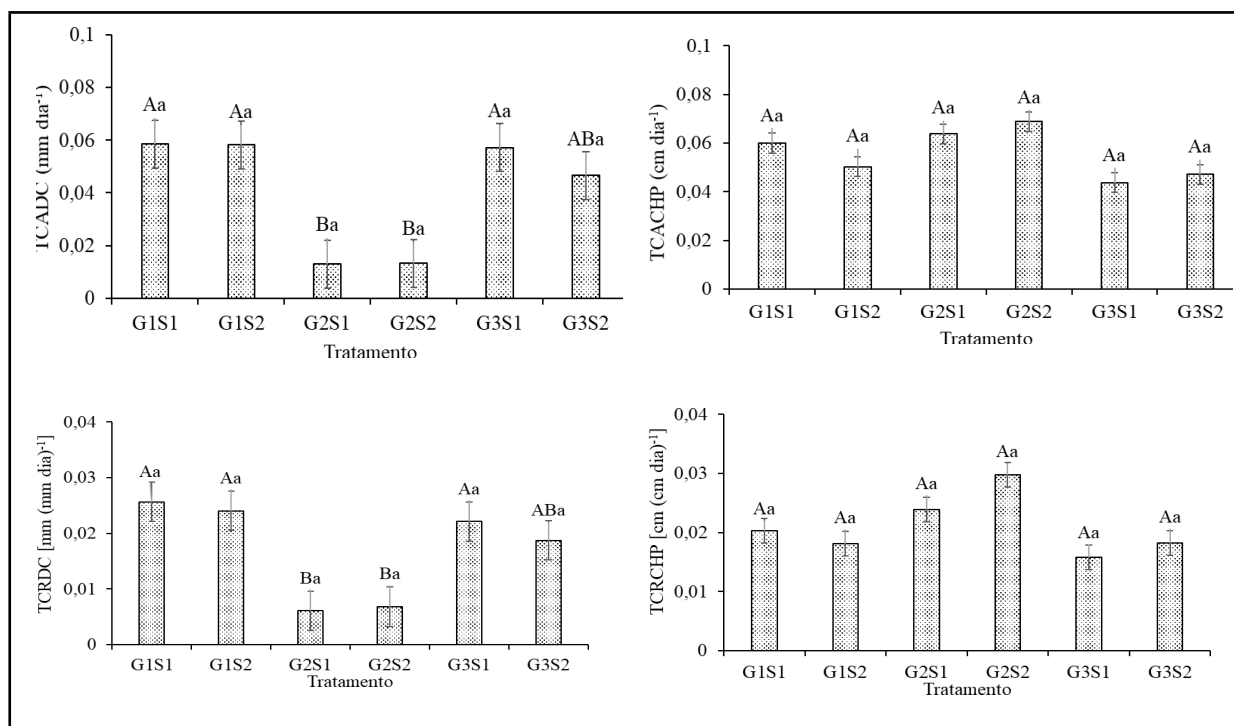
A ausência de diferenças significativas entre os acessos para as taxas TCACHP e TCRCHP sugere que esse caráter apresentou comportamento mais conservativo durante o período avaliado. Estudos comparativos em espécies lenhosas indicam que características

estruturais do caule ligadas à formação de xilema e incremento radial estão mais associadas a diferenças genotípicas e à arquitetura da planta do que métricas puramente lineares de crescimento, uma vez que traços radiais integrados (como diâmetro e propriedades de madeira) revelam maior sensibilidade à variabilidade genética do que crescimento longitudinal rígido nos estágios iniciais de desenvolvimento (Castro-Díez *et al.*, 1998; Longui *et al.*, 2017).

Isso reforça que o crescimento em diâmetro constitui um caráter mais sensível à variabilidade genética do que o crescimento em comprimento. Em frutíferas Anacardiaceae, é demonstrado que diferenças genotípicas no crescimento radial estão associadas à eficiência no transporte de água e assimilados, refletindo maior vigor inicial (Adu-Gyamfi *et al.*, 2019; Carneiro *et al.*, 2007; Roy *et al.*, 2014).

A análise individual das variáveis de crescimento permitiu identificar diferenças na capacidade discriminatória dos caracteres avaliados durante a fase inicial de formação das mudas de umbuzeiro (Figura 3). Diante a análise por variável, a Taxa de Crescimento Absoluto em Diâmetro de Caule (TCADC) e a Taxa de Crescimento Relativo em Diâmetro de Caule (TCRDC) apresentaram efeito significativo do fator acesso ($p < 0,01$), enquanto a salinidade e a interação entre os fatores não influenciaram essas variáveis ($p > 0,05$). Para a Taxa de Crescimento Absoluto em Comprimento da Haste Principal (TCACHP), observou-se efeito significativo apenas do fator bloco ($p < 0,01$), não sendo detectado efeito dos fatores acesso e salinidade ($p > 0,05$).

Figura 3. Análise de desdobramento de médias relativas às variáveis diâmetro de caule da haste em brotação (Diâmetro de caule, mm) (A) e comprimento da haste principal em brotação (CHP, cm) (B) dos acessos de umbuzeiro (G) irrigados com águas de diferentes salinidades (S) durante a formação da planta por meio de estaquia. Nossa Senhora da Glória, SE, 2025.



Fonte: Autor (2025).

A Taxa de Crescimento Relativo em Comprimento da Haste Principal (TCRCHP) não foi influenciada por nenhum dos fatores avaliados ($p > 0,05$). De acordo com a análise da Figura 3, a irrigação com água salina não reduziu o crescimento nem o diâmetro do caule, embora tenham sido observadas diferenças entre os acessos, com melhor desempenho de G1 e G3 e redução de crescimento em G2. Em contraste, as variáveis associadas ao crescimento em comprimento da haste principal não evidenciaram diferenciação entre os acessos, indicando menor sensibilidade desses caracteres para captar variações intrínsecas entre G1, G2 e G3 quanto ao desenvolvimento.

Isso reforça que nem todos os caracteres de crescimento apresentam o mesmo poder discriminatório entre genótipos, principalmente em fases iniciais, sendo os traços estruturais mais eficientes para a distinção precoce entre acessos, conforme discutido por Poorter *et al.* (2012) e Cornelissen *et al.* (2003).

No presente estudo, a diferenciação entre G1, G2 e G3 manifestou-se de forma clara apenas nas variáveis relacionadas ao crescimento radial, sugerindo que essas métricas são mais adequadas para a avaliação inicial do desempenho dos acessos. Considerando a elevada diversidade genética descrita para *S. tuberosa* (Nunes-dos-Santos *et al.*, 2021), a resposta

diferenciada observada entre os acessos reforça a importância da seleção criteriosa de variáveis com maior poder informativo em estudos de avaliação precoce de mudas.

De forma integrada, a análise por variável evidencia que o crescimento em diâmetro do caule, expresso pelas taxas TCADC e TCRDC, apresentou maior relevância analítica no presente estudo, constituindo o principal indicador para a diferenciação precoce entre os acessos de umbuzeiro. Assim, a hierarquização das variáveis avaliadas reforça a adequação do uso de caracteres radiais na avaliação inicial do desempenho de mudas, principalmente em estudos voltados à seleção de materiais genéticos sob condições de cultivo no semiárido.

Em síntese, a análise por variável evidencia que o crescimento em diâmetro do caule constitui o principal indicador precoce de diferenciação entre os acessos de umbuzeiro na fase inicial de formação das mudas, refletindo a variabilidade genética entre os materiais avaliados, enquanto a salinidade da água de irrigação, nas condições experimentais adotadas, não altera a dinâmica de crescimento nem a hierarquia de desempenho entre os acessos.

5. Conclusão

Nas condições experimentais e no período avaliado, a salinidade da água de irrigação não exerceu efeito significativo sobre o crescimento morfológico nem sobre a dinâmica de crescimento das mudas de *Spondias* durante a fase inicial de formação por estaquia. A ausência de resposta das variáveis diâmetro do caule, comprimento da haste principal e das taxas de crescimento absoluto e relativo à salinidade e à interação entre acessos e salinidade indica que, no intervalo temporal considerado, o estresse salino imposto não foi suficiente para alterar o desenvolvimento inicial das mudas.

Em contrapartida, verificou-se efeito significativo do fator acesso sobre o crescimento em diâmetro do caule e sobre as taxas de crescimento radial, evidenciando variabilidade entre os materiais avaliados e permitindo a diferenciação precoce dos acessos, com melhor desempenho de G1 e G3 em relação a G2.

6. Referências bibliográficas

ADU-GYAMFI, P. K. K.; ABU DADZIE, M.; BARNOR, M.; AKPERTEY, A.; ARTHUR, A.; OSEI-AKOTO, S.; OFORI, A.; PADI, F. Estudos de variabilidade genética e associação de características em caju (*Anacardium occidentale* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 255, p. 108–114, 20 set. 2019. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2019.05.023>.

ANDRADE, E. M. G.; LIMA, G. S. DE; LIMA, V. L. A. DE; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. DA; FERNANDES, P. D.; PÁDUA SOUZA, L. DE; SOARES DA SILVA, S. Physiology and growth of cashew 'ano precece' (*Anacardium occidentale* L.) subjected to salt stress and organic fertilization. **Australian Journal of Crop Science**, v. 12, n. 7, p. 1150–1158, 2018.

ARAÚJO NETO, S. E. DE; NOVELLI, D. DA S.; TAMWING, G. DA S.; SILVA, N. M. DA; SOUZA, L. G. DE S. E. Propagation of yellow mombin by stem and root cuttings treated with indolebutyric acid. **Comunicata Scientiae**, v. 10, n. 4, p. 448–453, 31 dez. 2019. DOI: <https://doi.org/10.14295/cs.v10i4.3213>.

AUDRY, P.; SUASSUNA, J. A **Qualidade da Água na Irrigação do Trópico Semiárido: um estudo de caso**. Em: SEMINÁRIO FRANCO-BRASILEIRO DE PEQUENA IRRIGAÇÃO, PESQUISA E DESENVOLVIMENTO. Recife: SUDENE; Embaixada da França, 11 dez. 1990. Disponível em:

<https://www.fundaj.gov.br/index.php/artigos-joao-suassuna/10628-agua-artigo-de-joao-suassuna#_ftnref12>.

BESSA, M. C.; LACERDA, C. F.; AMORIM, A. V.; BEZERRA, A. M. E.; LIMA, A. D. Mechanisms of salt tolerance in seedlings of six woody native species of the Brazilian semi-arid1. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 157–165, 2017. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170018>.

BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. DOS A.; SOARES FILHO, W. DOS S.; SUASSUNA, J. F. Screening of citrus scion-rootstock combinations for tolerance to water salinity during seedling formation. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 43, p. e48163, 2021. DOI: <https://doi.org/10.4025/actasciagron.v43i1.48163>.

CAMARGOS ANTUNES, W.; RÊGO MENDES, K.; RODRIGUES DE MELO CHAVES, A.; OMETTO, J. P.; JARMA-OROZCO, A.; POMPELLI, M. F. Spondias tuberosa trees grown in tropical, wet environments are more susceptible to drought than those grown in arid environments. **Revista Colombiana de Ciencias Hortícolas**, v. 10, n. 1, p. 9–27, jun. 2016. DOI: <https://doi.org/10.17584/rcch.2016v10i1.4456>.

CARNEIRO, P. T.; CAVALCANTI, M. L.; BRITO, M. E.; GOMES, A. H.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R. Sensibilidade do cajueiro anão precece ao estresse salino na pré-floração. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 2, n. 2, p. 150–155, 2007.

CARVALHO, Carlos Alfredo Lopes de et al. *Tópicos em Ciências Agrárias*. Cruz das Almas, BA: Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009. Disponível em: https://www.ispsn.org/sites/default/files/documentos-virtuais/pdf/topicos_em_ciencias_agrarias.pdf. Acesso em: 25 JANEIRO. 2026.

CASTRO-DÍEZ, P.; PUYRAVAUD, J. P.; CORNELISSEN, J. H. C.; VILLAR-SALVADOR, P. Stem anatomy and relative growth rate in seedlings of a wide range of woody plant species and types. **Oecologia**, v. 116, n. 1–2, p. 57–66, ago. 1998. DOI: <https://doi.org/10.1007/s004420050563>.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of botany**, v. 103, n. 4, p. 551–560, 2009.

CLIMATE-DATA. **Climate-Data.org: Clima do estado de Sergipe, Brasil**. Disponível em: <<https://pt.climate-data.org/america-do-sul/brasil/sergipe-213/>>.

CORNELISSEN, J. H. C. *et al.* A handbook of protocols for standardised and easy measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of Botany**, v. 51, n. 4, p. 335–380, 13 ago. 2003. DOI: <https://doi.org/10.1071/BT02124>.

KIILL, L. H. P.; ARAUJO, F. P. DE; OLIVEIRA, V. R. DE; RIBEIRO, M. DE F. Caracterização botânica e biologia reprodutiva. Em: DRUMOND, M. A.; AIDAR, S. DE T.; NASCIMENTO, C. E. DE S.; OLIVEIRA, V. R. DE (Eds.). **Umbuzeiro: avanços e perspectivas**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2016. p. 53–79. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1046442>>.

KIM, H.; JEONG, H.; JEON, J.; BAE, S. Effects of Irrigation with Saline Water on Crop Growth and Yield in Greenhouse Cultivation. **Water**, v. 8, n. 4, p. 127, abr. 2016. DOI: <https://doi.org/10.3390/w8040127>.

KIM, M.-H.; BAE, E.-K.; LEE, H.; KO, J.-H. Current Understanding of the Genetics and Molecular Mechanisms Regulating Wood Formation in Plants. **Genes**, v. 13, n. 7, p. 1181, 30 jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/genes13071181>.

LONGUI, E. L.; PIRES, G. T.; FREITAS, M. L. M.; ROMEIRO, D.; FLORSHEIM, S. M. B.; ZANATTO, A. C. S. Genetic Versus Environmental Influence on Radial Variation in *Myracrodruon urundeuva* Wood. **Floresta e Ambiente**, v. 24, p. e00119114, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1590/2179-8087.119114>.

MAAS, E.; HOFFMAN, G. Crop Salt Tolerance—Current Assessment. **Journal of the Irrigation and Drainage Division**, v. 103, n. 2, p. 115–134, jun. 1977. DOI: <https://doi.org/10.1061/JRCEA4.0001137>.

MACHADO, R. G. DE P.; MASTROBERTI, A. A.; BONA, C. The specialized parenchyma in the *Paspalum vaginatum* stem as a strategy to water deficit and salinity. **Rodriguésia**, v. 75, p. e01752023, 2024. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-7860202475060>.

MAHOUACHI, J. Influência do estresse salino a longo prazo no crescimento vegetativo e nas alterações de nutrientes foliares em mudas de manga (*Mangifera indica* L.). **Scientia Horticulturae**, v. 234, p. 95–100, 14 abr. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2018.02.028>.

MARQUES DA SILVA, R.; SANTOS, C. A. G.; ARAÚJO MARANHÃO, K. U. DE; MEDEIROS SILVA, A.; PORTO DE LIMA, V. R.; MARQUES DA SILVA, R.; SANTOS, C. A. G.; ARAÚJO MARANHÃO, K. U. DE; MEDEIROS SILVA, A.; PORTO DE LIMA, V. R. Geospatial assessment of eco-environmental changes in desertification area of the Brazilian semi-arid region. **Earth Sciences Research Journal**, v. 22, n. 3, p. 175–186, set. 2018. DOI: <https://doi.org/10.15446/esrj.v22n3.69904>.

MATOS, F. S.; FREITAS, I. A. S.; PEREIRA, V. L. G.; BORGES, L. P.; PIRES, W. K. L.; SOUZA, M. C. H.; LIMA, G. H. F. DE; AMORIM, V. A. Growth of *Spondias tuberosa* Irrigated With Saline Water. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 3, p. p320, 15 fev. 2019. DOI: <https://doi.org/10.5539/jas.v11n3p320>.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mechanisms of Salinity Tolerance. **Annual Review of Plant Biology**, v. 59, n. Volume 59, 2008, p. 651–681, 2 jun. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G. DE; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 28, p. 997–1006, 2004. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542004000500005>.

NUNES-DOS-SANTOS, V.; FERNANDES-SANTOS, C.-A.; RIBEIRO-DE-OLIVEIRA, V.; DA-SILVA-COSTA, A.-E.; SANTOS-DA-SILVA, F.-F.; NUNES-DOS-SANTOS, V.; FERNANDES-SANTOS, C.-A.; RIBEIRO-DE-OLIVEIRA, V.; DA-SILVA-COSTA, A.-E.; SANTOS-DA-SILVA, F.-F. Diversity and genetic structure of *Spondias tuberosa* (Anacardiaceae) accessions based on microsatellite loci. **Revista de Biologia Tropical**, v. 69, n. 2, p. 640–648, jun. 2021. DOI: <https://doi.org/10.15517/rbt.v69i2.44194>.

OLIVEIRA, C. N. DE; CAMPOS, V. P.; MEDEIROS, Y. D. P. Avaliação e identificação de parâmetros importantes para a qualidade de corpos d'água no semiárido baiano: estudo de caso bacia hidrográfica do rio Salitre. **Química Nova**, v. 33, n. 5, p. 1059–1066, 2010.

PEREIRA, F. R. A.; PEREIRA, W. E.; PESSOA, A. M. DOS S.; VASCONCELOS, E. S. A. G. DE. Crescimento inicial de mudas de *Spondia tuberosa* irrigadas com água salina. **Revista JRG de Estudos Acadêmicos**, v. 6, n. 12, p. 494–513, 12 jan. 2023. DOI: <https://doi.org/10.55892/jrg.v6i12.531>.

PIRES, I. E.; OLIVEIRA, V. R. DE. **Estrutura floral e sistema reprodutivo de umbuzeiro**. Petrolina: EMBRAPA-CPATSA, 1986. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/132887>.

POORTER, H.; NIKLAS, K. J.; REICH, P. B.; OLEKSYN, J.; POOT, P.; MOMMER, L. Biomass allocation to leaves, stems and roots: meta-analyses of interspecific variation and environmental control. **The New Phytologist**, v. 193, n. 1, p. 30–50, jan. 2012. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03952.x>.

PUMIJUMNONG, N.; MUANGSONG, C.; BUAJAN, S.; SONGTRIRAT, P.; CHATWATTHANA, R.; CHAREONWONG, U. Factors Affecting Cambial Growth Periodicity and Wood Formation in Tropical Forest Trees: A Review. **Forests**, v. 14, n. 5, p. 1025, maio 2023. DOI: <https://doi.org/10.3390/f14051025>.

RICHARDS, C. L. *et al.* Ecological plant epigenetics: Evidence from model and non-model species, and the way forward. **Ecology Letters**, v. 20, n. 12, p. 1576–1590, 2017. DOI: <https://doi.org/10.1111/ele.12858>.

ROY, R. K.; ROBBANI, M.; ALI, M.; BHOWAL, S. K.; ERFAN, A. N. M. Variations in salinity tolerance of selected mango rootstocks. **Bangladesh Agronomy Journal**, v. 17, n. 1, p. 89–94, 2014. DOI: <https://doi.org/10.3329/baj.v17i1.23681>.

SANTOS, R. T. DOS. **Identificação e caracterização de corpos de águas salinas no semiárido paraibano**. Paraíba: Universidade Federal de Campina Grande, nov. 2008. Disponível em: <https://dspace.sti.ufcg.edu.br/handle/riufcg/9841>. Acesso em: 10 jan. 2026.

SATURNINO, M. H.; GONÇALVES, N.; CASTRICINI, A.; CARDOSO, M. M.; SOUZA, I. **Umbuzeiro: a fruteira da caatinga**. Minas Gerais: EPAMIG, 2019. v. 40p. 20.

SILVA, E. C. DA. **Respostas fisiológicas do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda) aos estresses hídrico e salino**. Recife.: (Programa de Pós-Graduação em Botânica) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, 22 fev. 2008. Disponível em: <<http://www.tede2.ufrpe.br:8080/tede2/handle/tede2/4795>>. Acesso em: 10 jan. 2026.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P. DE; MELO, N. F. DE; AZEVEDO NETO, A. D. DE. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 1, p. 147–157, 1 maio 2008. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2007.11.010>.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; VALE, F. H. A.; MELO, N. F. DE; ARAÚJO, F. P. DE. Water relations and organic solutes production in four umbu tree (*Spondias tuberosa*) genotypes under intermittent drought. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, v. 21, p. 43–53, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1677-04202009000100006>.

SOARES, L. A. DOS A.; BRITO, M. E. B.; FERNANDES, P. D.; LIMA, G. S. DE; SOARES FILHO, W. DOS S.; OLIVEIRA FILHO, E. S. DE. Crescimento de combinações copa - porta-enxerto de citros sob estresse hídrico em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 211–217, 2015. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v19n3p211-217>.

SOARES, R. B.; CAMPOS, K. C. Uso e disponibilidade hídrica no Semiárido do Brasil. **Revista de Política Agrícola**, v. 22, n. 3, p. 48–57, 2013.

SOUSA, V. F. DE O.; SANTOS, G. L. DOS; MAIA, J. M.; MAIA JÚNIOR, S. DE O.; SANTOS, J. P. DE O.; COSTA, J. E.; SILVA, A. F. DA; DIAS, T. J.; FERREIRA-SILVA, S. L.; TANIGUCHI, C. A. K. Salinity-tolerant dwarf cashew rootstock has better ionic homeostasis and morphophysiological performance of seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, p. 92–100, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v27n2p92-100>.

SOUZA, C. L. O. DE; NOGUEIRA, V. DE F. B.; NOGUEIRA, V. DA S. Variabilidade interanual da precipitação em cidades do semiárido brasileiro entre os anos de 1984 e 2015. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 12, n. 4, p. 740–747, 1 out. 2017. DOI: <https://doi.org/10.18378/rvads.v12i4.5626>.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. [s.l.] Artmed Editora, 2017. Disponível em: <[https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=PpO4DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Plant+Physiology+and+Development+TAIZ,+L.+et+al.+\(2017\)&ots=7SGoqXBQVf&sig=1y5yGeomc6w_5Z9aN4YKyzdewto](https://books.google.com.br/books?hl=pt-BR&lr=&id=PpO4DQAAQBAJ&oi=fnd&pg=PR1&dq=Plant+Physiology+and+Development+TAIZ,+L.+et+al.+(2017)&ots=7SGoqXBQVf&sig=1y5yGeomc6w_5Z9aN4YKyzdewto)>. Acesso em: 10 jan. 2026.

ZOMER, R. J.; XU, J.; TRABUCCO, A. Version 3 of the Global Aridity Index and Potential Evapotranspiration Database. **Scientific Data**, v. 9, p. 409, 15 jul. 2022. DOI: <https://doi.org/10.1038/s41597-022-01493-1>.