

Como associação dos estresses hídrico e salino afetam o crescimento de mudas de espécies da Caatinga?

How does the combination of water and salinity stress effect the glowth of seedlings of Caatinga species?

¿Cómo la asociación de estrés hídrico y salino afecta el crecimiento de plántulas de especies de la Caatinga?

Recebido: 01/05/2026 | Aceito: 07/05/2026 | Publicado: 08/05/2026

Marcia Nunes de Melo Santos

ORCID: <https://orcid.org/0009-0007-2830-2077>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: marcianunesdemelo@gmail.com

Tays Ferreira Barros

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2807-4488>
Universidade Federal do Rio Grande, Brasil
E-mail: tayssssferreira@live.br

Márcia Bruna Marim de Moura

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4255-0735>
Universidade Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: marciabruna78@gmail.com

Luciana Sandra Bastos de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8870-0295>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: Luciana.sandra@ufrpr.br

Carlos André Alves de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1946-0421>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: carlosandre08_@msn.com

Alexandre Maniçoba da Rosa Ferraz Jardim

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7094-3635>
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Brasil
E-mail: alexandremrfj@gmail.com

Resumo

Mudas de espécies da Caatinga estão expostas a estresses múltiplos que podem impactar negativamente o crescimento. Diante disso, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de diferentes regimes hídricos e níveis de salinidade na dinâmica morfológica e acúmulo de biomassa das espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. As espécies foram avaliadas em um delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições, considerando a interação entre níveis hídricos (100%, 75% e 50% da ET_0) e salinidades (0,35, 3,1, 4,84 e 8,41 dS m^{-1}). Os resultados indicaram que as espécies foram mais sensíveis ao estresse salino, que comprometeu significativamente seu crescimento e desenvolvimento. Além disso, o déficit hídrico reduziu altura, número de folhas e biomassa seca foliar. O melhor desempenho foi observado com a lâmina de 100% da ET_0 em ambas as espécies.

Palavras-chave: Mudas da Caatinga; Estresses combinados; Crescimento.

Abstract

Seedlings of Caatinga species are exposed to multiple stresses that can negatively impact their growth. Therefore, the objective of this study was to investigate the effects of different water regimes and salinity levels on the morphological dynamics and biomass accumulation of the species *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl, and *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. The species were evaluated in a completely randomized design with four replications, considering the interaction between water levels (100%, 75%, and 50% of ET_0) and salinities (0.35, 3.1, 4.84, and 8.41 dS m^{-1}). The results indicated that the species were more sensitive to saline stress, which significantly compromised their growth and development. Furthermore, water deficit reduced height, number of leaves, and leaf dry biomass. The best performance was observed with a water depth of 100% of ET_0 in both species.

Keywords: Caatinga seedlings; Combined stresses; Growth.

Resumen

Las plántulas de especies de Caatinga están expuestas a múltiples estreses que pueden afectar negativamente su crecimiento. Por lo tanto, el objetivo de este estudio fue investigar los efectos de diferentes regímenes hídricos y niveles de salinidad en la dinámica morfológica y la acumulación de biomasa de las especies *Amburana cearensis** (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva** (Allemão) Engl y *Poincianella pyramidalis** (Tul.) L. P. Queiroz. Las especies fueron evaluadas en un diseño completamente aleatorizado con cuatro repeticiones, considerando la interacción entre niveles de agua (100%, 75% y 50% de ET₀) y salinidades (0.35, 3.1, 4.84 y 8.41 dS m⁻¹). Los resultados indicaron que las especies fueron más sensibles al estrés salino, que comprometió significativamente su crecimiento y desarrollo. Además, el déficit hídrico redujo la altura, el número de hojas y la biomasa seca de las hojas. El mejor rendimiento se observó con una profundidad de agua del 100% de ET₀ en ambas especies.

Palabras clave: Plántulas de Caatinga; Estrés combinado; Crecimiento.

1. Introdução

Nos últimos anos, a degradação dos ecossistemas nativos tem exigido o desenvolvimento de estratégias eficazes para sua restauração e preservação. Como resposta a essa necessidade, tem-se observado um aumento na produção de mudas nativas, fundamental para a recuperação ambiental (Temperton *et al.*, 2019). No entanto, os métodos para a produção de mudas variam de acordo com a espécie e as condições ambientais, tornando ainda mais essencial a adoção de práticas sustentáveis que maximizem o uso dos recursos naturais disponíveis (Temperton *et al.*, 2019; Löf *et al.*, 2019).

Na região Semiárida do Brasil, a Caatinga, a maior floresta tropical sazonalmente seca da América do Sul, enfrenta uma intensa degradação, com uma perda estimada de 34,53% do bioma original (Mapbiomas, 2021). A Caatinga se estende por oito estados do Nordeste e Norte de Minas Gerais, ocupando uma área de aproximadamente 844.453 km² (MMA, 2019). As espécies da Caatinga se destacam por uma série de serviços ecossistêmicos, além de demonstrar potencial para indústria farmacêutica, madeireira, ornamental, forrageiro, etc. No entanto, permanece uma lacuna no conhecimento sobre como diferentes espécies respondem ao estresse ambiental, especialmente em suas fases iniciais de crescimento.

O déficit hídrico é um desafio frequente que pode afetar as trocas gasosas, repercutindo em uma diminuição da produção de matéria seca (Freitas & Silva, 2018). Por outro lado, altos níveis de sais podem perturbar as funções das plantas, inicialmente afetando-as por meio do efeito osmótico, o que dificulta a absorção de água pelas raízes. Com o tempo, o acúmulo de sais pode levar à toxicidade, provocando alterações nutricionais, bioquímicas e fisiológicas (Munns; Tester, 2008), eventualmente levando à morte da planta.

A nível celular o desequilíbrio osmótico e iônico interfere na capacidade do vegetal de absorver água e nutrientes (Zhu *et al.*, 2016). Além disso, o efeito osmótico do sal ao redor das raízes reduz a taxa de crescimento ao longo do tempo, dificultando o alongamento e a divisão celular. Como consequência, ocorrem alterações nas proporções celulares, resultando em folhas menores e mais espessas (Munns & Tester, 2008), além de aumentar a produção de espécies reativas de oxigênio (Maisuria *et al.*, 2023).

Estudos demonstraram tolerância moderada a salinidade em espécies da Caatinga, associada a mecanismos de adaptação ao estresse, como a manutenção do crescimento e controle osmótico (Bessa *et al.*, 2017). No caso do déficit hídrico, além da diminuição do número de folhas, são relatadas alterações no crescimento e na distribuição da biomassa radicular (Barros *et al.*, 2019). No entanto, as pesquisas têm se concentrado em indicadores como a eficiência no uso da água, que serve como indicador utilizado para avaliar o uso eficiente desses recursos naturais. Isso pode ser calculado com base na relação entre a produção de biomassa e a profundidade da água utilizada (Souza *et al.*, 2015), e tem mostrado que espécies de Caatinga apresentam respostas distintas a deficiência hídrica, demonstrando variações na capacidade de manter produtividade sob estresse (Leite, 2022).

Diversos fatores, incluindo espécie, idade, grau de severidade do estresse e a estratégia funcional influenciam diretamente nas respostas das plantas ao estresse (Araújo *et al.*, 2020; Jardim *et al.*, 2021). Estas informações são

importantes para o planejamento ambiental, e podem ajudar a compreender melhor como essas espécies se adaptam a condições variadas do ambiente, levantando a seguinte questão: como diferentes espécies nativas da Caatinga reagem, em termos de crescimento e biomassa, a diferentes níveis de déficit hídrico e salinidade? Diante disso, o objetivo do presente estudo foi investigar os efeitos de diferentes regimes hídricos e níveis de salinidade na dinâmica morfológica e acúmulo de biomassa das espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz.

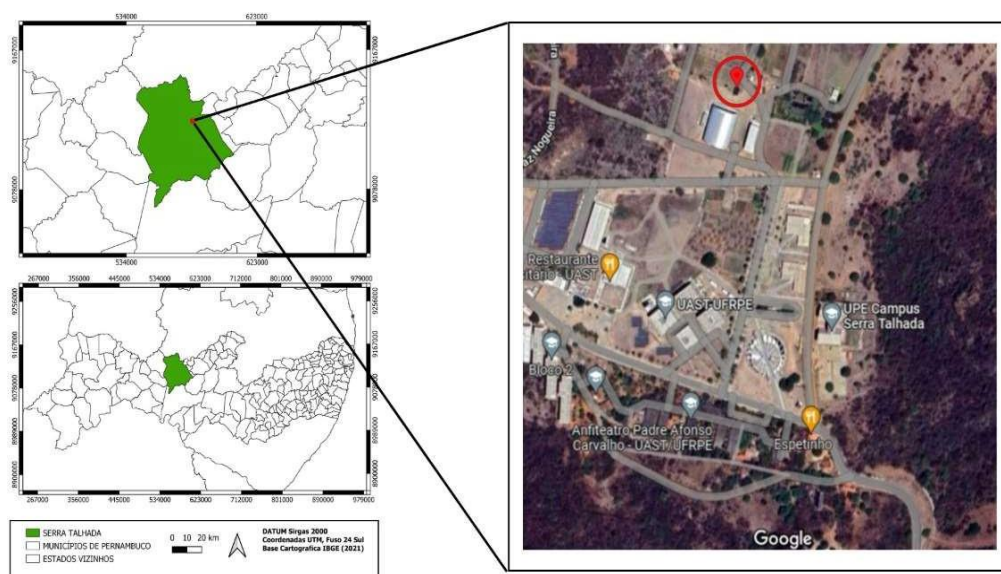
2. Metodologia

Realizou-se uma pesquisa experimental (Risemberg *et al.*, 2026) num estudo de abordagem quantitativa (Pereira *et al.*, 2018) com uso de estatística descritiva simples com Gráficos de colunas, classes de dados conforme a fonte, valores de média e, valores de porcentagem (Shitsuka *et al.*, 2014).

2.1 Área de estudo

O experimento foi conduzido em um viveiro da Universidade Federal Rural de Pernambuco na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE-UAST), no município de Serra Talhada-PE (Lat: 07°59'31"S, Long.: 38°17'54"O, Alt.: 429) (Figura 1). A região é caracterizada por apresentar clima quente e seco, com temperaturas médias anuais de 26°C, precipitação médias anuais de 642 mm.ano⁻¹ e umidade relativa média de 50% (INMET, 2023).

Figura 1 - Localização da área experimental na Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), no município de Serra Talhada - PE, Brasil.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

2.2 Design experimental

Foram utilizadas sementes das espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, submetidas aos tratamentos pré-germinativos adequados para cada situação. Estas foram semeadas em bandejas de isopor, contendo 200 células, preenchidas com uma mistura de solo e areia na proporção 2:1. No trigésimo dia após a semeadura, as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno, com

dimensões de 23,4 cm x 14,5 cm, com capacidade para 2kg de solo e preenchidos com o mesmo substrato utilizado nas bandejas.

O experimento foi conduzido no delineamento experimental inteiramente casualizado, onde as espécies foram expostas a três níveis de água (100%, 75%, 50% da evapotranspiração de referência (ET_0) quatro de salinidade (0,35 - testemunha, 3,1, 4,84 e 8,41 dS m^{-1}). Assim, combinando as espécies x salinidade e níveis de água, foram utilizados doze tratamentos com quatro repetições cada.

A reposição de água foi feita em dias alternados com base na evapotranspiração de referências (ET_0). Os dados foram coletados diariamente de uma estação (INMET) automática próxima a casa de vegetação, para o cálculo de ET_0 conforme a equação Penman-Monteith (Equação 1) (Allen *et al.*, 1998).

$$ET_0 = \frac{0,408\Delta(Rn - G) + \gamma \frac{900}{T + 273} u_2 (e_s - e_a)}{\Delta + \gamma(1 + 0,34u_2)} \quad 1)$$

Onde: ET_0 - evapotranspiração de referência, mm dia^{-1} ; Δ - inclinação da curva de pressão de vapor de água de saturação (kPa $^{\circ}C^{-1}$); Rn - balanço de radiação à superfície (MJ $m^{-2} d^{-1}$); G - densidade de fluxo de calor sensível no solo (MJ $m^{-2} d^{-1}$); t - temperatura média diária do ar ($^{\circ}C$); u_2 - velocidade do vento em 2 m de altura (ms^{-1}); e_s - pressão de saturação do vapor de água (kPa); e_a - pressão parcial de vapor d'água (kPa) e γ - constante psicométrica (kPa $^{\circ}C^{-1}$). Durante o experimento, em intervalo de 15 dias foram realizadas biometrias, para obtenção: da altura da planta (ALT), número de folhas (NF) e diâmetro do coleto (DC). Adicionalmente, ao final período foi feita análise da biomassa, onde as plantas foram subdivididas em folha (BF), caule (BC) e raiz (BR), posteriormente, alocadas em sacos de papel, e levadas para uma estufa de ventilação forçada a 55 $^{\circ}C$ por 48 horas. O material foi pesado em balança semi-analítica para obtenção da biomassa seca das folhas (BSF), caule (BSC), raiz (BSR) e total (BST) e suas partições (BSF/BST; BSC/BST e BSR/BST).

2.3 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homoscedasticidade e normalidade utilizando o teste de Shapiro-Wilk. Posteriormente, os dados foram submetidos a análise de variância (ANOVA) e quando significativas as médias comparadas por meio do teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando o software RStudio.

3. Resultados e Discussão

A partir da análise dos dados (Tabela 1) pode-se observar efeitos significativos de espécie ($p < 0,05$) para quase todas as variáveis analisadas com exceção do número de folhas (NF). Comportamento semelhante foi verificado para o regime hídrico, neste caso, porém a ausência da significância foi constatada para biomassa seca das folhas (BSF). O fator salinidade por outro lado exerceu efeito isolado apenas para altura (ALT), número de folha (NF) e biomassa seca do caule (BSC). Observaram-se interações ($p < 0,05$) entre os fatores Espécie x Regime e Regime x Salinidade.

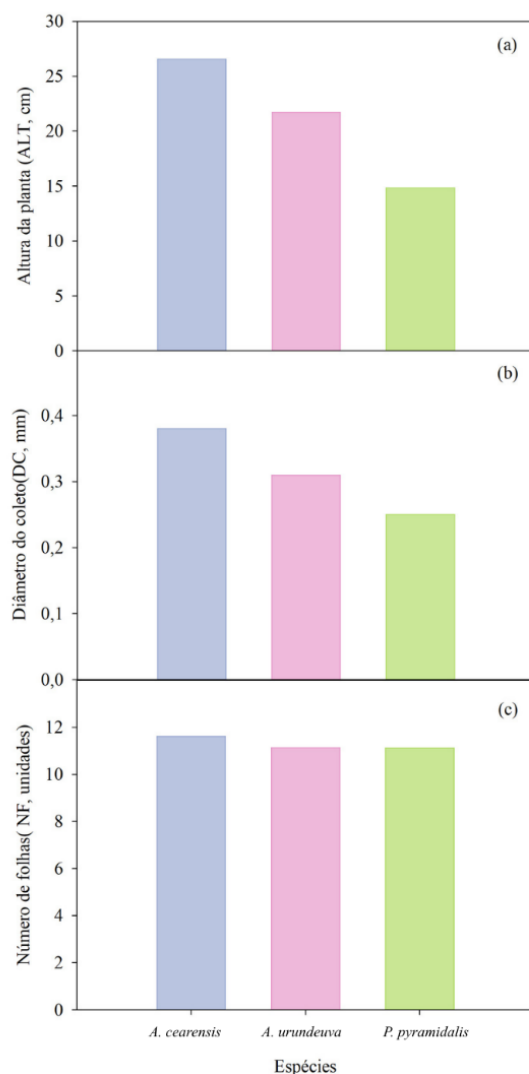
Tabela 1 - Análise de variância, p-valor obtido a partir da análise de variância do diâmetro do coLET0 (DC), altura (ALT), número de folhos (NF), biomassa seca da folha (BSF), BSC, BSR, BST, pBSF, pBSC e pBSR, para as espécies *Astronium urundeuva* (M.Allemão) Engl. (aroeira), *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz (Catingueira) e *Amburana cearensis* (Allem.) A.C.Smith, submetidas ao regime hídricos: 50%, 75% e 100% ET₀ e aos níveis de salinidade de: 0,35, 3,1, 4,84 e 8,41 dS m⁻¹, em Serra Talhada, PE.

Fonte	C	LT	F	SF	SC	SR	ST	BSF	BSC	BSR
Espécie	.0001	0.0001	,719	,042	.0001	.0001	.0001	.0001	0.0001	.0001
Regime	,000	,000	,000	,099	.0001	.0001	.0001	,005	,001	,000
Salinidade	,119	,001	.0001	,134	,045	,316	,099	,836	,131	,485
Espécie*Regime	,304	,494	,012	,218	,479	.0001	.0001	.0001	,000	.0001
Espécie*Salinidade	,205	,053	,003	,148	,797	,499	,315	,742	,308	,746
Regime*Salinidade	,947	,697	,193	,476	,804	,043	,026	,677	,017	,147
Espécie*Regime*Salinidade	,871	,016	,698	,101	,919	,206	,088	,906	,275	,865

Fonte: Dados da pesquisa (2026).

As espécies estudadas apresentam características morfofisiológicas distintas, as quais foram determinantes para as variações encontradas neste estudo. Quando se analisou a altura da planta (ALT) percebeu que a redução foi na ordem de 44% e 18%, respectivamente para *P. pyramidalis* e *A. urundeuva*, em relação a *A. cearensis* (Figura 2a). Para o parâmetro diâmetro do coLET0 (Figura 2b), a *A. cearensis* foi a espécie que apresentou maior magnitude, seguida da *A. urundeuva* e *P. pyramidalis*. *A. cearensis* seja uma espécie que apresenta crescimento lento, e raízes com estruturas tuberosas (Lima, 1989), a mesma foi maior relação às demais espécies analisadas, o que favoreceu as variações de crescimento observadas. Neste caso, a observância conjunta do diâmetro das plantas com sua altura traz informações importantes para a qualidade das mudas. Haja vista que é preciso um equilíbrio entre estas duas variáveis para evitar efeitos indesejáveis, como é o caso do tombamento da planta. Em relação ao número de folhos (NF) (Figura 2c) não foram observadas diferenças significativas entre as espécies.

Figura 2 - (a) Altura (ALT), (b) diâmetro do coleto (DC) e (c) número de folhas (NF) em função das espécies: *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, em Serra Talhada – PE.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Efeitos deferentes foram observados para as variáveis biomassa seca das folhas (BSF), biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca das raízes (BSR), partição da biomassa total para folhas (pBSF), partição da biomassa total para o caule (pBSC) e partição da biomassa total para as raízes (pBSR) ($p < 0,05$) (Figura 3). A biomassa total das mudas (BST) apresentou redução de 30% na espécie *A. cearensis* em comparação à *P. pyramidalis*, indicando uma perda significativa sob as condições avaliadas.

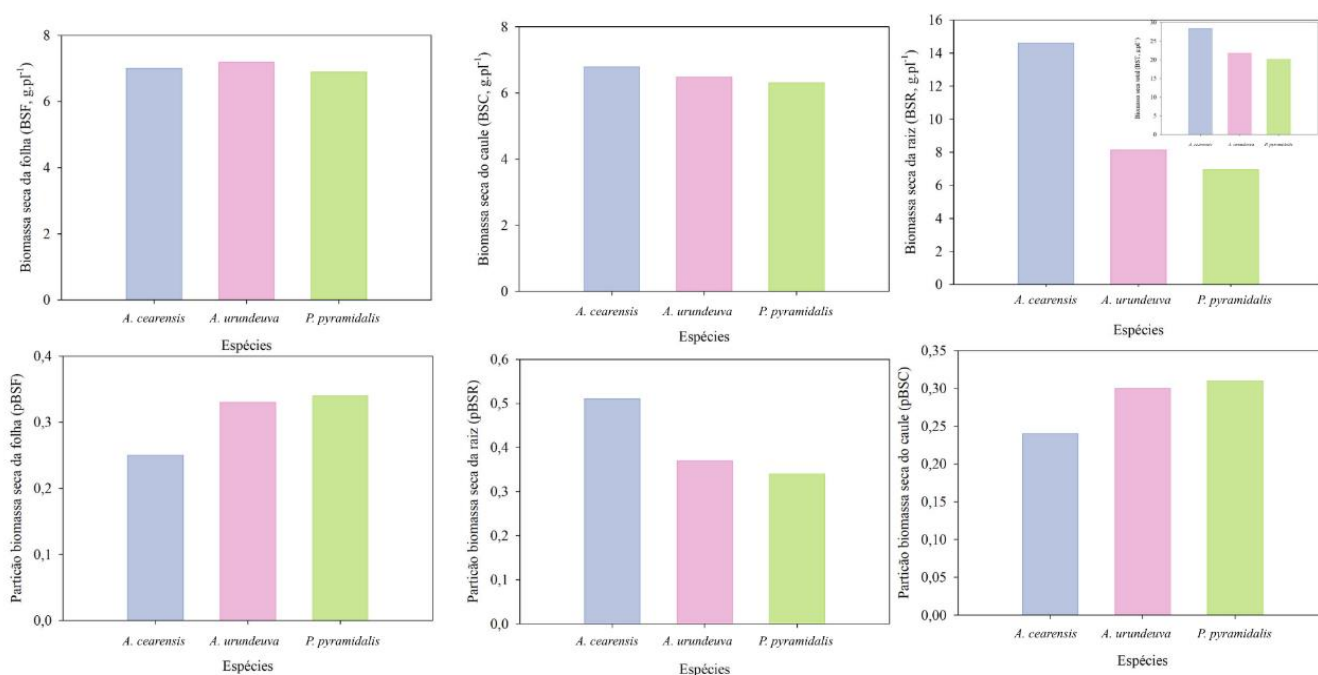
Quando analisada a variável (BSF) (Figura 3a) percebe-se que as espécies não diferem. Por outro lado, o acúmulo da partição para biomassa seca das folhas (pBSF) apresentou efeito crescente entre as espécies, *A. urundeuva* apresentou 24%, *A. cearensis* 27%, sendo que a espécie *P. pyramidalis* se sobressaiu em relação as outras. Essa diferença pode ser devida a maior condutância estomática e ao aumento da fotossíntese, resultando em maior produção de matéria seca (Scarpa *et al.*, 2022). Além disso, características morfológicas específicas, como maior área foliar e eficiência no uso da água, podem favorecer a

captação de luz e assimilação de carbono (Tais *et al*, 2015; Zhang *et al.*, 2025), potencializando o crescimento foliar da *P. pyramidalis* em comparação as outras espécies.

A biomassa seca do caule (BSC) apresentou leve redução entre as espécies. Neste caso, quando comparado as espécies de maior BSC, houve uma redução de 7% e 5% para *A. urundeuva* e *P. pyramidalis*, respectivamente. Contudo, resultado oposto se obteve com a partição da biomassa seca do caule (pBSC), com maior taxa de alocação para a espécie *P. pyramidalis* se comparada com a *A. urundeuva* e *A. cearensis*, com aumento de 23% e 20%, respectivamente (Figura 3f).

Em relação ao acúmulo da biomassa seca da raiz (BSR) (Figura 3c), a espécie *A. cearensis* foi favorecida, na qual houve uma redução linear de 57% e 44% para *A. urundeuva* e *P. pyramidalis*; resultado semelhante se obteve quando analisado a partição da biomassa seca da raiz (pBSR) (Figura 3e), onde as espécies *A. urundeuva* e *P. pyramidalis* houve uma redução de 32% e 27%, quando comparada *A. cearensis*. Estes resultados estão associados as estratégias adaptativas desenvolvidas pela espécie, com surgimento de um tubérculo que contribui para o suplemento de água e nutrientes necessários para o seu desenvolvimento (Lima, 1989).

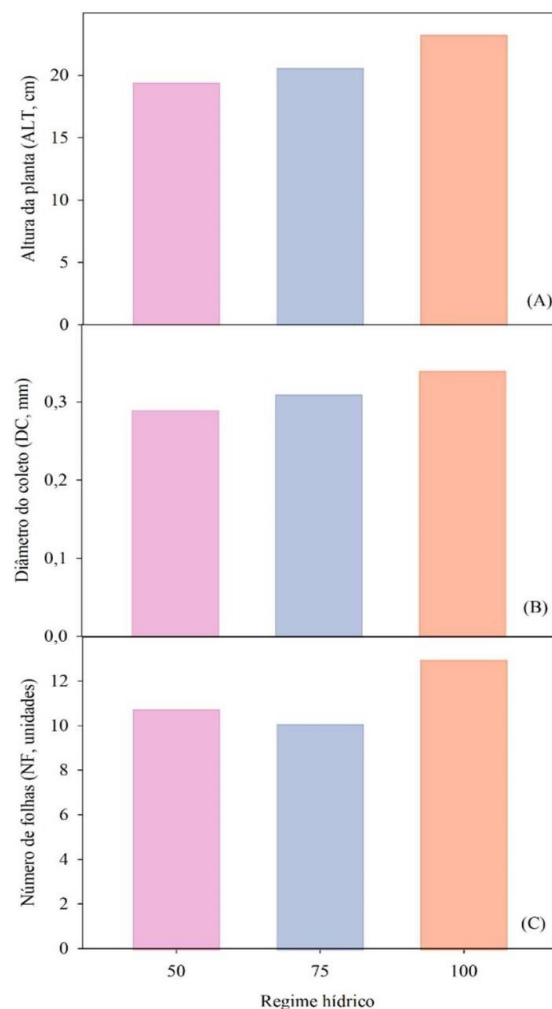
Figura 3 - (a) Biomassa seca da folha (BSF, g pl⁻¹) (b) Biomassa seca do caule (BSC, g pl⁻¹), (c) Biomassa seca da raiz (BSR, g pl⁻¹), (d) Partição biomassa seca da folha (pBSF)), (e) Partição biomassa seca do caule (pBSC) e (f) partição biomassa seca da raiz (pBSR) para mudas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

O incremento do regime hídrico foi favorável às características morfológicas das três espécies (Figura 4a-c). Quando se analisada a altura das plantas (ALT) (Figura 4a), observou que houve uma redução de 17% e 12%, com aplicação das lâminas de irrigação de 50% e 75% ET₀ em relação a de 100% ET₀. Para o número de folhas (NF) as menores lâminas reduziram a produção foliar em 17% em relação àquela de maior volume aplicado (Figura 4c).

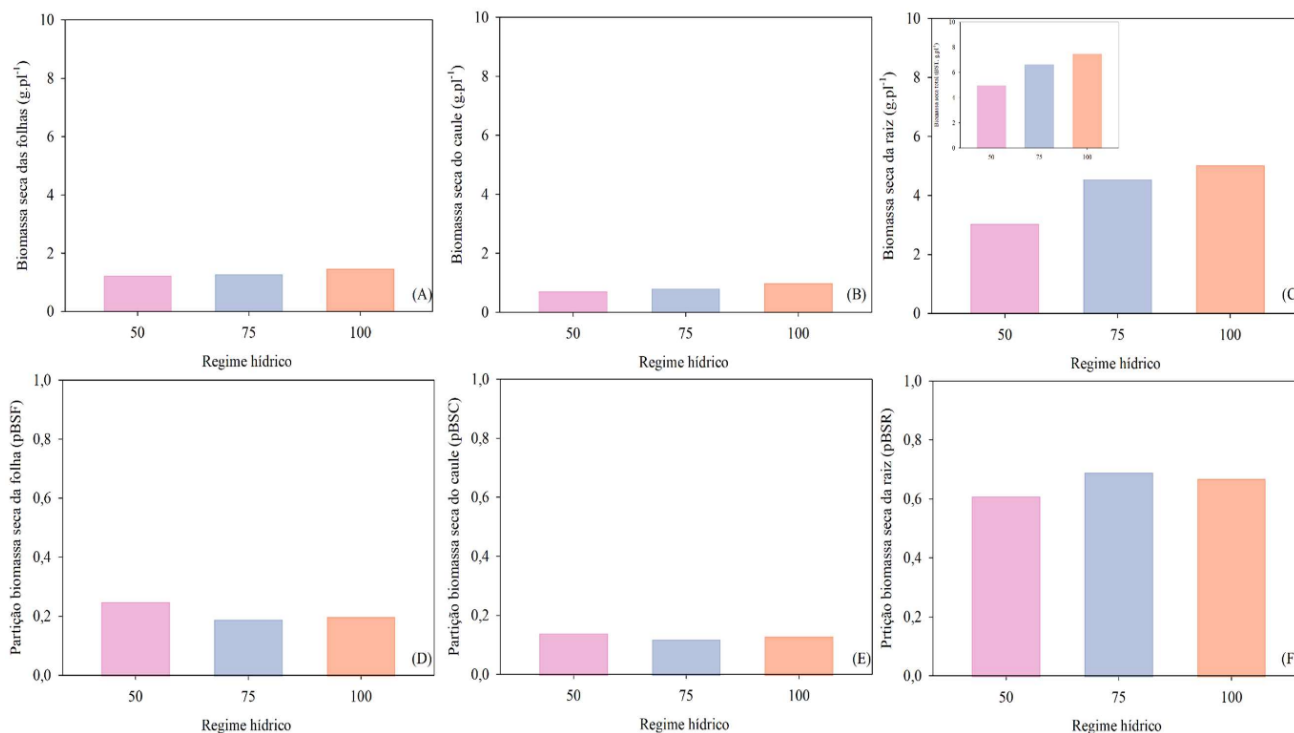
Figura 4 - (a) Altura (ALT), (b) diâmetro do coleto (DC) e (c) número de folhas (NF) em função do Regime hídrico: 50%, 75% e 100%. ET₀ nas espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, em Serra Talhada – PE.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

Efeitos dos diferentes regimes hídricos foram observados para a biomassa seca da raiz (BSR) e partição da biomassa das raízes (pBSR) ($p < 0,05$) (Figura 5). A biomassa seca da raiz (BSR) apresentou respostas negativas (Figura 5c), com reduções de 10% e 39% para os níveis de regime hídrico 75% e 100% ET₀ em relação a 50% ET₀. Resultado semelhante foi encontrado por Nascimento *et al.*, (2011) com as espécies *Hymenaea courbaril* (L.), em condições semelhantes de disponibilidade de água. Uma justificativa para esses resultados é que espécies nativas da Caatinga investem mais na produção de biomassa radicular durante seu crescimento inicial, como um mecanismo de tolerância para períodos mais críticos (Correia & Nogueira, 2004; Lenhard *et al.*, 2010; Wang *et al.*, 2026). Além disso, foi observado resultados similares entre os tratamentos para a (pBSR) não havendo diferença significativa.

Figura 5 - (a) Biomassa seca da folha (BSF) (b) Biomassa seca do caule (BSC), (c) Biomassa seca da raiz (BSR), (d) Partição biomassa seca da folha (pBSF)), (e) Partição biomassa seca do caule (pBSC) e (f) partição biomassa seca da raiz (pBSR) em função do regime (50%, 75% e 100%) para as espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz, em Serra Talhada – PE.

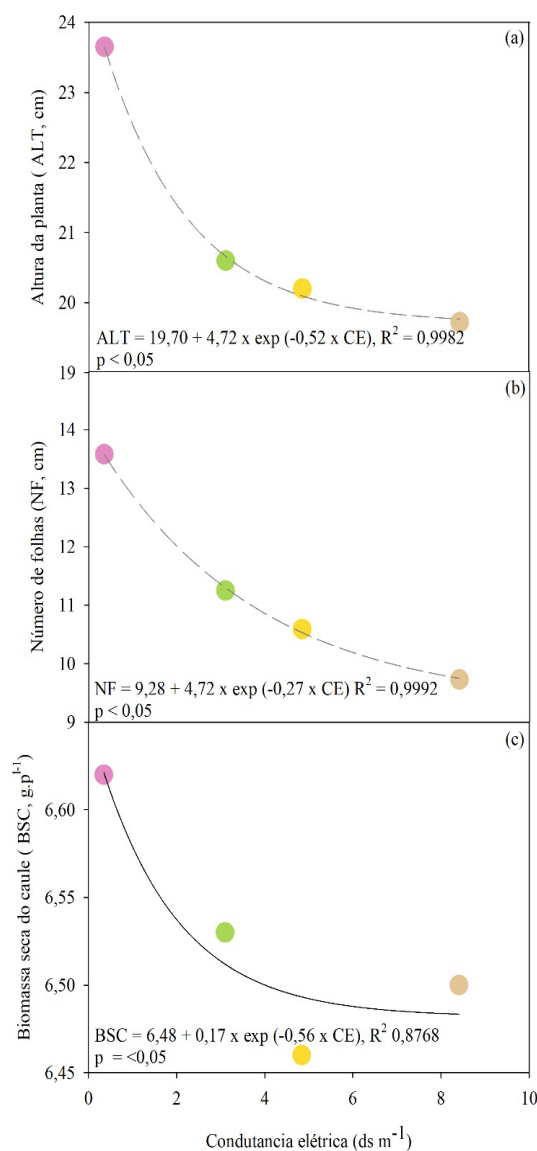


Fonte: Dados da pesquisa (2026).

A altura das plantas (Figura 6a) foi favorecida sob a condutividade elétrica da água (CEa) de 0,35 dS m⁻¹ com média estimada de 23,6 cm. O maior número de folhas (13,6 unidades aproximadamente) foi obtido com a CEa de 0,35 dS m⁻¹ (Figura 6b). A medida em que houve um aumento da salinidade, reduções gerais da morfologia e das taxas de crescimento da espécie foram constatadas (Figura 6), essa condição pode ser explicada pela toxicidade dos sais nos tecidos e acúmulo tanto dentro da planta quanto fora no solo prejudicando a absorção d'água pelas raízes e seu desenvolvimento adequado. Como visto por (Lima *et al.*, 2018) as espécies nativas da caatinga possuem mecanismos de adaptações a estresse salino para manter suas atividades vitais como o desenvolvimento vegetal e reprodutivo mesmo de forma limitada.

Já a biomassa seca do caule (BSC) das mudas apresentou redução ao incremento da salinidade, contudo foi observado um comportamento semelhante entre as espécies (Figura 6c). O estresse salino pode influenciar significativamente o desenvolvimento das espécies, principalmente em seu estágio inicial. Segundo Nery *et al.*, (2009), a variável se mostra bastante sensível a estresse salino quando analisadas espécies nativas da Caatinga.

Figura 6 - (a) Altura das plantas (ALT, cm), (b) número de folhas (NF, unidades) e (c) biomassa seca do caule (BSC, g pl^{-1}), para as espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz submetidas à diferentes níveis de salinidade (representados pelas condutividades elétricas (CE) da água de irrigação de 0,35 dS m^{-1} , 3,10 dS m^{-1} , 4,84 dS m^{-1} e 8,41 dS m^{-1}), em Serra Talhada-PE.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

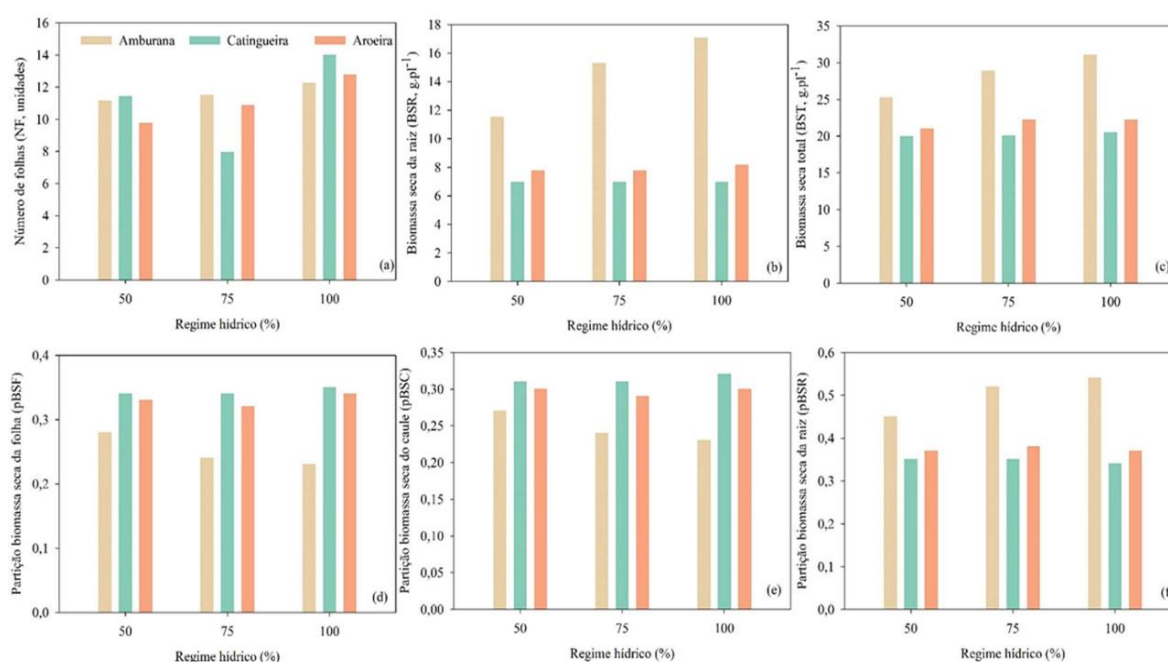
Como visto, o regime hídrico apresentou diferentes aspectos para as espécies analisadas (Figura 7). Quanto ao número de folhas (Figura 7a), as plantas submetidas a 100% ET_0 apresentaram as maiores médias de emissão de folhas (12,9 folhas), diferenciando-se estatisticamente dos demais tratamentos, no qual, a espécie *P.pyramidalis* se sobressaiu em relação às demais. Não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos 75% e 50% ET_0 .

Com relação a pBSF (Figura 7d), nota-se um comportamento semelhante entre as espécies *P.pyramidalis* e *A. urundeuva* em todas as lâminas de irrigação, não apresentando diferença estatísticas. Contudo, para a espécie *A. cearensis* teve uma redução no seu incremento, na qual, as reduções foram de 5% e 18% para as lâminas de 75% e 50% ET_0 , em relação as plantas cultivadas em 100% ET_0 .

Já a biomassa seca da raiz (BSR) (Figura 7b) para *A. cearenses* houve um incremento positivo, com aumento de

32% e 24% nos tratamentos com 100% e 75% da evaporação de referência (ET_0), respectivamente, em comparação a 50% ET_0 . Esses resultados estão em corroboram com os obtidos por Almeida *et al.* (2005) e Costa (2004) que obtiveram valores semelhantes, utilizando plantas em condições hídricas normais, confirmando a produção de matéria seca em plantas submetidas a 100% ET_0 . Ao avaliarem o crescimento das espécies *Mimosa caesalpinifolia*, *Enterolobium contortisiliquum*, *Prosopis juliflora* e *Tabebuia aurea* sob estresse hídrico em casa de vegetação, Da Silva e Nogueira (2003) observaram que o estresse hídrico afetou a ET_0 a BSF, BSR e BST para todas as espécies analisadas. Contudo, apesar dessas alterações, não houve comprometimento significativo na biomassa seca total, apenas variação entre parte aérea e raízes, evidenciando estratégias adaptativas ao estresse. Já em relação para a partição da biomassa seca da raiz (pBSR), o comportamento foi semelhante a BSR, no qual, a espécie *A. cearenses* teve um aumento de 7% entre os tratamentos 50% ET_0 , e 100% ET_0 . Segundo Pereira *et al.* (2014), isso ocorre porque a espécie possui raízes xilopódio que auxiliam no armazenamento da água e na tolerância ao déficit hídrico.

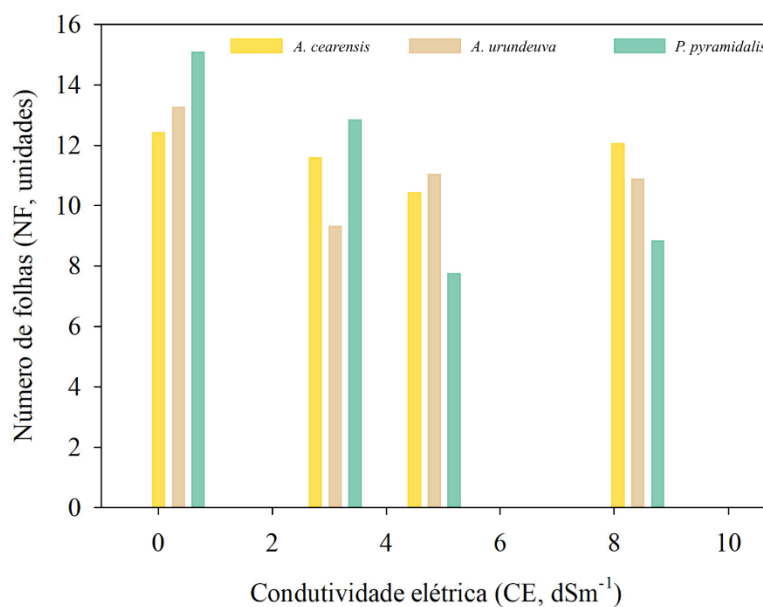
Figura 7 - (a) Número de folhas (NF, unidades), (b) Biomassa seca do raiz (BSR, g pl^{-1}), (c) Biomassa seca da total (BST g. pl^{-1}), (d) Partição biomassa seca da folha (pBSF)), (e) Partição biomassa seca do caule (pBSC) e (f) partição biomassa seca da raiz (pBSR) para as espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz submetidas à diferentes regimes hídricos (50%, 75% e 100% ET_0), em Serra Talhada-PE.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

No presente estudo a *A. urundeuva* apresentou diferença significativa entre os níveis de salinidade, se mostrando mais sensível aos níveis mais elevados. O maior número de folhas foi com aplicação de 0,35 $dS\ m^{-1}$, comportamento semelhante ao observado para *P. pyramidalis* (Figura 8). Já a *A. cearensis*, apresentou tolerância as variações dos níveis de salinidade, mostrando maior resistência em ambientes com salinidade. Sendo possível observar que as respostas aos fatores abióticos regime hídrico e salinidade estão associadas à espécie e tempo de exposição (Gupta *et al.*, 2017; Alcantara-Martinez *et al.*, 2016; Murtaza *et al.*, 2024; Liu *et al.*, 2025).

Figura 8 - Número de folhas (NF, unidades), para as espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz submetidas à diferentes níveis de salinidade (representados pelas condutividades elétricas (CE) da água de irrigação de 0,35 dS m⁻¹, 3,10 dS m⁻¹, 4,84 dS m⁻¹ e 8,41 dS m⁻¹), em Serra Talhada-PE.



Fonte: Dados da pesquisa (2026).

4. Conclusão

Neste estudo, investigamos as respostas das espécies *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, *Astronium urundeuva* (Allemão) Engl e *Poincianella pyramidalis* (Tul.) L. P. Queiroz. Nossos resultados demonstram uma maior tolerância de *Poincianella pyramidalis* as condições analisadas. As espécies apresentaram maior sensibilidade ao estresse salino, o qual impactou negativamente em seu crescimento e desenvolvimento. O estresse hídrico afetou altura, número de folhas e biomassa seca das folhas. A lâmina que apresentou melhor desempenho foi a de 100% ET₀ em ambas as espécies.

Referências

- Alcantara-Martinez, N., Guizar, S., Cabrera, F. R., Anicácio-Acevedo, B. E., Buendia-Gonzalez, L., & Volke-Sepúlveda, T. (2016). Tolerance, arsenic uptake, and oxidative stress in *Acacia farnesiana* under arsenate stress. *International Journal of Phytoremediation*, 18(7), 671–678. <https://doi.org/10.1080/15226514.2015.1118432>
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D., & Smith, M. (1998). *Evapotranspiração da cultura: Diretrizes para calcular os requisitos de água da cultura*. FAO. <https://doi.org/10.1002/047147844X.aw57>
- Almeida, S. M. Z., Soares, A. M., Castro, E. M., Vieira, C. V., & Gajego, E. B. (2005). Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência Rural*, 35, 62–68. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782005000100010>
- Alvarez, I. A., Oliveira, U. R., Mattos, P. P., Braz, E. M., & Canetti, A. (2012). *Arborização urbana no semiárido: Espécies potenciais na Caatinga*. Embrapa Florestas. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.2503.8883>
- Araújo, Y. P., Souza, L. S. B., Silva, T. G. F., & Moura, M. S. B. (2020). Water and radiation use efficiencies by *Erythrina velutina* and *Enterolobium contortisiliquum* under different water conditions. *Floresta e Ambiente*, 28, e2020. <https://doi.org/10.1590/2179-8087-FLORAM-2019-0080>
- Ashraf, M. (2009). Biotechnological approach of improving plant salt tolerance using antioxidants as markers. *Biotechnology Advances*, 27(1), 84–93. <https://doi.org/10.1016/j.biotechadv.2008.09.003>
- Barros, J. P. A., Souza, L. S. B., Silva, T. G. F., Moura, M. S. B., & Silva, L. F. (2019). Partitioning and modeling of biomass in caatinga legume seedlings in different water conditions. *Floresta e Ambiente*, 26, e20180348. <https://doi.org/10.1590/2179-8087.034818>
- Bessa, M. C., Lacerda, C. F., Amorim, A. V., Bezerra, A. M. E., & Lima, A. D. (2017). Mechanisms of salt tolerance in seedlings of six woody native species of the Brazilian semi-arid. *Revista Ciência Agronômica*, 48, 157–165. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170018>

- Correia, K. G., & Nogueira, R. J. M. C. (2004). Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, 4(2).
- Costa, P. M. F. (2004). *Efeitos da alta concentração de CO₂ sobre o crescimento e o estabelecimento de plântulas de jatobá de mata (Hymenaea courbaril L. var. stilbocarpa)* (Tese de doutorado). <https://doi.org/10.47749/T/UNICAMP.2004.300740>
- Gupta, P., Srivastava, S., & Seth, C. S. (2017). 24-Epibrassinolide and sodium nitroprusside alleviate the salinity stress in *Brassica juncea* L. cv. Varuna through cross talk among proline, nitrogen metabolism and abscisic acid. *Plant and Soil*, 411, 483–498. <https://doi.org/10.1007/s11104-016-3043-6>
- Jardim, A. M. R. F., Silva, T. G. F., Souza, L. S. B., Júnior, G. N. A., Alves, H. K. M. N., Souza, M. S., et al. (2021). Intercropping forage cactus and sorghum in a semi-arid environment improves biological efficiency and competitive ability through interspecific complementarity. *Journal of Arid Environments*, 188, 104464. <https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2021.104464>
- Leite, T. S. (2022). *Ecophysiology of caatinga tree species as a function of drought stress and rehydration*. <https://doi.org/10.21708/btdt.ppgfito.tesc.7897>
- Lenhard, N. R., Scalón, S. P. Q., & Novelino, J. O. (2010). Crescimento inicial de mudas de pau-ferro (*Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. var. leiostachya Benth.) sob diferentes regimes hídricos. *Ciência e Agrotecnologia*, 34, 870–877. <https://doi.org/10.1590/S1413-70542010000400011>
- Lima, A. D., Bezerra, F. M. S., Neves, A. L. R., Sousa, C. H. C., Lacerda, C. F., & Bezerra, A. M. E. (2018). Response of four woody species to salinity and water deficit in initial growth phase. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 22, 753–757. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n11p753-757>
- Lima, D. A. (1989). *Plantas da caatinga*. Academia Brasileira de Ciências.
- Liu, W., Huang, M., Tang, H., Han, R., & Luo, Y. (2025). The effect of salt-drought stress on the growth and physiological characteristics of *Viola tricolor* seedlings. *Frontiers in Plant Science*, 16, 1552092. <https://doi.org/10.3389/fpls.2025.1552092>
- Löf, M., et al. (2019). Restoring forests: Regeneration and ecosystem function for the future. *New Forests*, 50, 139–151. <https://doi.org/10.1007/s11056-019-09713-0>
- Maisuria, H. J., Dhaduk, H. L., Kumar, S., Sakure, A. A., & Thounaojam, A. S. (2023). Physiological and gene expression responses involved in teak (*Tectona grandis* L.) seedlings exposed to osmotic and salt stressors. *Molecular Biology Reports*, 1–12. <https://doi.org/10.1007/s11033-023-08437-x>
- MapBiomias. (2019). *Infográfico Caatinga*. <https://mapbiomas-brsite.s3.amazonaws.com/Infograficos/Colecao5/MBI-Infografico-caatinga-5.0-BR.jpg>
- Munns, R., & Tester, M. (2008). Mechanisms of salinity tolerance. *Annual Review of Plant Biology*, 59, 651–681. <https://doi.org/10.1146/annurev.arplant.59.032607.092911>
- Murtaza, G., Usman, M., Iqbal, J. et al. O impacto da adição de biochar nas características morfofisiológicas, produtividade e eficiência do uso da água em plantas de tomate sob estresse hídrico e salino. *BMC Plant Biol* 24 , 356 (2024). <https://doi.org/10.1186/s12870-024-05058-9>
- Nascimento, H. H. C., Nogueira, R. J. M. C., Silva, E. C., & Silva, M. A. (2011). Análise do crescimento de mudas de jatobá (*Hymenaea courbaril* L.) em diferentes níveis de água no solo. *Revista Árvore*, 35, 617–626. <https://doi.org/10.1590/S0100-67622011000400005>
- Nery, A. R., Rodrigues, L. N., Silva, M. B. R., Fernandes, P. D., Chaves, L. H. G., Neto, J. D., et al. (2009). Crescimento do pinhão-mansão irrigado com águas salinas em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13, 551–558. <https://doi.org/10.1590/S1415-43662009000500007>
- Pereira, A. S. et al. (2018). *Metodologia da pesquisa científica*. [Free ebook]. Editora da UFSM.
- Pereira, E. P. L., Ribeiro, P. R., Loureiro, M. B., Castro, R. D., & Fernández, L. G. (2014). Effect of water restriction on total phenolics and antioxidant properties of *Amburana cearensis* cotyledons during seed imbibition. *Acta Physiologiae Plantarum*, 36, 1293–1297. <https://doi.org/10.1007/s11738-014-1503-2>
- Pêchêux, M. (2017). *Análise do discurso*. Editora Pontes Editores. ISBN: 9788571133358.
- Risemberg, R. I. C. et al. (2026). A importância da metodologia científica no desenvolvimento de artigos científicos. *E-Acadêmica*, 7(1), e0171675. <https://doi.org/10.52076/eacad-v7i1.675>
- Scarpa, A. L. M., Cruz, Y. C., Duarte, V. P., Castro, E. M., Pasqual, M., Oliveira, J. P. V., et al. (2022). Growth response, gas exchange, and leaf anatomy of *Handroanthus* spp. seedlings in mine tailings enriched with nutrient solution. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition*, 22(3), 3774–3787. <https://doi.org/10.1007/s42729-022-00926-5>
- Shitsuka, R. et al. (2014). *Matemática fundamental para tecnologia*. (2ed). Editora Érica.
- Souza, B. D., Meiado, M. V., Rodrigues, B. M., & Santos, M. G. (2010). Water relations and chlorophyll fluorescence responses of two leguminous trees from the Caatinga to different watering regimes. *Acta Physiologiae Plantarum*, 32, 235–244. <https://doi.org/10.1007/s11738-009-0394-0>
- Souza, L. S. B., Moura, M. S. B., Sediya, G. C., & Silva, T. G. F. (2015). *Balanco de radiação em ecossistema de Caatinga preservada durante um ano de seca no Semiárido Pernambucano*. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v8.1.p041-055>
- Taiz, L., et al. (2015). *Plant physiology and development*.
- Temperton, V. M., Buchmann, N., Buisson, E., Durigan, G., Kazmierczak, I., Perring, M. P., et al. (2019). Step back from the forest and step up to the Bonn Challenge: How a broad ecological perspective can promote successful landscape restoration. *Restoration Ecology*, 27(4), 705–719. <https://doi.org/10.1111/rec.12989>

- Wang, X., An, Y., Wang, L., Zhang, M., Xing, X., Tong, S., & Wu, H. (2026). Leaf and root traits codetermine biomass production and allocation patterns in agriculturally managed wetlands in a semi-arid region. *Agriculture, Ecosystems & Environment*, 400, 110229. <https://doi.org/10.1016/j.agee.2026.110229>
- Zhang, C., Jin, Y., Wang, J., Zhang, Y., Zhao, Y., Lu, X., ... & Guo, X. (2025). Analysis of stomatal characteristics of maize hybrids and their parental inbred lines during critical reproductive periods. *Frontiers in Plant Science*, 15, 1442686. <https://doi.org/10.3389/fpls.2024.1442686>
- Zhu, J.-K. (2016). Abiotic stress signaling and responses in plants. *Cell*, 167(2), 313–324. <https://doi.org/10.1016/j.cell.2016.08.029>