



**UFRPE**

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO  
UNIDADE ACADÊMICA DE SERRA TALHADA  
CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MÁRCIA BRUNA MARIM DE MOURA**

**CRESCIMENTO DE ESPÉCIES DA CAATINGA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES  
DE ESTRESSES ABIÓTICOS**

**SERRA TALHADA - PE**

**2024**

MÁRCIA BRUNA MARIM DE MOURA

CRESCIMENTO DE ESPÉCIES DA CAATINGA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE  
ESTRESSES ABIÓTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Luciana Sandra Bastos de Souza

SERRA TALHADA - PE

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal Rural de Pernambuco  
Sistema Integrado de Bibliotecas  
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- M929c Moura, Márcia Bruna Marim  
Crescimento de espécies da Caatinga sob diferentes condições de estresses abióticos / Márcia Bruna Marim Moura. -  
2024.  
48 f. : il.
- Orientadora: Luciana Sandra Bastos de .  
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em  
Ciências Biológicas, Serra Talhada, 2024.
1. Estresse salino. 2. Déficit hídrico. 3. Semiárido. 4. Tolerância. 5. Irrigação . I. , Luciana Sandra Bastos de, orient.  
II. Título

CDD 574

---

MÁRCIA BRUNA MARIM DE MOURA

CRESCIMENTO DE ESPÉCIES DA CAATINGA SOB DIFERENTES CONDIÇÕES DE  
ESTRESSES ABIÓTICOS

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC) apresentado ao Curso de Bacharelado em Ciências Biológicas, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), como requisito obrigatório para obtenção do título de Bacharela em Ciências Biológicas.

DEFENDIDA em 15 de fevereiro de 2024.

COMISSÃO EXAMINADORA:

---

Profa. Dra. Luciana Sandra Bastos de Souza (Orientadora) - UFRPE/UAST

---

Dr. Carlos André Alves de Souza (1º Avaliador) - UFRPE/UAST

---

Dr. José Edson Florentino de Moraes (2º Avaliador) - UFRPE/UAST

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que em sua infinita bondade me concedeu o dom da vida e por colocar no meu coração a vontade de exercer minha paixão pela ciência.

À Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), por ter me possibilitado viver a graduação.

Ao Programa de Residência Universitária para a Graduação (PRUG), por transformar minha vida e permitir concluir a graduação.

Aos(às) professores (as) pelos conhecimentos e conselhos para minha formação profissional e pessoal.

À professora e orientadora, Luciana Sandra Bastos de Souza, pelas contribuições, acolhimento e despertar em mim o desejo de ser pesquisadora e, principalmente, pela amizade durante minha jornada acadêmica.

À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), pela concessão da bolsa de Iniciação Científica.

Ao laboratório de Bioclimatologia, Hidrologia e Meteorologia (BIOHIMET), em especial a Tays Ferreira, e Marcia Nunes pela amizade, e por tornar a jornada mais alegre.

Aos(às) profissionais técnicos e terceirizados(às) da UAST, pelos serviços prestados.

A minha família e namorado, pelo incentivo durante os momentos difíceis.

Aos meus amigos, Camilla, Jessica, Anailde, Josileide, Isla, Taciana, Elizabety, Mariana, em especial a Amanda de Brito Cavalcanti, Cintia Amando Leite da Silva, Rafael Salú, Poliana Cachoeira, Tays Ferreira Barros e Marcia Nunes de Melo Santos, que me acompanharam durante a graduação, deixando a jornada mais leve e alegre.

A todos(as) aqueles(as) que de algum modo me incentivaram durante essa jornada.

A mim, Márcia Bruna Marim de Moura, por não desistir dos meus sonhos mesmo nos dias mais difíceis.

Muito obrigada!

*“Estou entre aqueles que acham que a ciência tem uma grande beleza”.*

**-Marie Curie-**

## RESUMO

A Caatinga é a maior floresta seca tropical da América do Sul e abrange uma enorme biodiversidade, desempenhando um papel essencial nos serviços ecossistêmicos. Todavia, a pressão antrópica tem intensificado a degradação da cobertura vegetal nativa da Caatinga e a salinização do solo. Este estudo teve como objetivo avaliar as respostas morfológicas de espécies de mudas de *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose quanto ao uso de recursos naturais quando submetidas aos estresses combinados de salinidade e déficit hídrico. O trabalho foi desenvolvido no período de 10 de julho à 20 de novembro de 2023 no interior de um viveiro, localizado na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, município de Serra Talhada-PE. As sementes foram semeadas em bandeja e, posteriormente transplantadas para sacos de polietileno, com capacidade para 8 kg, os quais foram preenchidos com solo e areia na proporção 2:1. As plantas foram dispostas no delineamento experimental inteiramente casualizado, com quatro repetições. As espécies foram submetidas à três regimes hídricos (RH) com base na evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>): RH1 –50%, RH2-75% e RH3-100% da ET<sub>o</sub>, e quatro níveis de salinidade: N1 - água da rede de abastecimento (0,27 dS/m), N2 – 2,52 dS/m, N3 – 6,35 dS/m e N4 – 7,38 dS/m. Em intervalos de 15 dias foram obtidos dados biométricos: altura (ALT), número de folhas (NF), diâmetro do coleto (DC). Já ao final dos experimentos informações da biomassa total das plantas e suas partições foram adquiridos. Os resultados demonstraram uma maior tolerância de *H. impetiginosus* às condições analisadas. As espécies apresentaram maior sensibilidade ao estresse salino, o qual influenciou negativamente no crescimento e o acúmulo de biomassa seca em até 98%. O aumento do déficit hídrico reduziu a altura, diâmetro do coleto, número de folhas, biomassa da raiz e biomassa total. A lâmina que apresentou o melhor desempenho foi a de 100% em ambas as espécies.

**Palavras-chave:** Estresse salino; déficit hídrico; semiárido; tolerância e irrigação

## ABSTRACT

The Caatinga is the largest tropical dry forest in South America and encompasses enormous biodiversity, playing an essential role in ecosystem services. However, anthropogenic pressure has intensified the degradation of the Caatinga's native vegetation cover and soil salinization. The aim of this study was to evaluate the morphological responses of *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos and *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose seedling species to the use of natural resources when subjected to the combined stresses of salinity and water deficit. The work was carried out between July 10 and November 20, 2023, inside a nursery located in the Serra Talhada Academic Unit, in the municipality of Serra Talhada-PE. The seeds were sown in a tray and then transplanted into polyethylene bags with a capacity of 8 kg, which were filled with soil and sand in a 2:1 ratio. The plants were arranged in a completely randomized experimental design, with four replications. The species were subjected to three water regimes (RH) based on reference evapotranspiration (ET<sub>o</sub>): RH1 -50%, RH2-75% and RH3-100% of ET<sub>o</sub>, and four salinity levels: N1 - mains water (0.27 dS/m), N2 - 2.52 dS/m, N3 - 6.35 dS/m and N4 - 7.38 dS/m. Biometric data was obtained at 15-day intervals: height (ALT), number of leaves (NF), collar diameter (DC). At the end of the experiments, information on total plant biomass and its partitioning was acquired. The results showed that *H. impetiginosus* was more tolerant to the conditions analyzed. The species showed greater sensitivity to salt stress, which negatively influenced growth and dry biomass accumulation by up to 98%. Increased water deficit reduced height, collar diameter, number of leaves, root biomass and total biomass. The best performing water table was 100% for both species.

**Keywords:** Salt stress; water deficit; semi-arid; tolerance and irrigatio



## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 1</b>	Localização da Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/UAST), no município de Serra Talhada - PE, Brasil.....	18
<b>Figura 2</b>	Média diária das variáveis meteorológicas (a) Temperatura (°C) e umidade do ar (UR%), (b) Radiação (MJ, mm <sup>2</sup> /dia) e precipitação (p,mm/dia) no período de 10 junho a 20 de setembro de 2023, Serra Talhada-PE.....	19
<b>Figura 3</b>	Viveiro experimental do Grupo de bioclimatologia, hidrologia e meteorologia (BioHimet).....	20
<b>Figura 4</b>	Respostas das variáveis Altura da planta (ALT, cm – a), diâmetro do coleto (DC, mm – b), número de folhas (NF, unidades – c), biomassa das folhas (BSF, g – d), biomassa do caule (BSC, g - e), biomassa da raiz (BSR, g - f), biomassa total (BST, g) e Relação diâmetro/altura (D/ALT - h), Eficiência do uso da água (EUA, g/L – i), para as espécies <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose submetidas à diferentes níveis de salinidade representados pelas seguintes condutividades elétricas (CE) da água de irrigação: 0,27, 2,52, 6,35 e 7,38 dS m <sup>-1</sup> , Serra Talhada-PE.....	23
<b>Figura 5</b>	Respostas das variáveis Altura da planta (ALT, cm – a), número de folhas (NF, unidade – b), biomassa da raiz (BSR, g – c), biomassa total (BST, g) e Relação diâmetro/altura (D/ALT - h), para as espécies <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose submetidas à diferentes lâminas de irrigação (50%, 75% e 100% ETo), Serra Talhada-PE.....	26
<b>Figura 6</b>	Resposta das espécies <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose Altura da planta (ALT, cm – a), diâmetro do coleto (DC, mm – b), número de folhas (NF, unidades – c), biomassa das folhas (BSF, g – d), biomassa do caule (BSC, g - e), biomassa da raiz (BSR, g - f), biomassa total (BST, g) Relação diâmetro/altura (D/ALT - h) e Eficiência do uso da água (EUA, g/L – i).....	26
<b>Figura 7</b>	Resposta da variável altura (ALT) em função do acúmulo de graus dias das espécies <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100% ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,27, 2,52, 6,35, 7,38 dS m <sup>-1</sup> , em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024.....	32
<b>Figura 8</b>	Resposta da variável diâmetro do coleto (DC) em função do acúmulo de graus dias das espécies <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose, submetidas aos	

regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100% ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,27, 2,52, 6,35, 7,38 dS m<sup>-1</sup>, em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024..... 33

**Figura 9** Resposta do número de folhas (NF-unidade) (ALT) em função do acúmulo de graus dias das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100% ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,27, 2,52, 6,35, 7,38 dS m<sup>-1</sup>, em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024..... 33

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Análise de variância, p-valor obtido a partir da análise de variância da altura (ALT), diâmetro (DC), número de folha (NF), biomassa seca das folhas (BSF), biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca total (BST) e diâmetro/altura (DC/ALT), para as espécies <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100% ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,27, 2,52, 6,35, 7,38 dS m <sup>-1</sup> , em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024.....	23
<b>Tabela 2</b>	Efeitos do regime hídrico (50%, 75% e 100% ETo) e níveis de salinidade (NS1 = 0,278 dS m <sup>-1</sup> , NS2= 2,252 dS m <sup>-1</sup> , NS3 = 6,35 dS m <sup>-1</sup> e NS4 = 7,38 dS m <sup>-1</sup> ) na altura (ALT – cm), diâmetro do coleto (DC – mm), número de folhas (NF – unidade), biomassa da folha (BSF – g), biomassa da raiz (BSR – g), biomassa seca total (BST – g) e eficiência do uso da água (EUA – g/L).....	28
<b>Tabela 3</b>	Efeitos da interação espécie e níveis de salinidade (NS1 = 0,278 dS m <sup>-1</sup> , NS2= 2,252 dS m <sup>-1</sup> , NS3 = 6,35 dS m <sup>-1</sup> e NS4 = 7,38 dS m <sup>-1</sup> ) na altura (ALT – cm), diâmetro do coleto (DC – mm), número de folhas (NF – unidade), biomassa da folha (BSF – g), biomassa da raiz (BSR – g), biomassa seca total (BST – g) e Relação diâmetro/altura (D/ALT – h).	29
<b>Tabela 4</b>	Efeitos da interação espécie ( <i>H. impetiginosus</i> e <i>H. spongiosus</i> ) e regimes hídricos (50%, 75% e 100% ETo) na altura (ALT – cm), diâmetro do coleto (DC – mm), número de folhas (NF – unidade), biomassa da folha (BSF – g) e biomassa da raiz (BSR – g). .....	30
<b>Tabela 5</b>	Efeitos do regime hídrico (50%.ETo, 75%.ETo e 100%.ETo), níveis de salinidade (NS1 = 0,278 dS m <sup>-1</sup> , NS2 = 2,252 dS m <sup>-1</sup> , NS3 = 6,35 dS m <sup>-1</sup> e NS4 = 7.38 dS m <sup>-1</sup> ) e espécies ( <i>Handroanthus impetiginosus</i> (Mart. ex DC.) Mattos e <i>Handroanthus spongiosus</i> (Rizzini) S) na biomassa seca da folha (BSF – g), biomassa seca da raiz (BSR – g), biomassa seca total (BST – g) e eficiência do uso da água (EUA –g/L) .....	31

## LISTA ABREVIATURAS E SIGLAS

ALT	Altura da planta
BSF	Biomassa seca da folha
BFC	Biomassa seca do caule
BSR	Biomassa seca da raiz
BST	Biomassa seca total
CE	Condutividade elétrica
DC	Diâmetro do coleto
ET <sub>o</sub>	Evapotranspiração de referência
EUA	Eficiência do uso da água
EXP1	Experimento 1
EXP2	Experimento 2
GDA	Graus dias acumulados
NH	Nível hídrico
NS	Nível de salinidade
TAF	Taxa de aparecimento foliar

## SUMÁRIO

<b>1. APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>9</b>
<b>2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
2.1 A salinidade em ambientes semiáridos .....	9
2.2 A escassez hídrica em ambientes semiáridos .....	10
2.3 Efeitos do estresse hídrico e salino nas plantas .....	11
2.3.1 Germinação .....	11
2.3.1 Crescimento inicial .....	12
2.3.3 Fisiologia .....	13
<b>3. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>15</b>
<b>4. METODOLOGIA.....</b>	<b>17</b>
4.2 Variáveis meteorológicas.....	18
4.3 Variáveis bioclimáticas .....	20
4.3.1 Graus dia acumulados .....	20
4.3.2 Taxa de aparecimento foliar.....	21
4.3.3 Filocrono .....	21
<b>5. RESULTADOS .....</b>	<b>21</b>
<b>6. DISCUSSÃO .....</b>	<b>33</b>
<b>7. CONCLUSÃO.....</b>	<b>35</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>35</b>

## 1. APRESENTAÇÃO

Nos últimos anos as ações antrópicas no meio têm levado à perdas significativas da vegetação de Caatinga, as quais podem ser potencializadas pelas mudanças climáticas. Pesquisas apontam que mais da metade da flora já foi modificada, com conseqüentes reduções na biodiversidade e nos serviços ecossistêmicos. Nesse contexto, estratégias de recuperação dessas áreas desmatadas devem ser urgentemente priorizadas.

A escassez hídrica, condições bioclimáticas e solo da região, dificultam atividades de recomposição. Neste caso, em muitas situações a utilização de águas com qualidade inferior, como aquelas que apresentam altos teores de sais se faz necessária e pode resultar em diminuição no crescimento de mudas ou mesmo em sua morte. Nessa circunstância, a busca por espécies tolerantes a essas condições pode auxiliar no sucesso da atividade. Partindo dessas informações, analisamos o crescimento de duas espécies da Caatinga: *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose sob diferentes condições abióticas. Este trabalho está dividido em dois capítulos: 1- Revisão bibliográfica na qual foi abordada as condições abióticas presentes na região semiárida, e os efeitos que podem desencadear no desenvolvimento de plantas, desde a fase germinativa até o crescimento inicial; 2- Artigo científico que trata dos principais achados oriundos da realização de dois experimentos simultâneos para a análise das respostas das espécies *H. impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *H. spongiosus* (Rizzini) S. sob diferentes regimes hídricos e níveis de salinidade.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

### 2.1 A salinidade em ambientes semiáridos

O processo de salinização consiste na elevada concentração de sais mais solúveis (cloretos, sulfatos, carbonatos, bicarbonatos de  $\text{Na}^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$  e  $\text{Mg}^{2+}$ ) que o gesso ( $\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ ), nos horizontes ou camadas do perfil de solo. As fontes fornecedoras dos sais solúveis são, primordialmente, os minerais primários formadores das rochas, por intemperismo químico, sendo a água o principal agente carreador (Ribeiro *et al.*, 2016), sendo classificada em primária ou natural e secundária. A salinização primária ou natural ocorre devido a características ambientais, como clima, drenagem do solo, topografia e relevo. O processo consiste no transporte de sais pelos capilares de água salobra para camadas não salinizadas do solo, depositados principalmente próximo a superfície devido a alta evapotranspiração (Akça *et al.*,

2020). Já a salinização secundária ou antropogênica é causada por práticas inadequadas de irrigação, normalmente com um sistema de drenagem ineficiente, ou pelo uso de fertilizantes agrícolas com altos teores de sais (Pessoa *et al.*, 2016; Zhou *et al.*, 2013).

Nas regiões semiáridas, a baixa precipitação e altas evapotranspirações intensificam o processo de salinização, tendo em vista que os sais são lixiviados e acumulados no solo, dificultando a absorção de água e de nutrientes pelas plantas e o seu desenvolvimento (Vasconcelos *et al.*, 2013). Essas áreas são mais propensas e, além disso, o processo pode ocorrer de forma natural ou antropogênica, afetando os corpos hídricos, solos e toda a biodiversidade (Balakrishnan *et al.*, 2024).

O aumento populacional e demanda na produção de alimentos, associada às condições climáticas de baixas precipitações, altas taxas de evapotranspiração e o manejo inadequado de água para irrigação, leva a um aumento do número de áreas com solos salinizados, principalmente no semiárido brasileiro (Bezerra *et al.*, 2020; Tavares Filho *et al.*, 2020). A salinização provoca desequilíbrio na biodiversidade do solo e perdas nutricionais, pois influencia na sobrevivência de organismos da microbiota responsável pela manutenção dos ciclos biogeoquímicos (Sá *et al.*, 2021). Sendo considerada um precursor da desertificação (Castro; Santos, 2020).

## **2.2 A escassez hídrica em ambientes semiáridos**

O semiárido brasileiro tem como desafio a escassez hídrica, a região possui alta evapotranspiração (> 1600 mm) e baixas lâminas de chuvas anuais (300 a 800 mm) com irregular destruição espaço-temporal, resultando em um balanço hídrico negativo e períodos frequentes de secas prolongadas. Para suprir a demanda de água, as populações da região utilizam estratégias como barragens ou poços tubulares, no entanto, as águas subterrâneas podem não ser ideais para o consumo devido aos altos níveis de sais provenientes do seu material de origem, principalmente rochas sedimentares ricas em minerais alteráveis ou solúveis (Rodríguez *et al.*, 2016).

A ação antrópica, por meio da retirada da cobertura vegetal para o estabelecimento de cultivos agrícolas associada às vulnerabilidades climáticas da região favorecem a degradação do solo (Marengo *et al.*, 2018) e alteram a dinâmica da água e carbono (Oliveira *et al.*, 2021). Estudos revelam que nos próximos anos haverá aumento da escassez hídrica e aridez na região semiárida do Brasil, devido a uma queda nas chuvas (aproximadamente 22%), associadas à reduções na umidade do solo e aumento da temperatura do ar (Marengo; Bernasconi, 2015).

Sob estas condições a busca por ações de mitigação dos efeitos destas condições é necessária (Ledru *et al.*, 2020).

## **2.3 Efeitos do estresse hídrico e salino nas plantas**

### **2.3.1 Germinação**

A germinação é classificada como a fase crítica do desenvolvimento das plantas influenciada por fatores diversos, por exemplo, água, sais, temperatura, qualidade da semente, tempo de armazenamento, etc. O estresse salino influencia o desenvolvimento da raiz primária, velocidade e o tempo médio de germinação (Santos *et al.*, 2016). Essas anomalias são decorrentes da alteração no potencial osmótico do solo ou substrato, que restringem a absorção de água pela semente (Chaves; Flexas; Pinheiro, 2009). O excesso de sais provocam alterações na bomba de prótons e na capacidade de permeabilidade da membrana e transporte de solutos entre as células (Aragão *et al.*, 2009). Essas alterações nas reações bioquímicas da fase germinativa podem reduzir ou mesmo inibir a germinação devido a perda de vigor da semente (Anaya *et al.*, 2018).

Alguns estudos (Gomes; Gomes; Dantas, 2023; Pereira *et al.*, 2016; Santos, W. *et al.*, 2021a) têm simulado o efeito da salinidade na germinação de espécies florestais da Caatinga. Estes autores, ao analisar a espécie *Cenostigma pyramidale* (Tul.) Gagnon & G.P.Lewis observaram uma redução no índice de velocidade e porcentagem de germinação de 72 e 75%. Os mesmos resultados foram constatados para *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan (Gomes; Gomes; Dantas, 2023; Pereira *et al.*, 2016). A redução no potencial osmótico em decorrência do excesso de sais no solo provoca além da redução da absorção de água, produção de espécies reativas de oxigênio (ERO's), induzindo a desnaturação de proteínas comprometendo o vigor das sementes, como visto em *Eritrina velutina*, *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan, *Aspidosperma pyriformium* (Mart.) e *Myracrodruon urundeuva* (Fr. All.), apresentando queda na germinação e alterações em proteínas e açúcares (Nóbrega *et al.*, 2021; Sena *et al.*, 2023).

Em regiões com regimes hídricos intermitentes como o semiárido brasileiro, a disponibilidade momentânea de água ocasiona ciclos de hidratação e desidratação das sementes, que diminuem a porcentagem de germinação de espécies como a *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson (Nicolau *et al.*, 2020). Fatores como o tamanho e peso interferem na velocidade da hidratação das sementes e no sucesso germinativo de algumas espécies, como é o caso da *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith, suas sementes leves quando submetidas a estresses hídricos podem apresentar maior absorção de água quando comparadas a mais pesadas (Almeida *et al.*, 2014). A



associação dos estresses hídrico e salino podem potencializar os efeitos nocivos na germinação das espécies.

### 2.3.1 Crescimento inicial

A etapa de estabelecimento de plantas ocorre logo após a fase germinativa, assim como na germinação, é uma fase altamente sensível a estresses abióticos como salinidade e déficit hídrico. Durante o estabelecimento das mudas o excesso de sais limita o desenvolvimento das plantas através da restrição hídrica e a toxicidade causada pelo acúmulo de solutos com altas concentrações de sais, principalmente nas folhas das plântulas. Em *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson o estresse salino causou restrição no crescimento dos cotilédones, hipocótilo, raiz e na emergência das primeiras folhas, prejudicando a qualidade das mudas, além de alterar o acúmulo de proteínas solúveis e substâncias fotossintetizantes como o potássio (Ferreira *et al.*, 2021; Silva, H. *et al.*, 2019).

O aumento da salinidade leva a uma perda de água pelos tecidos, assim como uma queda na pressão de turgescência, que conseqüentemente pode levar a uma diminuição no crescimento de espécies como *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan, *Erythrina velutina* Willd. e *Aspidosperma pyrifolium* Mart. & Zucc. quando submetidas a águas salobras (Dantas *et al.*, 2019). Além de interferir no desenvolvimento das raízes, o estresse salino influencia na parte aérea das plantas como a *Mimosa ophthalmocentra* Mart. Ex Benth (Nogueira *et al.*, 2018).

O déficit hídrico é caracterizado como um dos principais causadores do atraso no desenvolvimento e má formação de plantas (Shane *et al.*, 2010). A falta de água diminui o potencial osmótico dos colóides do solo, dificultando a entrada de água pelas raízes, causando distúrbios metabólicos e no turgor (Lum *et al.*, 2014). Em experimentos com *Senegalia polyphylla* (DC.) Britton & Rose, pôde-se constatar que a densidade das plantas associadas ao estresse hídrico influenciou na transpiração das mudas (Honda; Pilon; During, 2019). Para *Erythrina velutina* Will. e *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong), o estresse hídrico severo causou uma redução no número de folhas e folíolos, além de induzir uma diminuição em sua área foliar (Lúcio *et al.*, 2017). Guirra *et al.* (2022) analisando *Pityrocarpa moniliformis* (Benth.) Luckow & R.W.Jobson comprovaram que para manter seu desenvolvimento em estresse hídrico, a espécie realizava um ajuste osmótico acumulando açúcares, prolina e aminoácidos. Ferreira *et al.*, (2015) obtiveram resultados similares quando analisaram o crescimento inicial de *Poincianella bracteosa* (Tul.) L.P.Queiroz e *Libidibia ferrea* (Mart. ex

Tul.) L.P. Queiroz, as espécies apresentaram modificações morfológicas e fisiológicas, com reduções em seu diâmetro, número de folhas, área foliar, massa seca total e restrições nas trocas gasosas (fotossíntese, condutância estomática e transpiração).

O acúmulo de biomassa seca é mais uma característica morfológica afetada pela restrição hídrica (Magalhães Filho *et al.*, 2008; *et al.*, 2012). Trabalhos com as espécies *Piptadenia stipulácea* (Benth) Ducke, *Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan e *Aspidosperma pyrifolium* Març. & Zucc. mostraram que a baixa disponibilidade hídrica afeta significativamente o acúmulo de biomassa, com algumas variações particulares entre as espécies (Barros *et al.*, 2019; Sabino *et al.*, 2021). O último autor ressalta que as alterações no acúmulo de biomassa podem ocorrer também entre as partições, a explicação para é que sob condições de estresse hídrico algumas espécies investem mais na biomassa da raiz para aumentar a sua área de absorção de água, quando comparado a parte aérea.

### 2.3.3 Fisiologia

A salinidade representa um risco para o desenvolvimento das plantas, por causar um excesso de íons nos tecidos e, assim, desencadear um estresse hídrico e favorecer o desequilíbrio no sistema redox (Morais *et al.*, 2019). Sob estas condições, estratégias adaptativas foram desenvolvidas pelas plantas ao longo do tempo para permitir sua manutenção no ambiente, a exemplo do ajustamento osmótico e o fechamento estomático (Silveira *et al.*, 2016).

Bessa *et al.* (2017) estudaram as espécies *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão, *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos, *Bauhinia unguolata* L., *Erythrina velutina* Willd., *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth. e *Luetzelburgia auriculata* (Allemão) Ducke e observaram que as condições salinas (1,2, 2,7, 4,7, 6,7 e 8,4 dS/m) levaram a reduções nas trocas gasosas para essas espécies. A exposição das plantas à salinidade resultou em baixa absorção de água além de ocorrer o acúmulo de íons tóxicos ( $\text{Cl}^-$  e  $\text{Na}^+$ ) em seus citoplasmas. Mesmo passando por pré-tratamentos a *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão, não foi capaz de realizar o ajuste iônico, que é caracterizado como uma das principais estratégias fisiológicas das plantas sob estresse salino (Souza *et al.*, 2022). Segundo os autores, nestas condições as plantas utilizam mecanismos de defesa como os sistemas antioxidantes, evitando que as estruturas celulares sejam oxidadas.

A água é essencial para manter o turgor das plantas e a escassez desse recurso limita o crescimento vegetal. Logo as plantas desenvolveram estratégias para sobreviver ao estresse

hídrico. A principal é o fechamento estomático, como forma de controlar a perda de água para o ambiente (Reich, 2014). Consequentemente, o fechamento estomático acaba limitando a fotossíntese e o crescimento das plantas (Frosi *et al.*, 2017).

Espécies como as *Myracrodruon urundeuva* M. Allemão, *Libidibia ferrea* (Mart. ex Tul.) L.P. Queiroz e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir. quando submetidas ao estresse hídrico, apresentaram redução nas trocas gasosas, além de diminuição no crescimento e acúmulo de aminoácidos livres e proteínas solúveis (Almeida *et al.*, 2021a, 2020, 2021b). Resultados similares foram obtidos por (Santos, M. *et al.*, 2021).

### 3. INTRODUÇÃO

A Caatinga é a maior floresta seca tropical da América do Sul e abrange uma enorme biodiversidade, desempenhando um papel essencial nos serviços ecossistêmicos, fornecendo produção primária, ciclagem de nutrientes e amenizando os efeitos das alterações climáticas (Antogiovanni; Venticinque; Fonseca, 2018; Silva *et al.*, 2021; Szyja *et al.*, 2019). Todavia, a pressão antrópica tem intensificado a degradação da cobertura vegetal nativa da Caatinga e a salinização do solo (Dantas *et al.*, 2019).

Estima-se que aproximadamente 38,16% da vegetação original da Caatinga já sofreu alterações em algum nível (Mello *et al.*, 2020). A perda da cobertura original é resultante, principalmente da expansão agrícola e frequente retirada de madeira (Santos, A. *et al.*, 2021). Que em consonância com as precipitações irregulares e altas taxas de evapotranspiração da região semiárida agrava o processo de salinização do solo e da água, prejudicando os processos fisiológicos, como a fotossíntese, transpiração e acúmulo de CO<sub>2</sub> das plantas (Có *et al.*, 2023; Gonçalves *et al.*, 2020).

O excesso de sais diminui o potencial hídrico do solo dificultando a absorção da solução pelas raízes das plantas, o que prejudica a nutrição e danifica as organelas da célula vegetal, e em grandes quantidades provoca toxicidade e dificulta a realização dos processos foto-bioquímicos (Lopes *et al.*, 2019). Sob estas condições o crescimento inicial das plantas (diâmetro do coleto, altura e acúmulo de biomassa) é afetado negativamente como visto nos trabalhos de Avrella *et al.* (2019) e Silva, E. *et al.* (2019). Essa redução pode ser explicada pelo efeito de plasmólise e/ou pelo distúrbio nutricional causado por sais como o NaCl (Alvarenga *et al.*, 2019; Dias *et al.*, 2016). O estresse hídrico por sua vez, causa o fechamento estomático, diminui a perda de água para a atmosfera, limita a transpiração e assimilação de CO<sub>2</sub>, com consequentes reduções na taxa fotossintética (Cruz *et al.*, 2023; Mendes *et al.*, 2020). Além de causar uma redução no potencial osmótico e absorção de água devido ao acúmulo de solutos (Ramos; Freire; França, 2021), o estresse hídrico causa limitação no transporte e absorção de nutrientes, prejudicando o desenvolvimento vegetal (Campos; Santos; Nacarath, 2021).

Os efeitos isolados dos estresses hídrico e salino foram analisados para espécies da Caatinga (Barro *et al.*, 2019; Bessa *et al.*, 2017; Dantas *et al.*, 2019; Nogueira *et al.*, 2018; Sabino *et al.*, 2021; Souza *et al.*, 2022). Apesar disso, os efeitos combinados destes fatores não são bem esclarecidos e dependem da intensidade e período de aplicação (Agnihotri *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2023). O entendimento destas relações permite a seleção de indivíduos mais adaptados, além de fornecer uma base de dados das necessidades para o desenvolvimento de

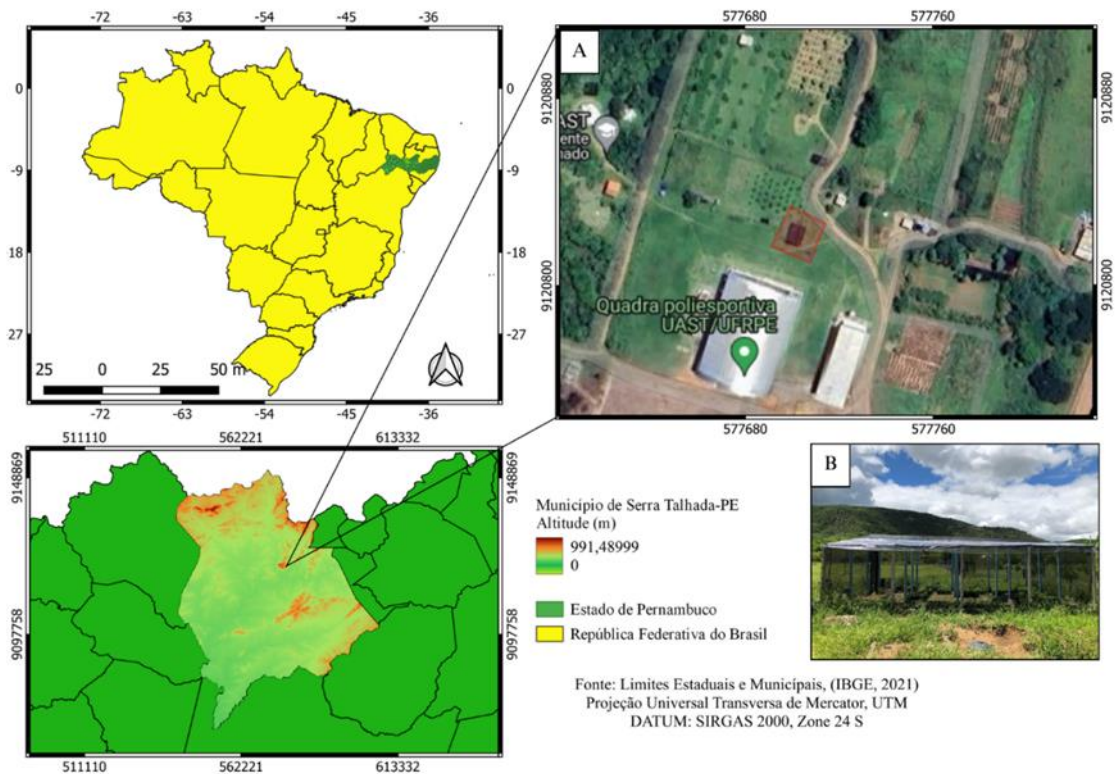
espécies nativas da Caatinga. Diante disto, este trabalho investigou os efeitos da interação da salinidade e do déficit hídrico nas respostas morfológicas das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose.

## 4. METODOLOGIA

### 4.1 Área de estudo

Dois experimentos independentes foram conduzidos simultaneamente, no período de 10 de julho e 20 de novembro na Unidade Acadêmica de Serra Talhada, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, localizada no município de Serra Talhada-PE (Figura 1). A região apresenta o clima Semiárido, que segundo a classificação de Köppen, caracteriza-se por temperaturas elevadas, em torno de 26 °C, intensos períodos de seca, chuvas irregulares, com média anual de 642 mm ano<sup>-1</sup>, umidade relativa do ar (próximo à 63%) e elevada taxa de evapotranspiração > 1600 mm.ano<sup>-1</sup> (Pereira *et al.*, 2015).

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

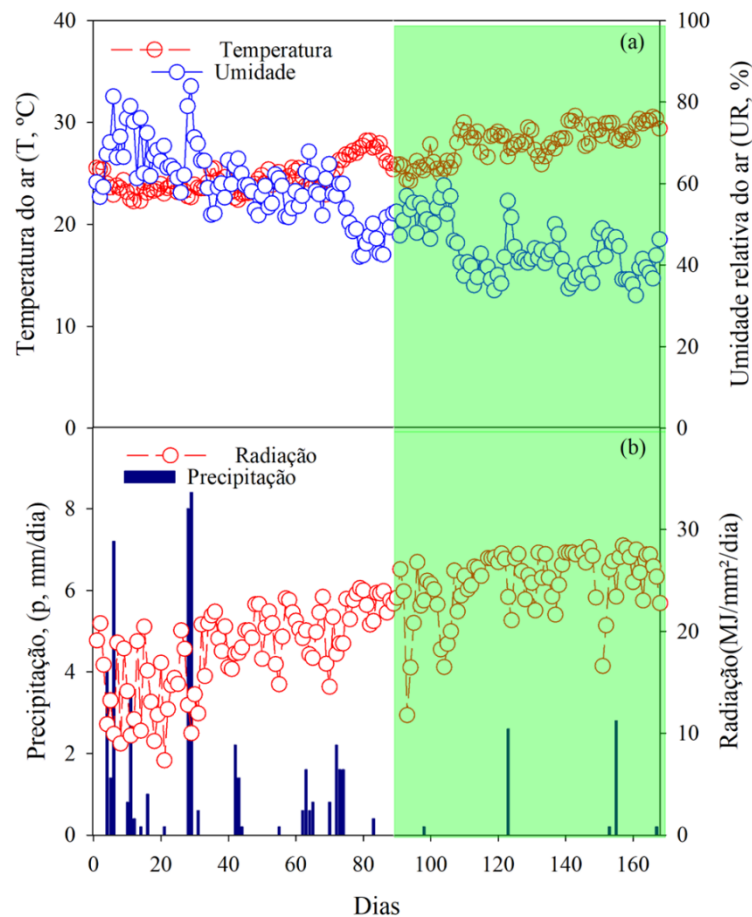


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 4.2 Variáveis meteorológicas

O comportamento dos elementos meteorológicos foi monitorado a partir de uma estação meteorológica automática (EMA) pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) localizado à cerca de 300 m do viveiro experimental. Foram obtidas informações de: temperatura média do ar ( $T$ , °C), umidade relativa do ar (UR, %), radiação solar global ( $R_g$ ,  $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ) e precipitação pluvial ( $P$ , mm). Neste período foi possível observar aumentos da temperatura associados à reduções da umidade do ar, decorrentes do período do ano. Concomitantemente, os volumes de chuvas ocorridos no período experimental foram baixos (Figura 2).

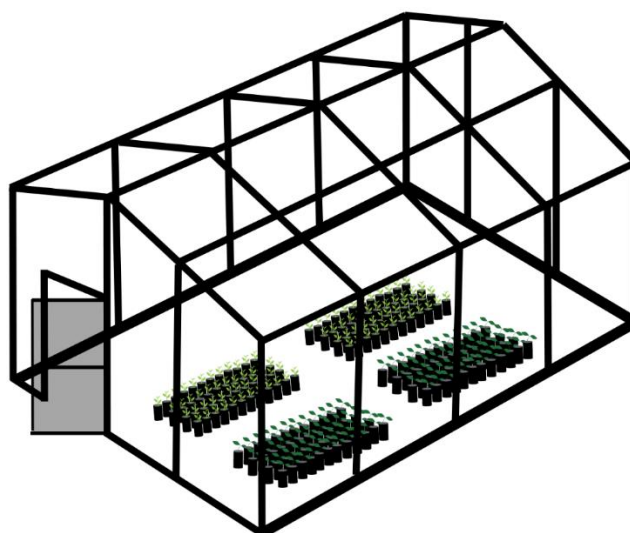
**Figura 2:** Média diária das variáveis meteorológicas (a) temperatura média do ar (°C) e umidade do ar (UR%), (b) radiação solar global ( $R_g$ ,  $\text{MJ} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{d}^{-1}$ ) e precipitação pluvial ( $P$ , mm/dia) no período de setembro de 2023, Serra Talhada-PE.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

O experimento foi conduzido dentro de um viveiro com dimensões de  $4 \times 6 \times 2,8$  m, coberto com sombrite que intercepta 70% da radiação. O mesmo foi coberto com plástico transparente de transmissividade de 98% para evitar a entrada de água em decorrência da precipitação pluvial (Figura 3).

**Figura 3:** Viveiro experimental do Grupo de bioclimatologia, hidrologia e meteorologia (BioHimet).



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Foram estudadas as espécies: *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose cujas sementes foram adquiridas por meio de doação junto ao Núcleo de Monitoramento Ambiental (NEMA/UNIVASF). Estas foram semeadas em bandejas de isopor, contendo 200 células e preenchidas com solo e areia, na proporção 2:1. Neste estágio as espécies receberam reposições de água diária para evitar a ocorrência de estresse hídrico. Posteriormente, mediante o estabelecimento da germinação, as plântulas foram transplantadas para sacos de polietileno, com capacidade para 8 kg de solo ( $31 \times 4 \times 20,5$  cm) os quais foram preenchidos com o mesmo substrato. O solo utilizado no experimento é classificado como Cambissolo Háplico Ta Eutrófico típico, de acordo com protocolos da Santos *et al.*, (2013), peneirado em malha 2 mm.

As plantas foram dispostas no delineamento experimental inteiramente casualizado, contendo quatro repetições, com um indivíduo em cada. As espécies *H. impetiginosus*, *H. spongiosus* foram submetidas à três regimes hídricos com base na evapotranspiração de



referência (ET<sub>o</sub>): RH1 = 50%, RH2 = 75% e RH3 = 100% da ET<sub>o</sub>. Para a determinação da ET<sub>o</sub> foram utilizados dados provenientes de uma estação meteorológica pertencente ao Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e a equação de Penman-Monteith parametrizada pelo boletim FAO56 (Allen *et al.*, 1998), sendo considerado neste caso, a atenuação da radiação decorrente da utilização da tela de sombreamento.

Em todos os casos, as espécies foram submetidas à quatro níveis de salinidade: NS1 – 0,28 dS/m (Controle), NS2 – 2,52 dS/m, NS3 – 6,35 dS/m e NS4 – 7,38 dS/m. A solução salina foi obtida utilizando NaCl P.A., sendo que para a quantidade a ser aplicada foi utilizada a equação SDT: CE<sub>a</sub> × 640, em que SDT é a quantidade de sais dissolvidos totais, CE<sub>a</sub> representa a condutividade elétrica da água e 640 é a constante de Gheyi *et al.* (2016). Assim, combinando as espécies, com os regimes hídricos (RH) e os níveis de salinidade (NS) foram utilizados no total 24 tratamentos.

Em intervalo de 15 dias foram obtidos dados biométricos (i.e. altura, diâmetro do coleto, número de folhas) e de sobrevivência. Estes dados foram relacionados com a necessidade térmica das espécies, a qual foi determinada por meio dos dados de temperatura do ar obtidos na EMA, conforme descrito por (Villa Nova *et al.*, 1972). Ao final dos experimentos, as plantas foram coletadas e subdivididas em folhas, caule e raiz e alocadas em sacos de papel. Em seguida, foram levados à estufa de ventilação forçada por 72 h para determinação da biomassa seca. A partir destes dados, foram obtidas as variáveis: biomassa seca das folhas (BSF), biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca das raízes (BSR), e biomassa seca total da planta (BST = BSF + BSC + BSR). Os dados da BST foram relacionados com o volume de água repostado ao longo do ciclo para a determinação da eficiência do uso da água (EUA), conforme segue (Geerts; Raes, 2009):

$$EUA (g.mm^{-1}) = \frac{BST}{L}$$

em que: BST é a biomassa acumulada g e L é a lâmina de água aplicada (mm dia<sup>-1</sup>).

## **4.3 Variáveis bioclimáticas**

### **4.3.1 Graus dia acumulados**

Os dados utilizados para calcular os graus dias foram obtidos da EMA do INMET, no período de 10 de julho de 2023 a 20 de setembro de 2023. Para o cálculo foi adotado o método de Arnold (1959):

$$GDA = \sum_{i=1}^n (Tm - Tb)$$

Em que: GDA= Graus dias acumulado, Tm = Temperatura média, Tb = Temperatura basal inferior, (i-1) = Emergência, n= número de dias totais.

#### 4.3.2 Taxa de aparecimento foliar

A taxa de aparecimento foliar (TAF) representa o número de dias necessários para uma folha emergir (Xue; Weiss; Baenziger, 2004). Normalmente é expressa por:

$$TAF = \frac{NF}{GDA}$$

Em que: NF = número de folhas completamente expandidas.

#### 4.3.3 Filocrono

O filocrono é definido como o período do surgimento entre folhas na haste principal, sendo sua unidade de tempo a soma térmica, devido principalmente a influência da temperatura no desenvolvimento das plantas. (McMaster; Smika, 1988; Streck *et al.*, 2005). Para este caso específico, o filocrono foi determinado por meio da inversão da taxa de aparecimento foliar (*Filocrono* =  $TAF^{-1}$ ), tendo sido determinado apenas para aquele tratamento em que foi observada o melhor crescimento.

#### 4.4. Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos ao teste de homocedasticidade e normalidade. As médias do fator regime hídrico por sua vez, comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância. Quando significativas, as variáveis quantitativas (níveis de salinidade) foram submetidas à análises de regressão. Em todos os casos, as estatísticas realizadas utilizaram o Software R.

### 5. RESULTADOS

Os resultados da análise de variância são apresentados Tabela 1, a partir deles pode-se observar os efeitos significativos das espécies estudadas ( $p < 0,05$ ) para a maioria das variáveis analisadas. A interação salinidade (NS) × espécie (ESP) apresentaram significância para todas as variáveis analisadas. Já o fator regime hídrico não apresentou resultados significativos quando se analisou a biomassa da folha (BSF), biomassa do caule (BSC) e a relação

diâmetro/altura (DC/ALT), assim como a interação entre níveis de salinidade × níveis hídricos para a biomassa do caule (BSC) e para o diâmetro/altura (DC/ALT).

**Tabela 1.** Análise de variância, p-valor obtido a partir da análise de variância da altura (ALT), diâmetro (DC), número de folha (NF), biomassa seca das folhas (BSF), biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca total (BST) e relação diâmetro/altura (DC/ALT), para as espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (RH): 50%, 75%, 100%. E To aos níveis de salinidade (NS) de: 0,27, 2,52, 6,35, 7,38 dS m<sup>-1</sup>, em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024.

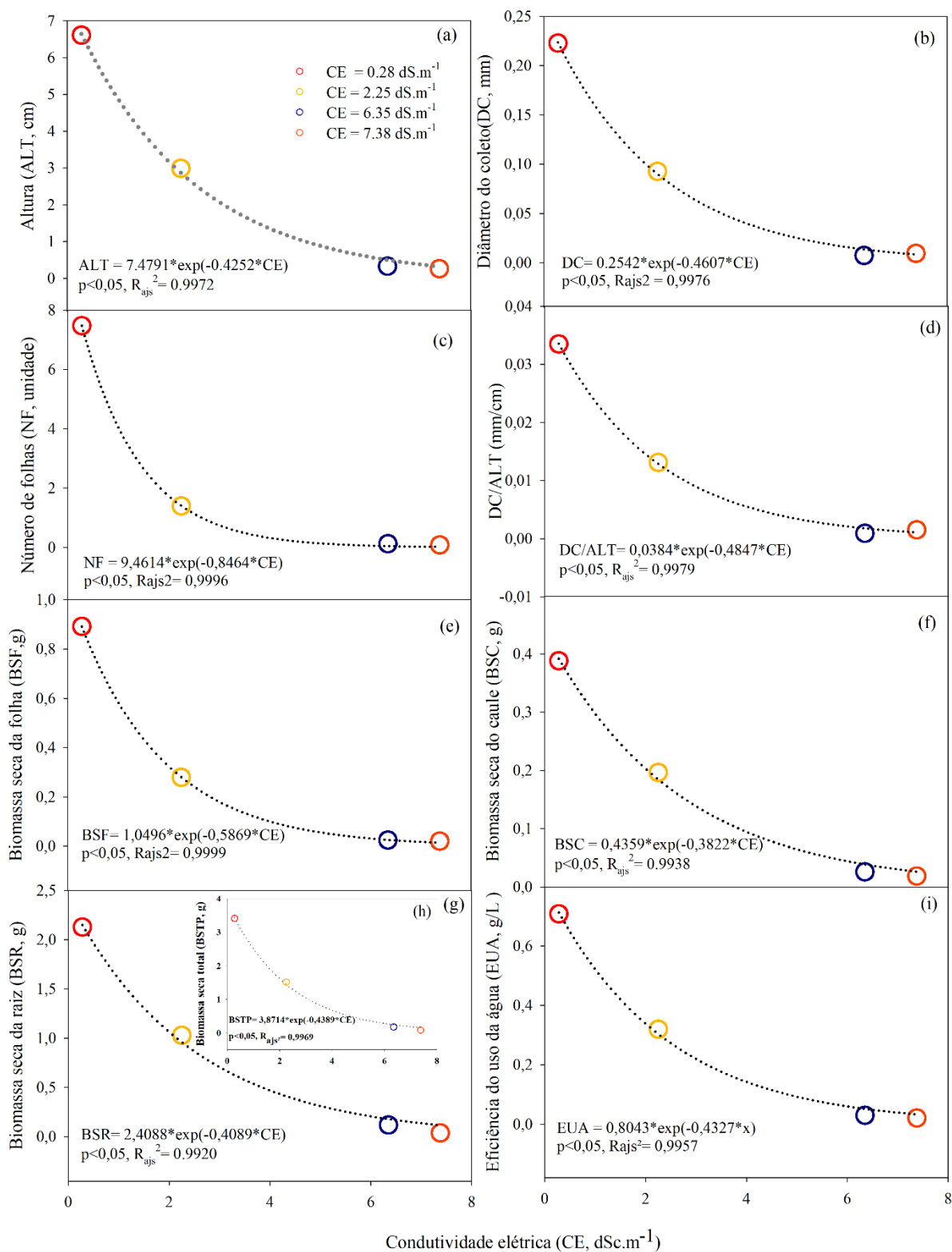
FATOR	ALT	DC	NF	BSF	BSC	BSR	BST	DC/ALT
NS	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
NH	0,003306	0,006206	0,000211	0,109268	0,094587	0,000000	0,000002	0,399438
ESP	0,000000	0,000000	0,004012	0,000006	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
NS×NH	0,002900	0,000216	0,000000	0,014017	0,092833	0,000033	0,000007	0,158340
NS×ESP	0,000000	0,000000	0,000000	0,001128	0,000000	0,000000	0,000000	0,000000
NH×ESP	0,032899	0,044587	0,230019	0,004605	0,484808	0,000067	0,000020	0,116850

Fonte: Elaborado pela autora (2024).

À medida que ocorreu o aumento na salinidade da água de irrigação observaram-se reduções nos parâmetros analisados (Figura 4). Para a altura (ALT), constatou-se um decréscimo de 67%, 95% e 97% para os níveis de salinidade NS2, NS3 e NS4 respectivamente, quando comparados ao controle. Quando submetidas ao maior nível de salinidade (NS4), foram constatadas reduções de 93% e 98% para as variáveis altura (ALT), diâmetro (DC), número de folha (NF), biomassa seca das folhas (BSF), biomassa seca do caule (BSC), biomassa seca da raiz (BSR), biomassa seca total (BST) e relação diâmetro/altura (DC/ALT). Para a biomassa seca total das plantas (BST) observou-se que a cada incremento de 0,01 dS/m<sup>-1</sup> houveram reduções de até 4% no acúmulo de matéria seca. Estes efeitos foram sentidos diretamente na eficiência do uso da água (EUA), a qual reduziu em até 95% no NS4 em relação ao Controle, demonstrando que as espécies são sensíveis a exposição de sais no solo.

**Figura 4.** Respostas das variáveis Altura da planta (ALT, cm – a), diâmetro do coleto (DC, mm – b), número de folhas (NF, unidades – c), biomassa das folhas (BSF, g – d), biomassa do caule (BSC, g – e), biomassa da raiz (BSR, g – f), biomassa total (BST, g) e Relação diâmetro/altura (D/ALT - h), Eficiência do uso da água (EUA, g/L – i), para as espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose submetidas à diferentes níveis de salinidade representados pelas seguintes condutividades elétricas (CE) da água de irrigação: 0,27, 2,52, 6,35 e 7,38 dS m<sup>-1</sup>, Serra Talhada-PE.



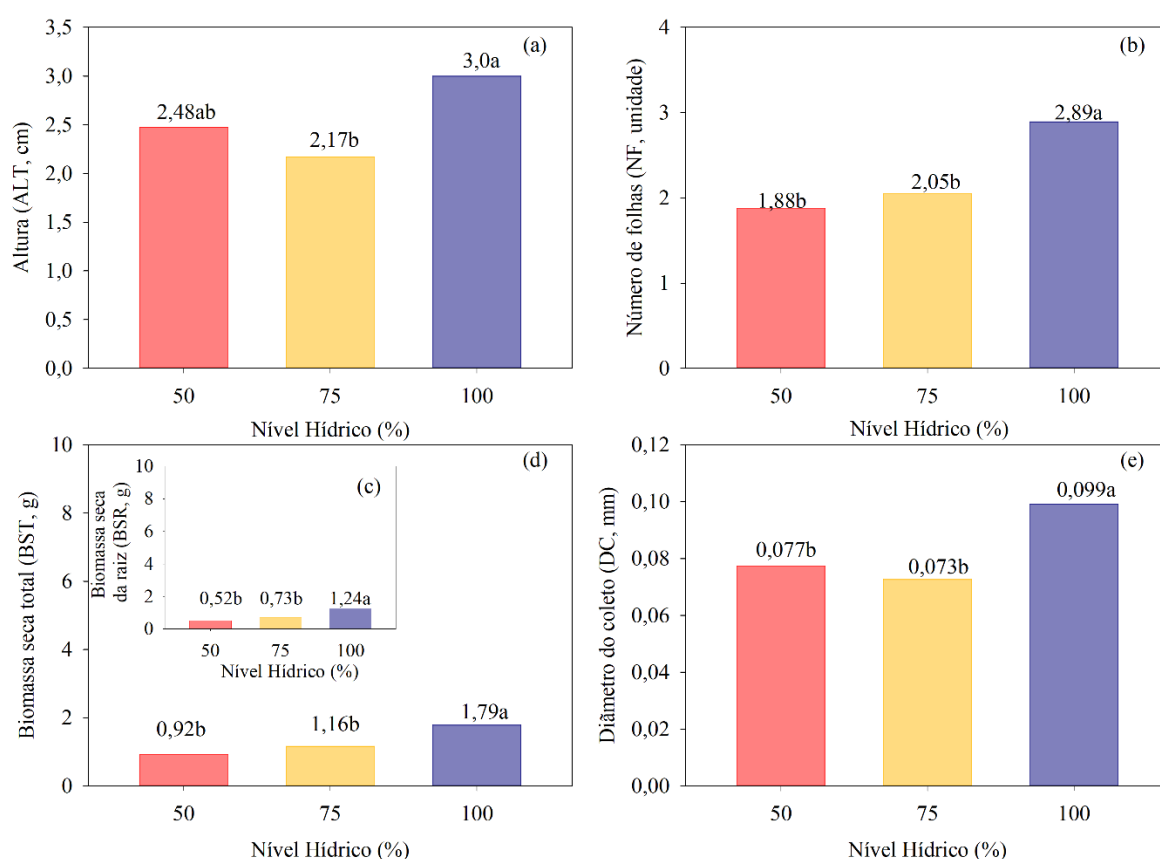


Fonte: Elaborado pela autora (2024).

Ao analisar os níveis hídricos (Figura 5), observa-se que para a variável (a) altura (ALT), o nível hídrico de 50% não apresentou diferença estatística entre 100% e o 75%, no

entanto, ao se observar as variáveis (b) número de folha (NF), (c) biomassa da raiz (BSR), (d) biomassa total (BST) e (f) diâmetro do coleto (DC), a lâmina de 100% apresentou melhores resultados, enquanto que não ocorreu diferença significativa entre as demais laminas aplicadas.

**Figura 5.** Respostas das variáveis Altura da planta (ALT, cm – a), número de folhas (NF, unidade – b), biomassa da raiz (BSR, g – c), biomassa total (BST, g) e Relação diâmetro/altura (DC/ALT - h), para as espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose submetidas à diferentes lâminas de irrigação (50%, 75% e 100%. ETo), Serra Talhada-PE.

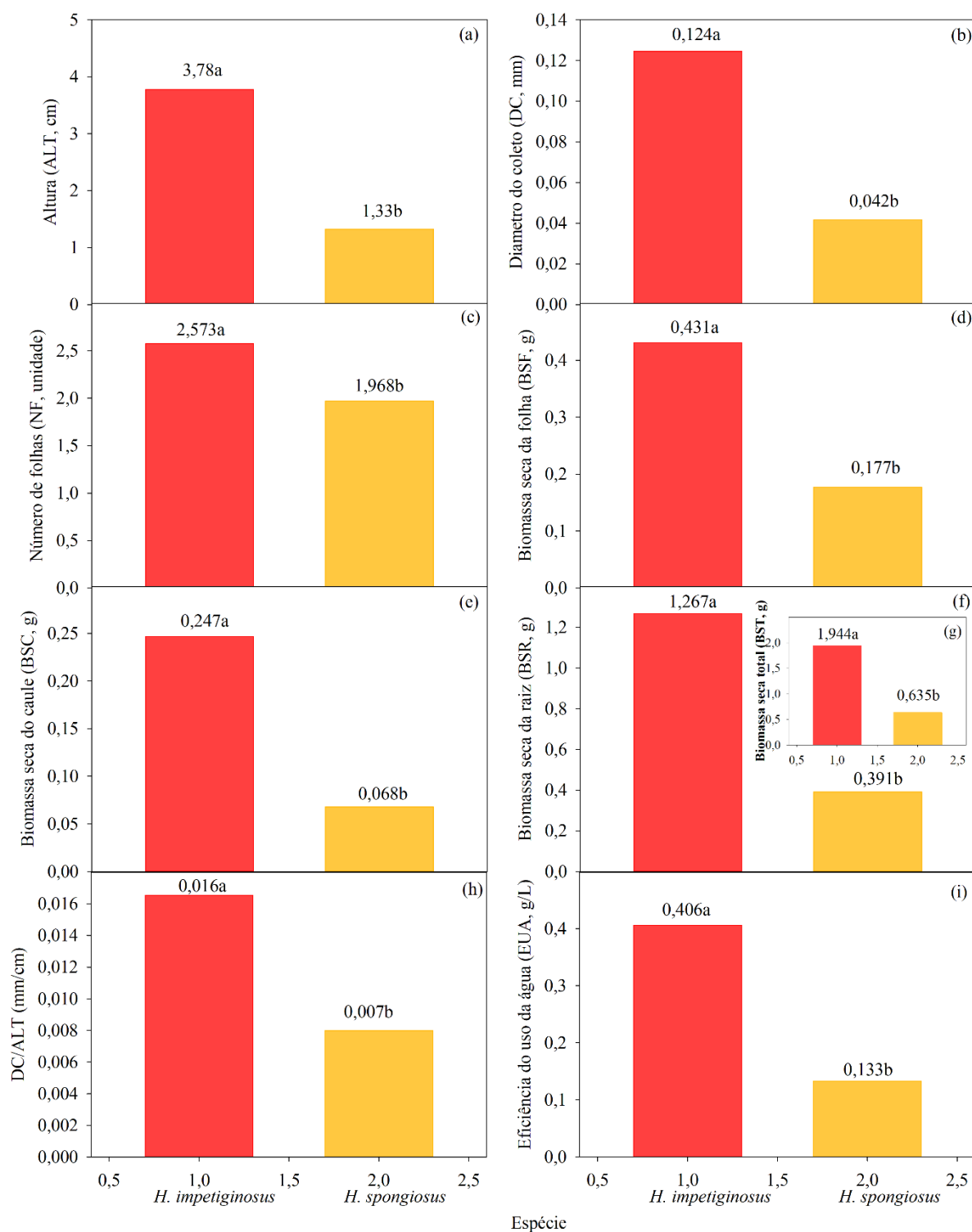


Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Para o fator espécie (Figura 6), o *H. impetiginosus*, apresentou um aumento na taxa de crescimento (185% de acréscimo na altura, 206% na biomassa seca total e 205% na eficiência do uso da água) em relação ao *H. spongiosus*, para todas as variáveis observadas neste estudo.

**Figura 6.** Resposta das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose, Altura da planta (ALT, cm – a), diâmetro do coleto (DC, mm – b), número de folhas (NF, unidades – c), biomassa das folhas (BSF, g –

d), biomassa do caule (BSC, g - e), biomassa da raiz (BSR, g - f), biomassa total (BST, g) Relação diâmetro/altura (D/ALT - h) e Eficiência do uso da água (EUA, g/L - i).



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Para os efeitos combinados regime hídrico e níveis de salinidade (Tabela 2), observou-se que os melhores resultados foram obtidos para o controle com a aplicação de 100% da ETo.

No entanto, para as variáveis ALT, BSF e EUA não houve diferença do RH2 (75%.ETo) com as demais lâminas, quando estes estavam associados ao controle.

**Tabela 2.** Efeitos do regime hídrico (50%.ETo, 75%.ETo e 100%.ETo) e níveis de salinidade (NS1 = 0,278 dS m<sup>-1</sup>, NS2= 2.252 dS m<sup>-1</sup>, NS3 = 6.35 dS m<sup>-1</sup> e NS4 = 7.38 dS m<sup>-1</sup>) na altura (ALT – cm), diâmetro do coleto (DC – mm), número de folhas (NF – unidade), biomassa da folha (BSF – g), biomassa da raiz (BSR – g), biomassa seca total (BST – g) e eficiência do uso da água (EUA – g/L).

<b>Regime hídrico</b>	<b>Altura da planta (cm)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	5,719b	3,406c	0,000e	0,781de
75	6,375ab	2,312cd	0,000e	0,000e
100	7,75a	3,25c	1,000de	0,000e
<b>Regime hídrico</b>	<b>Diâmetro do coleto (mm)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	0.178b	0,103c	0,000e	0,028de
75	0,216b	0,075cd	0,000e	0,000e
100	0,275a	0,100c	0,022de	0,000e
<b>Regime hídrico</b>	<b>Número de folhas (unidade)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	5,625b	1,625c	0,000c	0,250c
75	7,062b	1,125c	0,000c	0,000c
100	9,750a	1,437c	0,375c	0,000c
<b>Regime hídrico</b>	<b>Biomassa seca da folha (g)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	0,564b	0,316bc	0,000c	0,060c
75	1,015a	0,204bc	0,000c	0,000c
100	1,096a	0,317bc	0,073c	0,000c
<b>Regime hídrico</b>	<b>Biomassa seca da raiz (g)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	1,208cd	0,758cd	0,000d	0,116d
75	2,093b	0,809cd	0,000d	0,000d
100	3,084a	1,518bc	0,357d	0,000d
<b>Regime hídrico</b>	<b>Biomassa seca total (g)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	2,131c	1,313cd	0,000f	0,231ef
75	3,476b	1,176cde	0,000f	0,000f
100	4,618a	2,022c	0,507def	0,000f
<b>Regime hídrico</b>	<b>Eficiência do uso da água (g/L)</b>			
(%)	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
50	0,571251cd	0,352162d	0,000000f	0,062064ef
75	0,739688ab	0,250386de	0,000000f	0,000000f
100	0,814261a	0,356713cd	0,089429ef	0,000000f

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.



Para os efeitos da interação espécie e níveis de salinidade (Tabela 3), constatou-se que para ambas as espécies o tratamento controle foi mais representativo que os demais níveis de salinidade, no entanto, ao se analisar a espécie, pode-se observar que o *H. impetiginosus* apresentou resultados maiores que o *H. spongiosus* no tratamento controle e NS2. Já quando se analisou os efeitos da associação nível hídrico e espécie (Tabela 4), pode-se observar que para os parâmetros altura de planta (ALT) e diâmetro do coleto o *H. impetiginosus* obteve maiores resultados em todas as lâminas de irrigação aplicadas.

**Tabela 3.** Efeitos da interação espécie e níveis de salinidade (NS1 = 0,278 dS m<sup>-1</sup>, NS2= 2.252 dS m<sup>-1</sup>, NS3 = 6.35 dS m<sup>-1</sup> e NS4 = 7.38 dS m<sup>-1</sup>) na altura (ALT – cm), diâmetro do coleto (DC – mm), número de folhas (NF – unidade), biomassa da folha (BSF – g), biomassa da raiz (BSR – g), biomassa seca total (BST – g) e Relação diâmetro/altura (D/ALT – h).

Espécie	Altura da planta (cm)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	7,937 <sup>a</sup>	5,292 <sup>b</sup>	0,667 <sup>c</sup>	0,521 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	5,979 <sup>b</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>
Espécie	Diâmetro do coleto (mm)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	0,279 <sup>a</sup>	0,185 <sup>b</sup>	0,014 <sup>c</sup>	0,018 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	0,167 <sup>b</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>
Espécie	Número de folhas (unidade)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	7,083 <sup>a</sup>	2,791 <sup>b</sup>	0,250 <sup>c</sup>	0,167 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	7,875 <sup>a</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>
Espécie	Biomassa seca da folha (g)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	1,076 <sup>a</sup>	0,558 <sup>b</sup>	0,049 <sup>c</sup>	0,040 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	0,707 <sup>b</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>
Espécie	Biomassa seca do caule (g)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	0,505 <sup>a</sup>	0,392 <sup>b</sup>	0,051 <sup>d</sup>	0,037 <sup>d</sup>
<i>H. spongiosus</i>	0,270 <sup>c</sup>	0,000 <sup>d</sup>	0,000 <sup>d</sup>	0,000 <sup>d</sup>
Espécie	Biomassa da raiz (g)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	2,694 <sup>a</sup>	2,058 <sup>b</sup>	0,237 <sup>c</sup>	0,077 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	1,563 <sup>b</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>
Espécie	Biomassa seca total (g)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	4,275 <sup>a</sup>	3,009 <sup>b</sup>	0,338 <sup>c</sup>	0,154 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	2,540 <sup>b</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>
Espécie	DC/Alt (mm/cm)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	0,035 <sup>a</sup>	0,026	0,001 <sup>c</sup>	0,003 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	0,032 <sup>ab</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>	0,000 <sup>c</sup>

Espécie	Eficiência do uso da água (g/L)			
	0.278 dS m <sup>-1</sup>	2.252 dS m <sup>-1</sup>	6.35 dS m <sup>-1</sup>	7.38 dS m <sup>-1</sup>
<i>H. impetiginosus</i>	0,884493 <sup>a</sup>	0,639507 <sup>b</sup>	0,059619 <sup>c</sup>	0,041376 <sup>c</sup>
<i>H. spongiosus</i>	0,532307 <sup>b</sup>	0,000000 <sup>c</sup>	0,000000 <sup>c</sup>	0,000000 <sup>c</sup>

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

**Tabela 4.** Efeitos da interação espécie (*H. impetiginosus* e *H. spongiosus*) e regimes hídricos (50%.ETo, 75%.ETo e 100%.ETo) na altura (ALT – cm), diâmetro do coleto (DC – mm), número de folhas (NF – unidade), biomassa da folha (BSF – g) e biomassa da raiz (BSR – g).

Regime Hídrico (%)	Altura da planta (cm)	
	<i>H. impetiginosus</i>	<i>H. spongiosus</i>
50	3,906 <sup>ab</sup>	1,047 <sup>c</sup>
75	3,031 <sup>b</sup>	1,312 <sup>c</sup>
100	4,391 <sup>a</sup>	1,609 <sup>c</sup>
Regime Hídrico (%)	Diâmetro do coleto (mm)	
	<i>H. impetiginosus</i>	<i>H. spongiosus</i>
50	0,123 <sup>ab</sup>	0,031 <sup>c</sup>
75	0,101 <sup>b</sup>	0,044 <sup>c</sup>
100	0,148 <sup>a</sup>	0,050 <sup>c</sup>
Regime Hídrico (%)	Biomassa seca da folha (g)	
	<i>H. impetiginosus</i>	<i>H. spongiosus</i>
50	0,371 <sup>ab</sup>	0,319 <sup>b</sup>
75	0,099 <sup>c</sup>	0,290 <sup>bc</sup>
100	0,602 <sup>a</sup>	0,140 <sup>bc</sup>
Regime Hídrico (%)	Biomassa seca da raiz (g)	
	<i>H. impetiginosus</i>	<i>H. spongiosus</i>
50	0,856 <sup>b</sup>	0,185 <sup>c</sup>
75	0,938 <sup>b</sup>	0,513 <sup>bc</sup>
100	2,005 <sup>a</sup>	0,474 <sup>bc</sup>
Regime Hídrico (%)	Eficiência do uso da água (g/L)	
	<i>H. impetiginosus</i>	<i>H. spongiosus</i>
50	0,399589 <sup>ab</sup>	0,093149 <sup>d</sup>
75	0,312108 <sup>bc</sup>	0,182929 <sup>cd</sup>
100	0,507049 <sup>a</sup>	0,123152 <sup>d</sup>

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A interação tripla resultante da combinação RH, NS e ESP (Tabela 5) resultou em uma melhora significativa das variáveis BSF, BSR, BST e EUA para a espécie *H. impetiginosus* sob o NH de 100%.ETo e no NS1 salinidade. Levando a um acúmulo de 52% em relação ao 75%.ETo no tratamento controle. Observou-se que à medida que a condutividade elétrica aumentou a eficiência do uso da água diminuiu. Essa resposta também foi vista com a

diminuição da lâmina de irrigação, logo com o aumento da concentração de sais e diminuição da lâmina de irrigação, as variáveis apresentaram resultados menores que a lâmina de 100% no tratamento controle.

**Tabela 5.** Efeitos do regime hídrico (50%.ETo, 75%.ETo e 100%.ETo), níveis de salinidade (NS1 = 0,278 dS m<sup>-1</sup>, NS2= 2.252 dS m<sup>-1</sup>, NS3 = 6.35 dS m<sup>-1</sup> e NS4 = 7.38 dS m<sup>-1</sup>) e espécies (*Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose) na biomassa seca da folha (BSF – g), biomassa seca da raiz (BSR – g), biomassa seca total (BST – g) e eficiência do uso da água (EUA –g/L).

Níveis de salinidade	Regime hídrico (%)	Espécies	BSF (g)	BSR (g)	BST (g)	EUA (g/L)	
0.28 dS m <sup>-1</sup>	50	<i>H. impetiginosus</i>	0,730bcd	1,677cde	2,871bc	0,769906b	
		<i>H. spongiosus</i>	0,398cde	0,738defg	1,389cde	0,372596cde	
	75	<i>H. impetiginosus</i>	0,867bc	2,134bc	3,514b	0,747660b	
		<i>H. spongiosus</i>	1,162ab	2,051bcd	3,439b	0,731715b	
	100	<i>H. impetiginosus</i>	1,631a	4,269a	6,440a	1,135913a	
		<i>H. spongiosus</i>	0,561bcde	1,898bcde	2,793bc	0,492609bcd	
	2.25 dS m <sup>-1</sup>	50	<i>H. impetiginosus</i>	0,632bcde	1,516cdef	2,627bcd	0,704323bc
			<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
		75	<i>H. impetiginosus</i>	0,408cde	1,619cde	2,353bcd	0,500771bcd
			<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
		100	<i>H. impetiginosus</i>	0,633bcde	3,037ab	4,045b	0,713426bc
			<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
6.35 dS m <sup>-1</sup>	50	<i>H. impetiginosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f	
		<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f	
	75	<i>H. impetiginosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f	
		<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f	
	100	<i>H. impetiginosus</i>	0,146de	0,713efg	1,014de	0,178858def	
		<i>H. spongiosus</i>					

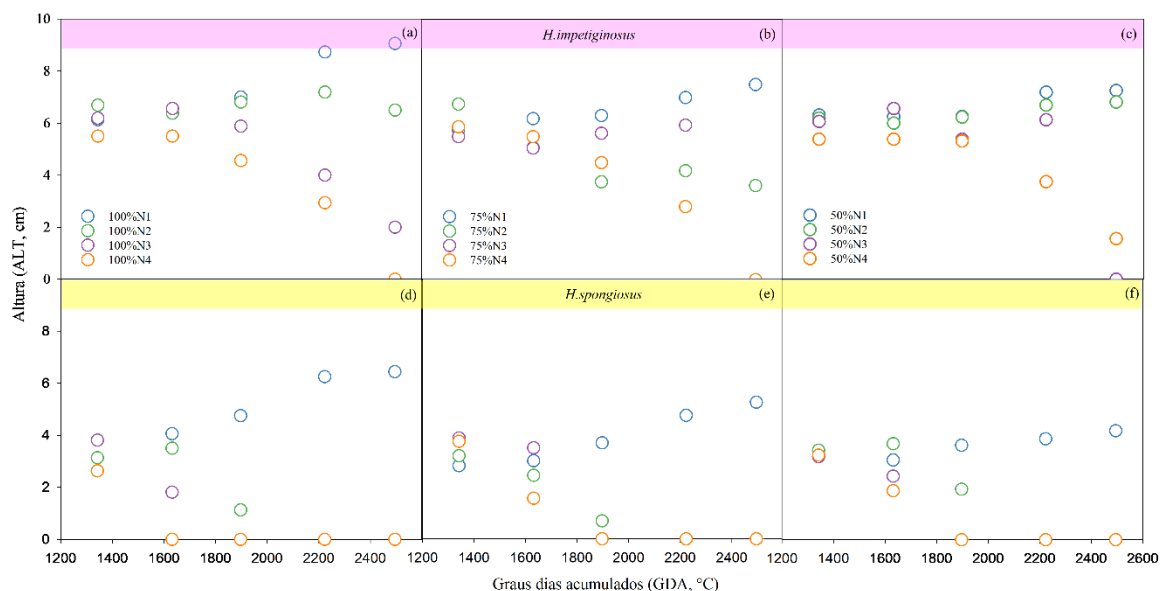
7.38 dS m <sup>-1</sup>	50	<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
		<i>H. impetiginosus</i>	0,120de	0,231fg	0,463e	0,124129ef
	75	<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
		<i>H. impetiginosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
	100	<i>H. spongiosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f
		<i>H. impetiginosus</i>	0,000e	0,000g	0,000e	0,000000f

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Durante a realização do experimento, houve um acúmulo 2267,74 GDA. Quando se analisou as respostas das variáveis altura (Figura 7), diâmetro do coleto (Figura 8) e número de folhas (Figura 9) em função dos graus dias acumulados (GDA), ao longo do experimento, notou-se que ao passar dos dias, as plantas submetidas aos níveis de salinidade NS2, NS3 e NS4 em todos os níveis hídricos, obtiveram uma regressão nos parâmetros avaliados. No entanto, para o tratamento controle, nota-se que a lâmina de 100% apresentou um crescimento linear ao longo do tempo. Além disso, houve um crescimento diferenciado para as espécies analisadas, com sensibilidade mais pronunciada a exposição dos NS em detrimento a variação do RH.

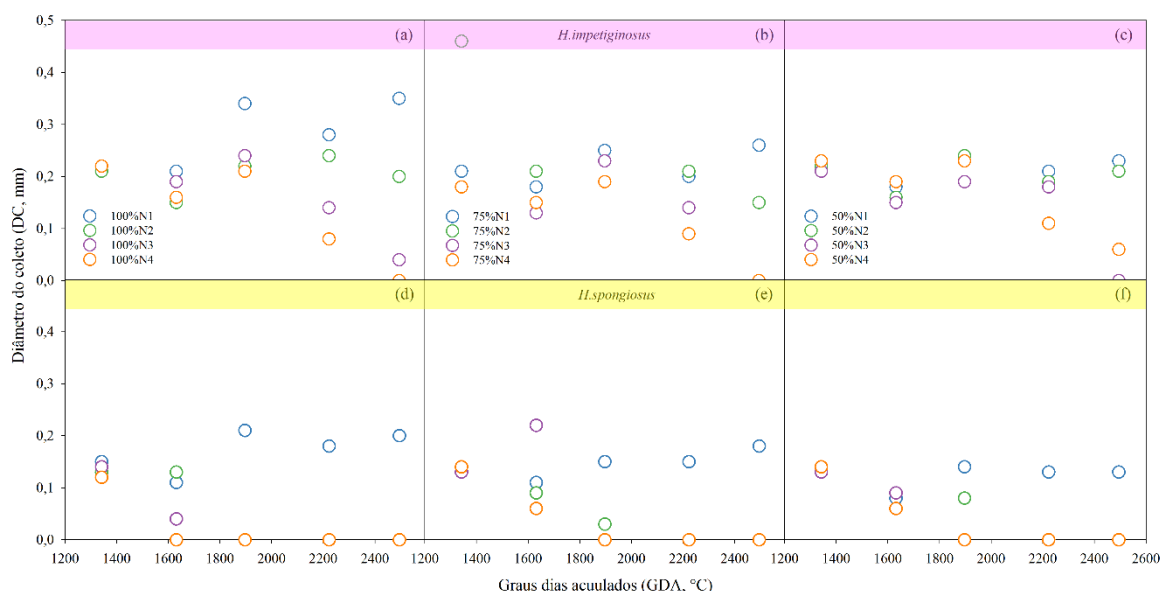
Nota-se que a taxa de aparecimento foliar (TAF) foi superior para a *H. impetiginosus* (0,0036folha/GDA, filocrono=306,9GDA/folha) em relação à *H. spongiosus* (0,0026folha/GDA, filocrono=298,63GDA/folha), devido ao fato de esta variável ser influenciada pelas características intrínsecas das espécies. Para o primeiro caso, houve uma redução de 77% e 97% na TAF quando se relacionou o tratamento NH3 e NS1 com o NH2 e NS1 e NH1 e NS1. No caso de *H. spongiosus* foram observados decréscimos de 48% para a TAF no NH2 e NS1, para o mesmo nível de salinidade combinado com 50%.ETo, houve perda foliar logo na terceira semana após a aplicação dos tratamentos.

**Figura 7.** Resposta da variável altura (ALT) em função do acúmulo de graus dias das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100%. ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,28, 2,52, 6,35, 7,38 dS m<sup>-1</sup>, em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024.



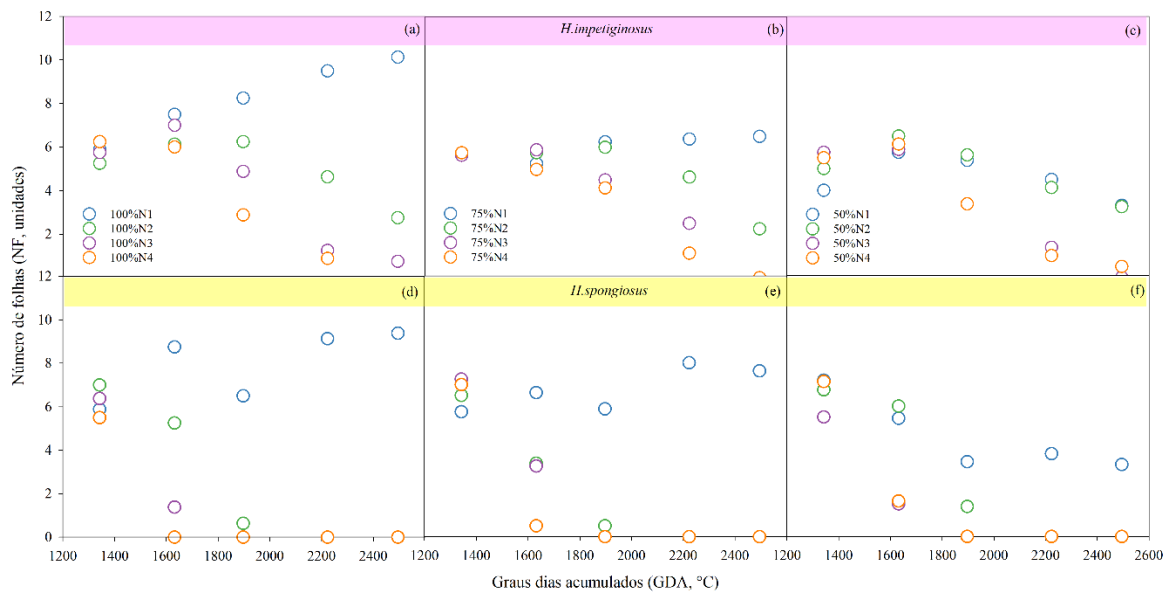
Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

**Figura 8.** Resposta da variável diâmetro do coleto (DC) em função do acúmulo de graus dias das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100%. ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,28, 2,52, 6,35, 7,38 dS m<sup>-1</sup>, em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

**Figura 9.** Resposta do número de folhas (NF-unidade) (ALT) em função do acúmulo de graus dias das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose, submetidas aos regimes hídricos (NH): 50%, 75%, 100%. ETo aos níveis de salinidade (NS) de: 0,28, 2,52, 6,35, 7,38 dS m<sup>-1</sup>, em dois ciclos, em Serra Talhada-PE, 2024.



Fonte: Elaborado pela autora (2024).

## 6. DISCUSSÃO

Como visto nos resultados, o aumento da salinidade influenciou em todos os parâmetros avaliados na pesquisa. Isso pode ser explicado devido a toxicidade dos sais nos tecidos e acúmulo de íons dentro da planta e no solo, que impedem as raízes de absorver a água e desenvolve-se adequadamente. O trabalho desenvolvido por Sousa Neto *et al.* (2011), mostrou que o aumento da pressão osmótica causada pelo excesso de sais, reduziu a absorção de água pelas raízes afetando o crescimento das espécies *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth e *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir, diminuindo consequentemente o acúmulo de massa seca total. Cabe lembrar que o excesso de sais causa uma restrição hídrica nas plantas, consequentemente sob déficit hídrico os produtos fotossintéticos serão reduzidos devido o fechamento estomático e a redução de CO<sub>2</sub> dentro das células, causando uma redução no crescimento das plantas. No entanto, o estágio fenológico e a intensidade do estresse na planta, são um dos fatores que influenciam a sua resposta, como é o caso da biomassa seca (Silva *et al.*, 2008).

Como visto nos resultados, o *H. impetiginosus* apresentou uma maior taxa de crescimento quando comparado ao *H. spongiosus*. O seu crescimento é explicado devido a suas adaptações a estresses ambientais, possuindo algumas estratégias adaptativas como senescência das folhas, redução da área foliar, diminuição na produção de biomassa seca, e modificações no sistema radicular (Santos *et al.*, 2023; Oliveira *et al.*, 2020).

A *H. spongiosus* por sua vez, como visto por Ferreira; Meiado; Siqueira Filho, (2017) é classificado com uma espécie pouco tolerante a estresse salino e hídrico, o que explicaria as baixas obtidas em todos os tratamentos com alta concentrações de sais, resultando apenas na sobrevivência dos indivíduos presentes no tratamento controle. De modo que sob condições abióticas mais estressantes, houve a morte das plantas. Como visto por Lima *et al.*, (2018), espécies nativas da Caatinga, possuem um crescimento limitado para garantir o funcionamento de suas funções fisiológicas. Ao estudar as espécies *Myracrodruon urundeuva* Padre Allemão, *Mimosa caesalpiniiifolia* Benth e *H. impetiginosus*, os autores em seus resultados observaram que quando submetidas a estresse salino, a biomassa seca das folhas era afetada, uma explicação para esse decréscimo é a diminuição na produção de fotossíntese, resultando em uma diminuição no crescimento das espécies. Outro fator determinante para o crescimento das plantas, afetado pela salinidade é o alongamento celular, altas concentrações de sais diminuem a atividade das alfas e beta-galactosidasas, enzimas mediadoras do processo, resultando numa diminuição no desenvolvimento das plantas (Ragagnin *et al.*, 2014).

A biomassa seca total diminuiu progressivamente com o aumento da condutividade elétrica. Essa redução do crescimento das plantas e produção de matéria seca sob estresse salino, é causado principalmente pela restrição hídrica oriunda do desequilíbrio osmótico, acarretando o fechamento estomático e pela toxicidade do acúmulo de sais dentro da planta (Araujo *et al.*, 2017). Como reflexo, à medida que a salinidade aumentou, a eficiência do uso da água diminuiu, indicando que as espécies não estavam conseguindo realizar suas funções metabólicas de maneira eficiente (Santos, W. *et al.*, 2021b; Santos *et al.*, 2023). Já a biomassa da raiz, é afetada pela diminuição do desenvolvimento das raízes para limitar a entrada de sais, durante a absorção de água do solo (Medeiros *et al.*, 2023).

*H. impetiginosus* mostrou maior crescimento quando comparado ao *H. spongiosus*, no entanto, quando aumentado o nível de sal, ocorreu uma regressão. Essas características de menor potencial hídrico e moderada eficiência do uso da água, são vistas frequentemente em espécies decíduas de alta densidade de madeira da Caatinga, caracterizadas como relativamente tolerantes a estresse hídrico (Wright *et al.*, 2021).

Quando observadas as respostas da altura, diâmetro do coleto e número de folhas das espécies estudadas em relação aos graus dias acumulados, nota-se que apenas sob condições potenciais o crescimento destas variáveis foi maximizado e na medida em que aumentou o nível de salinidade as reduções do crescimento foram mais pronunciadas. Sob condições naturais e controladas, as plantas podem alterar sua morfologia, como um mecanismo para permanecer

no ambiente (Silva, E. et al., 2019; Lima *et al.*, 2018; Santos *et al.*, 2023). Neste caso, alterações na quantidade de energia necessária para emissão de uma folha também foram observadas, de modo que esta tendeu a um aumento, quanto menor o nível hídrico e sob a alta exposição salina. Araújo et al. (2023) ao estudar espécies florestais, observou valores de filocrono para a espécie *Handroanthus heptaphyllus* iguais a 122,5°C dia folha<sup>-1</sup>. Segundo os autores, quanto maior o acúmulo de energia necessários na emissão de uma folha, menor será o desenvolvimento da espécie. Tal comportamento uma maior sensibilidade das espécies ao incremento de salinidade em comparação ao déficit hídrico, o que representa um mecanismo adaptativo para a manutenção de suas condições vitais.

## 7. CONCLUSÃO

Foram estudadas as respostas do crescimento das espécies *Handroanthus impetiginosus* (Mart. ex DC.) Mattos e *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose aos estresses combinados de água e salinidade. Nossos resultados demonstraram uma maior tolerância de *H. impetiginosus* às condições analisadas. As espécies apresentaram maior sensibilidade ao estresse salino, o qual influenciou negativamente no crescimento e acúmulo de biomassa seca. O déficit hídrico afetou a altura, diâmetro do coleto, número de folhas, biomassa da raiz e biomassa total. A lâmina que apresentou o melhor desempenho foi a de 100% em ambas as espécies.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGNIHOTRI, A.; GUPTA, P.; DWIVEDI, A.; SETH, C. S. Counteractive mechanism (s) of salicylic acid in response to lead toxicity in *Brassica juncea* (L.) Czern. cv. Varuna. **Planta**, [s. l.], v. 248, n. 1, p. 49-68, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00425-018-2867-0>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- AKÇA, E.; AYDIN, M.; KAPUR, S.; KUME, T.; NAGANO, T.; WATANABE, T.; ÇILEK, A.; ZORLU, K. Long-term monitoring of soil salinity in a semi-arid environment of Turkey. **Catena**, v. 193, Oct. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0341816220301648?via%3Dihub>. Acesso em: 27 fev. 2024.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements**. Rome, Italy: FAO, 1998. (FAO Irrigation and Drainage Paper, n. 56).
- ALMEIDA, E. P.; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, I. A.; FERREIRA, C. D.; FRANÇA, G. M.;



BATISTA, A. W. Growth and organic solutes accumulation in seedlings of Caatinga tree species in response of water deficit and potassium. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, [s. l.], v. 12, n. 2, p. 57–67, 2021a. Disponível em: [www.sustenere.co/index.php/rca/article/view/CBPC2179-6858.2021.002.0007](http://www.sustenere.co/index.php/rca/article/view/CBPC2179-6858.2021.002.0007). Acesso em: 27 fev. 2024.

ALMEIDA, J. P. N. ; PINHEIRO, C. L.; LESSA, B. F. T.; GOMES, F. M.; MEDEIROS FILHO, S. Estresse hídrico e massa de sementes na germinação e crescimento de plântulas de *Amburana cearensis* (Allemão) A.C. Smith. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 45, n. 4, p. 777-787, 2014. Disponível em: [www.scielo.br/j/rca/a/zZNsKMnwjFzZq8sCjNtTDGz/?lang=pt](http://www.scielo.br/j/rca/a/zZNsKMnwjFzZq8sCjNtTDGz/?lang=pt). Acesso em: 27 fev. 2024.

ALMEIDA, E. P. de; FREIRE, A. L. O.; BAKKE, I. A.; FERREIRA, C. D.; FRANÇA, G. M.; BATISTA, A. W. Effects of potassium in *Myracrodruon urundeuva*, *Libidibia ferrea* and *Mimosa tenuiflora* seedlings under a short-term water deficit. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 9, n. 5, p. 1-19, Mar. 2020. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/3269>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ALMEIDA, E. P. de; FREIRE, A. L. de O.; BAKKE, I. A.; FERREIRA, C. D. Gas exchange and water use efficiency in seedlings of tree species from caatinga under water levels and potassium. **Revista Principia**, João Pessoa, n. 53, p. 218-230, 2021b. Disponível em: <https://periodicos.ifpb.edu.br/index.php/principia/article/viewFile/4280/1537>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ALVARENGA, C. F. de S.; SILVA, E. M. da; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; SILVA, L. de A. Morfofisiologia de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de doses de nitrogênio e potássio. **Revista de Ciências Agrárias**, Lisboa, v. 42, n. 1, p. 194-205, 2019. Disponível em: <https://revistas.rcaap.pt/rca/article/view/17044>. Acesso em: 8 jan. 2024.

ANAYA, F.; FGHIRE, R.; WAHBI, S.; LOUTFI, K. Influence of salicylic acid on seed germination of *Vicia faba* L. under salt stress. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, [s. l.], v. 17, n. 1, p. 1-8, 2018. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15300576?via%3Dihub](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1658077X15300576?via%3Dihub). Acesso em: 27 fev. 2024.

ANTONGIOVANNI, M.; VENTICINQUE, E. M.; FONSECA, C. R. Fragmentation patterns of the Caatinga drylands. **Landscape Ecology**, v. 33, n. 8, p. 1353-1367, 2018. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10980-018-0672-6>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ARAGÃO, C. A.; SANTOS, J. S.; QUEIROZ, S. O. P.; DANTAS, B. F. Avaliação de cultivares de melão sob condições de estresse salino. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 161-169, 2009. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/399>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ARAUJO, J. L.; OLIVEIRA, S. R.; SOUSA, F. Q.; SILVA, A. P. Initial growth of tree species grown on salinized soil with conditioners. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, PI, v. 8, n. 2, p. 375-382, 2017. Disponível em: [www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1590](http://www.comunicatascientiae.com.br/comunicata/article/view/1590). Acesso em: 27 fev. 2024.

ARAÚJO, L. M.; MARTINS, F. B.; LYRA, G. B.; ARTHUR JUNIOR, J. C.; ARAÚJO, E. J.

G.; ABREU, R. C. R.; ABREU, M. C. Understanding the temperature range for foliar development of neotropical forest species during the seedling stage: implications for biology and ecology. **Research Square**, [s. l.], p. 1-17, 2023. Disponível em: <https://www.researchsquare.com/article/rs-3267137/v1>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ARNOLD, C. Y. The determination and significance of the base temperature in a linear heat unit system. **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, [s. l.], v. 74, n. 1, p. 430-445, 1959.

AVRELLA, E. D.; EMER, A. A.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S.; SCHAFER, G. Salinity effect on the initial development of *Mimosa scabrella* Benth seedlings. **Iheringia: Série Botânica**, [s. l.], v. 74, p. 1-10, 2019. Disponível em: <https://isb.emnuvens.com.br/iheringia/article/view/557/472>. Acesso em: 27 fev. 2024.

BALAKRISHNAN, J. V.; BAILEY, R. T.; JEONG, J.; PARK, S.; ABITEW, T. Quantifying climate change impacts on future water resources and salinity transport in a high semi-arid watershed. **Journal of Contaminant Hydrology**, [s. l.], v. 261, Feb. 2024. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0169772223001596>. Acesso em: 13 jan. 2024.

BARROS, J. P. A. de; SOUZA, L. S. B.; SILVA, T. G. F. da; MOURA, M. S. B. de; SILVA, L. F. da. Partitioning and modeling of biomass in caatinga legume seedlings in different water conditions. **Floresta e Ambiente**, [Seropédica], v. 26, n. 4, p. 1-10, 2019. Disponível em: [www.scielo.br/j/floram/a/ZwrS8wp7VJB5Q7vsbP8KkdD/?lang=en](http://www.scielo.br/j/floram/a/ZwrS8wp7VJB5Q7vsbP8KkdD/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

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-arid. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, n. 1, p. 157-165, 2017. Disponível em: [www.scielo.br/j/rca/a/tx3z69MQFcWCFT869DDD9rG/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rca/a/tx3z69MQFcWCFT869DDD9rG/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

BEZERRA, L. T.; SANTOS, A. R. C. da S. dos; FARIAS, A. S.; SOUTO, P. C.; FERREIRA, V. M.; ARAÚJO NETO, J. C. de; NASCIMENTO, H. H. C. do. Emergência e crescimento inicial de plântulas de *Libidibia ferrea* (Mart. exTul.) em diferentes níveis de salinidade na água de irrigação. **Brazilian Journal of Animal and Environmental Research**, Curitiba, v. 3, n. 3, p. 1126-1140, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJAER/article/view/13573>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CAMPOS, A. J. de M.; SANTOS, S. M.; NACARATH, I. R. F. F. Estresse hídrico em plantas: uma revisão. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 15, p. -17, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/23155/20047>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CASTRO, F. C.; SANTOS, A. M. Salinity of the soil and the risk of desertification in the semiarid region. **Mercator**, Fortaleza, v. 19, n. 1, p. 1-13, 15 jan. 2020. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/2269>. Acesso em: 13 jan. 2024.

CHAVES, M. M.; FLEXAS, J.; PINHEIRO, C. Photosynthesis under drought and salt stress: Regulation mechanisms from whole plant to cell. **Annals of Botany**, [s. l.], v. 103, n. 4, p. 551-560, 2009. Disponível em: <https://academic.oup.com/aob/article/103/4/551/164096>. Acesso em: 27 fev. 2024.

CÓ, E. G. de; SOUSA, G. G. de; GOMES, S. P.; FREIRE, M. H. da C.; SILVA, F. D. B. da. Strategies for the management of irrigation with saline water and nitrogen fertilization in millet crop. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 36, n. 2, p. 424-431, 22 jun. 2023. Disponível em: [www.scielo.br/j/rcaat/a/RdQHYZ3Z3QnJm5VX5mq5xLP/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rcaat/a/RdQHYZ3Z3QnJm5VX5mq5xLP/?lang=en). Acesso em: 8 jan. 2024.

CRUZ, N. T.; PORTO, E. M. V.; RAMOS, B. L. P.; SANTOS, H. P.; SEIXAS, A. A.; SANTOS, A. P. da S. Estresse hídrico em plantas forrageiras: uma breve revisão. **Revista Científica Rural**, Bagé, RS, v. 25, n. 1, p. 221-238, 2023. Disponível em: <http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/4026>. Acesso em: 27 fev. 2024.

DANTAS, B. F.; RIBEIRO, R. C.; OLIVEIRA, G. M.; SILVA, F. F. S.; ARAÚJO, G. G. L. Biosaline production of seedlings of native species from the caatinga dry forest. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 29, n. 4, p. 1551-1567, 2019. Disponível em: [www.scielo.br/j/cflo/a/LqWbY75YYr344cpMt3WGpWk/abstract/?lang=en](http://www.scielo.br/j/cflo/a/LqWbY75YYr344cpMt3WGpWk/abstract/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

DIAS, N. da S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R. de; FERREIRA, J. F. da S.; SOUSA NETO, O. N. de; QUEIROZ, Í. S. R. de. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. Fortaleza: INCTSal, 2016. Capítulo 11. p. 151-162.

FERREIRA, A. dos S.; LEAL, C. C. P.; GUIRRA, B. da S.; TORRES, S. B.; PORCEDDU, M.; BACCHETTA, G. Production of pityrocarpa moniliformis (Benth.) luckow & r.w. jobson (fabaceae) seedlings irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 25, n. 3, p. 182-188, 2021. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/mDGTJDYdqffvYDFcP9rZnYg/abstract/?lang=en>. Acesso em: 27 fev. 2024.

FERREIRA, J. V. A.; MEIADO, M. V.; SIQUEIRA FILHO, J. A. de. Efeito dos estresses hídrico, salino e térmico na germinação de sementes de *Handroanthus spongiosus* (Rizzini) S. Grose (Bignoniaceae). **Gaia Scientia**, João Pessoa, v. 11, n. 4, p. 57-64, 2017. Disponível em: <https://periodicos.ufpb.br/index.php/gaia/article/view/35470/19179>. Acesso em: 27 fev. 2024.

FERREIRA, W. N.; LACERDA, C. F. de; COSTA, R. C. da; MEDEIROS FILHO, S. Effect of water stress on seedling growth in two species with different abundances: the importance of Stress Resistance Syndrome in seasonally dry tropical forest. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 375-382, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/pVGM56rzRYC6YK8q6qJXsxN/>. Acesso em: 27 fev. 2024.

FROSI, G.; HARAND, W.; OLIVEIRA, M. T. de; PEREIRA, S.; CABRAL, S. P.; MONTENEGRO, A. A. de A.; SANTOS, M. G. Different physiological responses under drought stress result in different recovery abilities of two tropical woody evergreen species. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 31, n. 2, p. 153-160, 2017. Disponível em: [www.scielo.br/j/abb/a/KLvrsD7HWg95gJSGPLKnNkG/?lang=en](http://www.scielo.br/j/abb/a/KLvrsD7HWg95gJSGPLKnNkG/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

GEERTS, S.; RAES, D. Deficit irrigation as an on-farm strategy to maximize crop water productivity in dry areas. **Agricultural Water Management**, [s. l.], v. 96, n. 9, p. 1275-1284, 2009. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377409001243](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378377409001243).

Acesso em: 27 fev. 2024.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016.

GOMES, S. E. V.; GOMES, R. A.; DANTAS, B. F. Climate and seed size of a dry forest species: influence on seed production, physiological quality, and tolerance to abiotic stresses. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 45, p. 1-14, 2023. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/jss/a/Lc3SfHGZ8JVYLbCYJqZdjsQ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 fev. 2024.

GONÇALVES, M. de P. M.; FELICIANO, A. L. P.; SILVA, A. de P.; SILVA, L. B. da; SILVA, K. M. da; SILVA JÚNIOR, F. S. da; GRUGIKI, M. A.; SILVA, M. I. O. Influência de diferentes tipos de solos da Caatinga na germinação de espécies nativas. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 1, p. 1216-1226, jan. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/5994>. Acesso em: 8 jan. 2024.

GUIRRA, B. S.; SILVA, J. A.; LEAL, C. C. P.; TORRES, S. B.; SILVA, J. E. S. B. da; GUIRRA, K. S.; PEREIRA, K. T. O. Growth and metabolism of *Pityrocarpa moniliformis* Benth. seedlings under water deficit. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 2, p. 923-938, 2022. Disponível em: [www.scielo.br/j/cflo/a/ywNjKQCWCv6WgLqpmXVhx3B/?format=pdf&lang=en](http://www.scielo.br/j/cflo/a/ywNjKQCWCv6WgLqpmXVhx3B/?format=pdf&lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

HONDA, E. A.; PILON, N. A. L.; DURIGAN, G. The relationship between plant density and survival to water stress in seedlings of a legume tree. **Acta Botanica Brasilica**, Brasília, v. 33, n. 3, p. 602-606, 2019. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/abb/a/wVC9jvqN4xyBJpqqKjRbb8R/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LEDRU, M. P.; JESKE-PIERUSCHKA, V.; BREMOND, L.; DEVELLE, A. L.; SABATIER, P.; MARTINS, E. S. P. R.; FREITAS FILHO, M. R. de; FONTENELE, D. P.; ARNAUD, F.; FAVIER, C.; BARROSO, F. R. G.; ARAÚJO, F. S. When archives are missing, deciphering the effects of public policies and climate variability on the Brazilian semi-arid region using sediment core studies. **Science of The Total Environment**, [s. l.], v. 723, Jun. 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969720315023>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LIMA, A. D.; BEZERRA, F. M. S.; NEVES, A. L. R.; SOUSA, C. H. C. D. de; LACERDA, C. F. D. de; BEZERRA, A. M. E. Response of four woody species to salinity and water deficit in initial growth phase. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 11, p. 753-757, 2018. Disponível em: [www.scielo.br/j/rbeaa/a/sX5YNYJZzDTVcVGLQYx6jzr/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sX5YNYJZzDTVcVGLQYx6jzr/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

LOPES, M. de F. de Q.; SILVA, T. L. da; NÓBREGA, J. S.; SILVA, R. T. da; FIGUEIREDO, R. A.; BRUNO, R. de L. A. Crescimento de *Erythrina velutina* willd. submetida a estresse salino e aplicação de ácido salicílico. **Colloquium Agrariae**, Presidente Prudente, v. 15, n. 4, p. 31-38, 2019. Disponível em:

<https://revistas.unoeste.br/index.php/ca/article/view/2831/2804>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LÚCIO, D. de M.; DANTAS, S. G.; SANTOS, J. R. M.; PRAXEDES, S. C. Differences in water deficit adaptation during early growth of brazilian dry forest Caatinga Tress. **Agriculture & Forestry**, Podgorica, Montenegro, v. 63, n. 2, p. 59-68, 2017. Disponível em: <http://89.188.43.75/agricultforest/20170627-05%20LUCIO%20et%20al..pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

LUM, M. S.; HANAFI, M. M.; RAFII, Y. M.; AKMAR, A. S. N. Effect of drought stress on growth, proline and antioxidant enzyme activities of upland rice. **Journal of Animal and Plant Sciences**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 1487-1493, 2014. Disponível em: <https://www.cabidigitallibrary.org/doi/pdf/10.5555/20143378334>. Acesso em: 27 fev. 2024.

MAGALHÃES FILHO, J. R.; AMARAL, L. R. do; MACHADO, D. F. S. P.; MEDINA, C. L.; MACHADO, E. C. Deficiência hídrica, trocas gasosas e crescimento de raízes em laranja “valência” sobre dois tipos de porta-enxertos. **Bragantia**, Campinas, v. 67, n. 1, p. 75-82, 2008. Disponível em: [www.scielo.br/j/brag/a/CGWGrFcNGWdpJbTZdqBKDtG/abstract/?lang=pt](http://www.scielo.br/j/brag/a/CGWGrFcNGWdpJbTZdqBKDtG/abstract/?lang=pt). Acesso em: 27 fev. 2024.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; ALVALA, R. C.; CUNHA, A. P.; BRITO, S.; MORAES, O. L. L. Climatic characteristics of the 2010-2016 drought in the semiarid Northeast Brazil region. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, v. 90, n. 2, supl. 1, p. 1973-1985, ago. 2018. Disponível em: [www.scielo.br/j/aabc/a/MTyRKxxGcdwCvVhGNJNTrbG/?lang=en](http://www.scielo.br/j/aabc/a/MTyRKxxGcdwCvVhGNJNTrbG/?lang=en). Acesso em: 14 jan. 2024.

MARENGO, J. A.; BERNASCONI, M. Regional differences in aridity/drought conditions over Northeast Brazil: present state and future projections. **Climatic Change**, [s. l.], v. 129, p. 103-115, 2015. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-014-1310-1>. Acesso em: 27 fev. 2024.

MCMMASTER, G. S.; SMIKA, D. E. Estimation and evaluation of winter wheat phenology in the central Great Plains. **Agricultural and Forest Meteorology**, [s. l.], v. 43, n. 1, p. 1-18, 1988. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0168192388900020](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/0168192388900020). Acesso em: 27 fev. 2024.

MEDEIROS, H. L. de S.; PEREIRA, K. T. O.; TORRES, S. B.; BENEDITO, C. P.; COUTO JÚNIOR, J. R. S. do. Physiological performance of *Tabebuia aurea* seeds subjected to abiotic stresses. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 36, n. 4, p. 962-970, 2023. Disponível em: [www.scielo.br/j/rcaat/a/J3QYzz5rX4SgjqwQw3hjqmq/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rcaat/a/J3QYzz5rX4SgjqwQw3hjqmq/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

MELLO, K. de; TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R. de; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts on water quality: assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 270, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479720308094>.

MENDES, K. R. *et al.* Seasonal variation in net ecosystem CO<sub>2</sub> exchange of a Brazilian seasonally dry tropical forest. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 10, n. 1, p. 1-16, 2020. Disponível

em: <https://www.nature.com/articles/s41598-020-66415-w>. Acesso em: 27 fev. 2024.

MORAIS, M. B. de; BARBOSA-NETO, A. G.; WILLADINO, L.; ULISSES, C.; CALSA JUNIOR, T. Salt stress induces increase in starch accumulation in duckweed (*Lemna aequinoctialis*, Lemnaceae): biochemical and physiological aspects. **Journal of Plant Growth Regulation**, [s. l.], v. 38, n. 2, p. 683-700, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00344-018-9882-z>. Acesso em: 27 fev. 2024.

NICOLAU, J. P. B.; SILVA, F. E. da; FELIX, F. C.; TORRES, S. B.; PACHECO, M. V.; PEREIRA, M. D. Discontinuous hydration on the germination of mimosa caesalpiniiifolia and pityrocarpa moniliformis seeds under water stress. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 33, n. 2, p. 555-561, 2020. Disponível em: [www.scielo.br/j/rcaat/a/PtWZVY7FZBMPKQ4WyX5cQ3z/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rcaat/a/PtWZVY7FZBMPKQ4WyX5cQ3z/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. da; SILVA, R. T. da; LOPES, M. de F. de Q.; FIGUEIREDO, F. R. A.; BRUNO, R. de L. A. Salicylic acid as a saline stress attenuator in the physiological quality of erythrina velutina seeds. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 45, p. 1-8, 2021. Disponível em: [www.scielo.br/j/rarv/a/gTcDGxhqV5qKBkvbD7gD5WM/abstract/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rarv/a/gTcDGxhqV5qKBkvbD7gD5WM/abstract/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

NOGUEIRA, N. W.; TORRES, S. B.; FREITAS, R. M. O. de; SANTOS, P. C. da S.; SÁ, F. V. da S.; LEITE, M. de S. Salt stress and temperatures on the germination and initial growth of 'jurema-de-embira' (Mimosa ophthalmocentra) seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 22, n. 4, p. 273-278, 2018. Disponível em: [www.scielo.br/j/rbeaa/a/TsLxQKcM54DVXHSrKBS8Csc/?lang=en](http://www.scielo.br/j/rbeaa/a/TsLxQKcM54DVXHSrKBS8Csc/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

OLIVEIRA, M. L. de; SANTOS, C. A. C. dos; OLIVEIRA, G. de; PEREZ-MARIN, A. M.; SANTOS, C. A. G. Effects of human-induced land degradation on water and carbon fluxes in two different Brazilian dryland soil covers. **Science of the Total Environment**, [s. l.], v. 792, Oct. 2021. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721035300](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969721035300). Acesso em: 27 fev. 2024.

OLIVEIRA, N. P. de; NASCIMENTO, J. W. S. do; MADALENA JÚNIOR, N. S.; SERAFIM, E. O.; LEANDRO, B. S.; PEREIRA, L. S.; SANTOS, M. C. C. dos; NASCIMENTO, H. H. C. do. Ecofisiologia de mudas de *Handroanthus impetiginosus* submetidas a diferentes ciclos de rega. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 6, p. 36563-36574, 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/11501>. Acesso em: 27 fev. 2024.

PEREIRA, F. E. C. B.; MEDEIROS FILHO, S.; TORRES, S. B.; MARTINS, C. C.; BRITO, S. F. de. Saline stress and temperatures on germination and vigor of piptadenia moniliformis benth. Seeds. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 20, n. 7, p. 649-653, 2016.

PEREIRA, P. de C.; SILVA, T. G. F. da; ZOLNIER, S.; MORAIS, J. E. F. de; SANTOS, D. C. dos. Morfogênese da palma forrageira irrigada por gotejamento. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 184-195, set. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/DJdhqM3pCdCgRPGhfS4TjMw/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 9 jan. 2024.

PESSOA, L. G. M.; FREIRE, M. B. G. dos S.; WILCOX, B. P.; GREEN, C. H. M.; ARAÚJO, R. J. T. de; DE ARAÚJO FILHO, J. C. de. Spectral reflectance characteristics of soils in northeastern Brazil as influenced by salinity levels. **Environmental Monitoring and Assessment**, [s. l.], v. 188, n. 11, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10661-016-5631-6>. Acesso em: 27 fev. 2024.

RAGAGNIN, R. C. G.; ALBUQUERQUE, C. C.; OLIVEIRA, F. F. M.; SANTOS, R. G.; GURGEL, E. P.; DINIZ, J. C.; ROCHA, S. A. S.; VIANA, F. A. Effect of salt stress on the growth of *Lippia gracilis* Schauer and on the quality of its essential oil. **Acta Botanica Brasílica**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 346-351, 2014. Disponível em: [www.scielo.br/j/abb/a/SmkZVsBRhC8cFWXz5YMVqXB/?lang=en](http://www.scielo.br/j/abb/a/SmkZVsBRhC8cFWXz5YMVqXB/?lang=en). Acesso em: 27 fev. 2024.

RAMOS, F. R.; FREIRE, A. L. O.; FRANÇA, G. M. Crescimento e acúmulo de biomassa em mudas de craibeira (*Tabebuia aurea* (Manso) Benth. & Hook. F. ex S. Moore) sob estresse hídrico e adubação potássica. **Agropecuária Científica no Semiárido**, Patos, PB, v. 16, n. 4, p. 213, 2021. Disponível em: <https://acsa.revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/1307/pdf>. Acesso em: 27 fev. 2024.

REICH, P. B. The world-wide ‘fast–slow’ plant economics spectrum: a traits manifesto. **Journal of Ecology**, [s. l.], v. 102, n. 2, p. 275301, Mar. 2014. Disponível em: <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/1365-2745.12211>. Acesso em: 27 fev. 2024.

RODRIGUEZ, R. D. G.; PRUSKI, F. F.; SINGH, V. P.; RODRIGUEZ, D. G. Estimated per capita water usage associated with different levels of water scarcity risk in arid and semiarid regions. **Water Resources Management**, [s. l.], v. 30, p. 1311-1324, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11269-016-1236-7>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SÁ, C. S. B. de; SHIOSAKI, R. K.; SANTOS, A. M. dos; CAMPOS, M. A. da S. Salinization causes abrupt reduction in soil nematode abundance in the Caatinga area of the Submedio San Francisco Valley, Brazilian semiarid region. **Pedobiologia**, v. 85–86, May 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0031405621000238>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SABINO, F. da C.; SOUZA, L. S. B. de; SOUZA, M. A. G. de; BARROS, J. P. A. de; LUCENA, L. R. R. de; JARDIM, A. M. da R. F.; ROCHA, A. K. P.; SILVA, T. G. F. da. Morphological characteristics, biomass accumulation and gas exchange of an important species native for restoration in Semi-arid Brazilian areas affected by salt and water stress. **Plant Stress**, [s. l.], v. 2, 2021. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667064X21000208](http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2667064X21000208). Acesso em: 27 fev. 2024.

SANTOS, A. R. M. dos; SILVA, M. A. D. da; SOUSA, L. D. C. de; ARAÚJO, A. V.; GONÇALVES, E. P. Emprego de água biossilina na germinação de sementes de espécies florestais da Caatinga: uma revisão. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 11, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/19419>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SANTOS, C. A. dos; SILVA, N. V. da; WALTER, L. S.; SILVA, E. C. A. da; NOGUEIRA, R. J. M. C. Germinação de duas espécies da caatinga sob déficit hídrico e salinidade. **Pesquisa**

**Florestal Brasileira**, Colombo, PR, v. 36, n. 87, p. 219-224, 2016. Disponível em: <https://pfb.cnpf.embrapa.br/pfb/index.php/pfb/article/view/1017>. Acesso em: 28 fev. 2024.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; CUNHA, T. J. F.; OLIVEIRA, J. B. de. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 3. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2013.

SANTOS, M.; BARROS, V.; LIMA, L.; FROSI, G.; SANTOS, M. G. Whole plant water status and non-structural carbohydrates under progressive drought in a Caatinga deciduous woody species. **Trees**, v. 35, n. 4, p. 1257-1266, 2021. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s00468-021-02113-y>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SANTOS, W. R. dos; SOUZA, L. S. B. de; JARDIM, A. M. R. da F.; MORAIS, J. E. F. de; SANTOS, M. M. P. dos; SOUZA, C. A. A. de; SILVA, T. G. F. da. How is the water footprint of the species *Vachellia farnesiana*, *Amburana cearensis*, and *Handroanthus impetiginosus* influenced by abiotic stresses as water deficit and salinity? **International Journal of Phytoremediation**, [s. l.], p. 1-9, 2023. Disponível em: [www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15226514.2023.2267670](http://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/15226514.2023.2267670). Acesso em: 28 fev. 2024.

SANTOS, W. R. dos; SOUZA, L. S. B. de; PACHECO, A. N.; JARDIM, A. M. da R. F.; SILVA, T. G. F. da. Water use efficiency for caatinga species: a review for the 2009-2019 period. **Revista Brasileira de Geografia Física**, Recife, v. 14, n. 5, p. 2573-2591, 2021a. Disponível em: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/index.php/rbgfe/article/view/249634>. Acesso em: 28 fev. 2024.

SANTOS, W. R. dos; SOUZA, M. A. G. de; SOUZA, L. S. B. de; ARAÚJO JÚNIOR, G. N.; SOUZA, C. A. A. de; JARDIM, A. M. da R. F.; SILVA, T. G. F. da. Emergência e a forma inicial de plântulas de *Cenostigma pyramidale* (Fabaceae) sob estresse salino. **Research, Society and Development**, [s. l.], v. 10, n. 5, p. 1-8, 2021b. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/14870>. Acesso em: 28 fev. 2024.

SENA, E. M. N. de; SILVA, F. F. S. da; SILVA, J. de J.; GOMES, R. A.; PELACANI, C. R.; DANTAS, B. G. Germination niche of a neotropical dry forest species: seed osmotic stress and recovery. **Journal of Seed Science**, [Londrina], v. 45, 2023. Disponível em: [www.scielo.br/j/jss/a/DrsDDQgw4cg99Xc4HtgFjjm/abstract/?lang=pt](http://www.scielo.br/j/jss/a/DrsDDQgw4cg99Xc4HtgFjjm/abstract/?lang=pt). Acesso em: 27 fev. 2024.

SHANE, M. W.; MCCULLY, M. E.; CANNY, M. J.; PATE, J. S.; HUANG, C.; NGO, H.; LAMBERS, H. Seasonal water relations of *Lyginia barbata* (Southern rush) in relation to root xylem development and summer dormancy of root apices. **New Phytologist**, [s. l.], v. 185, n. 4, p. 1025-1037, 2010. Disponível em: <https://nph.onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/j.1469-8137.2009.03143.x>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SILVA, E. C. A. da; COSTA, J. R. da S.; COSTA, P. C. F. da; ALCANTAR, A. M. A. C. de; SANTOS, C. A. dos; NOGUEIRA, R. J. M. C. Influência da salinidade na emergência e crescimento inicial de mulungu. **Revista Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 17, n. 1, p. 63-69, 2019. Disponível em: [www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/5195](http://www.seer.ufal.br/index.php/revistacienciaagricola/article/view/5195). Acesso em: 8 jan. 2024.



SILVA, H. A. de; OLIVEIRA, D. F. A. de; AVELINO, A. P.; MACÊDO, C. E. C. de; BARROS-GALVÃO, T.; VOIGT, E. L. Salt stress differentially regulates mobilisation of carbon and nitrogen reserves during seedling establishment of *Pityrocarpa moniliformis*. **Plant Biology**, [s. l.], v. 21, n. 6, p. 1110-1118, 2019. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/plb.13017>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SILVA, J. V. C. de L. da; FERRIS, H.; CARES, J. E.; ESTEVES, A. M. Effect of land use and seasonality on nematode faunal structure and ecosystem functions in the Caatinga dry forest. **European Journal of Soil Biology**, [s. l.], v. 103, June 2020, 2021. Disponível em: [www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1164556321000200](http://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1164556321000200). Acesso em: 27 fev. 2024.

SILVA, M. A. V. da; NOGUEIRA, R. J. M. C.; OLIVEIRA, A. F. M. de; SANTOS, V. F. dos. Resposta estomática e produção de matéria seca em plantas jovens de aroeira submetidas a diferentes regimes hídricos. **Revista Árvore**, Viçosa, MG, v. 32, n. 2, p. 335-344, 2008. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rarv/a/vnVw63vvgRkRWHNVR5FXDYJ/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SILVEIRA, J. A. G.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; VIÉGAS, R. A. Mecanismos biomoleculares ao estresse salino em plantas. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura**: estudos básicos e aplicados. 2. ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p. 181-198.

SOUZA, L. M. de; CONCEIÇÃO, E. M. da; BARBOSA, M. R.; PALHARES NETO, L.; SANTOS, A. M. M. dos; SOUZA, R. A. de; HOULLOU, L. M. Effect of seed priming with NaCl on the induction of salinity tolerance in *Myracrodruon urundeuva* Allemão in vitro. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 32, n. 4, p. 2199-2218, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cflo/a/FsbpV7HXfss6bKW6JbrHQ9M/?format=pdf&lang=en>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SOUSA NETO, O. N. de; DIAS, N. S.; FERREIRA NETO, M.; LIRA, R. B. de; REBOUÇAS, J. R. L. Utilização do rejeito da dessalinização da água na produção de mudas de espécies da caatinga. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 24, n. 4, p. 123-129, 2011. Disponível em: <https://periodicos.ufersa.edu.br/caatinga/article/view/1809>. Acesso em: 27 fev. 2024.

STRECK, N. A.; BELLÉ, R. A.; ROCHA, E. K. da; SCHUH, M. Estimating leaf appearance rate and phyllochron in safflower (*Carthamus tinctorius* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 35, n. 6, p. 1448-1450, 2005. Disponível em: [www.scielo.br/j/cr/a/7DZFC9Mgt9D3wPXXKzvMjkPH/?lang=en#](http://www.scielo.br/j/cr/a/7DZFC9Mgt9D3wPXXKzvMjkPH/?lang=en#). Acesso em: 14 jan. 2024.

SUASSUNA, J. F.; FERNANDES, P. D.; NASCIMENTO, R. do; OLIVEIRA, A. C. M. de; BRITO, K. S. A. de; MELO, A. S. de. Produção de fitomassa em genótipos de citros submetidos a estresse hídrico na formação do porta-enxerto. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 12, p. 1305-1313, 2012. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/fRmJPWCrpbk6N5nC7LtnW8J/>. Acesso em: 27 fev. 2024.

SZYJA, M.; MENEZES, A. G. de S.; OLIVEIRA, F. D. A.; LEAL, I.; TABARELLI, M.;

BÜDEL, B.; WIRTH, R. Neglected but potent dry forest players: ecological role and ecosystem service provision of biological soil crusts in the human-modified caatinga. **Frontiers in Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 7, n. 482, p. 1-18, Dec. 2019. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/articles/10.3389/fevo.2019.00482/full>. Acesso em: 27 dez. 2024.

TAVARES FILHO, G. S.; SILVA, D. F. da; LINS, R. C.; ARAÚJO, C. A. de S.; OLIVEIRA, F. F. de; MATIAS, S. S. R. Desenvolvimento de mudas de Moringa oleífera (LAM) submetida a diferentes níveis de água salina. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 6, n. 7, p. 48671-48683, jul. 2020. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/13532>. Acesso em: 14 jan. 2024.

VASCONCELOS, R. R. A. de; BARROS, M. de F. C.; SILVA, Ê. F. de F. e; GRACIANO, E. S. A.; FONTENELE, A. J. P. B.; SILVA, N. M. L. da. Características físicas de solos salino-sódicos do semiárido pernambucano em função de diferentes níveis de gesso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 12, p. 1318-1325, dez. 2013. Disponível em: [www.scielo.br/j/rbeaa/a/5qrHyTXP8FxxthtLzYrcpJs/?lang=pt](http://www.scielo.br/j/rbeaa/a/5qrHyTXP8FxxthtLzYrcpJs/?lang=pt) Acesso em: 13 jan. 2024.

VILLA NOVA, N. A.; PEDRO JUNIOR, M. J.; PEREIRA, A. R.; OMETTO, J. C. Estimativa de graus dia acumulados acima de qualquer temperatura-base em função das temperaturas máxima e mínima. **Caderno de Ciências da Terra**, São Paulo, n. 30, p. 1-8, 1972.

WRIGHT, C. L.; LIMA, A. L. A. de; SOUZA, E. S. de; WEST, J. B.; WILCOX, B. P. Plant functional types broadly describe water use strategies in the Caatinga, a seasonally dry tropical forest in northeast Brazil. **Ecology and Evolution**, [s. l.], v. 11, n. 17, p. 11808-11825, 2021. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/ece3.7949>. Acesso em: 27 fev. 2024.

XUE, Q.; WEISS, A.; BAENZIGER, P. S. Predicting leaf appearance in field-grown winter wheat: Evaluating linear and non-linear models. **Ecological Modelling**, [s. l.], v. 175, n. 3, p. 261-270, 15 July. 2004.

ZHOU, D.; LIN, Z.; LIU, L.; ZIMMERMANN, D. Assessing secondary soil salinization risk based on the PSR sustainability framework. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 128, p. 642-654, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479713004283?via%3Dihub>. Acesso em: 27 fev. 2024.

ZHOU, D.; LIN, Z.; LIU, L.; ZIMMERMANN, D. Assessing secondary soil salinization risk based on the PSR sustainability framework. **Journal of Environmental Management**, [s. l.], v. 128, p. 642-654, 2013. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0301479713004283?via%3Dihub>. Acesso em: 27 fev. 2024.