



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO  
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
CURSO INTERDISCIPLINAR DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA

KAILA MARIA PEREIRA DE CARVALHO

**MORFOFISIOLOGIA DE MUDAS DE ACEROLEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

CARAÚBAS - RN

2025

KAILA MARIA PEREIRA DE CARVALHO

**MORFOFISIOLOGIA DE MUDAS DE ACEROLEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

Monografia apresentada a Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciência e Tecnologia.

Orientador: Prof. D.Sc. Reginaldo Gomes Nobre.

CARAÚBAS - RN

2025

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

C331m Carvalho, Kaila Maria Pereira de.

Morfofisiologia de mudas de aceroleira sob irrigação com água produzida do petróleo e aplicação de ácido salicílico / Kaila Maria Pereira de Carvalho. - 2025.

36 f. : il.

Orientador: Reginaldo Gomes Nobre.

Monografia (graduação) - Universidade Federal Rural do Semi-árido, Curso de Ciência e Tecnologia, 2025.

1. Malpighia emarginata DC. 2. Fitohormônio. 3. Estresse salino. I. Nobre, Reginaldo Gomes, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).  
Biblioteca Campus Caraúbas  
Bibliotecária: Sarah Freire Bezerra  
CRB: 15/1052

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

KAILA MARIA PEREIRA DE CARVALHO

**MORFOFISIOLOGIA DE MUDAS DE ACEROLEIRA SOB IRRIGAÇÃO COM  
ÁGUA PRODUZIDA DO PETRÓLEO E APLICAÇÃO DE ÁCIDO SALICÍLICO**

Monografia apresentada a Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido como requisito  
para obtenção do título de Bacharel em  
Ciência e Tecnologia.

Defendida em: 17 / 03 / 2025.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Reginaldo Gomes Nobre, Prof. Dr. (UFERSA)  
Presidente

---

Maria do Socorro Medeiros Souza, Prof<sup>ª</sup>. Dra. (UFERSA)  
Membro Examinador

---

Allysson Régis Praxedes Moreira – Eng. Agrônomo. (IDIARN)  
Membro Examinador

*A meus pais, João Alexandre de Carvalho Filho  
e Alexandra Maria Pereira de Carvalho, como  
reconhecimento do amor, dedicação e incentivo.*

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente à Deus, que me deu o dom da vida, que me protege, me dá forças e me abençoa todos os dias com seu infinito amor.

Aos meus pais, João Alexandre de Carvalho Filho e Alexandra Maria Pereira de Carvalho, por todos os ensinamentos, amor e incentivo. Sou imensamente grata pelo apoio e por estarem ao meu lado em cada etapa do meu crescimento. Vocês são minha fonte de motivação e inspiração. Ao meu irmão, Cairo Kamuel Pereira de Carvalho, por todo amor e carinho, e ao meu amigo e companheiro, Guilherme da Silva Sales, por sua ajuda e companheirismo durante a minha trajetória acadêmica.

Ao meu orientador, Dr. Reginaldo Gomes Nobre, pela orientação, paciência e por todos os ensinamentos transmitidos.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, por todo aprendizado durante a minha vida acadêmica, meu sincero agradecimento.

Aos membros da Banca Examinadora, pela disponibilidade de participar e pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus familiares, pelo carinho, conselhos, apoio e incentivo concedidos durante toda minha formação acadêmica.

Aos amigos, Maria do Socorro Medeiros de Souza e Deybson Fernandes, pelo apoio durante a execução da pesquisa.

E a todos que contribuíram de alguma forma com esta conquista.

Muito obrigada!

## RESUMO

A aceroleira é uma frutífera que se destaca devido aos fatores econômicos, sociais e nutricionais, sendo de grande relevância para diversas regiões do Brasil, dentre elas à Nordeste. No entanto, a exploração sustentável desta fruteira na região semiárida está condicionada ao uso de irrigação devido ao balanço hídrico negativo na maioria dos meses do ano. Em função da escassez hídrica, diversas estratégias estão sendo estudadas visando a ampliação das áreas cultivadas e, dentre elas cita-se o uso de águas de qualidade inferior como as salobras, cinzas e provenientes da exploração do petróleo devido ao grande volume existente, associada ao manejo da irrigação e/ou a aplicação de produtos que tendem a mitigar os estresses abióticos como o fito-hormônio ácido salicílico. Assim, esta pesquisa teve como objetivo avaliar a produção de porta-enxertos de genótipos de aceroleira sob irrigação com água produzida do petróleo (AP) sintética associado a aplicações de ácido salicílico, sob condições de ambiente protegido (telado) na área experimental da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Caraúbas - RN. O experimento foi instalado em delineamento em blocos casualizados no esquema fatorial 5 x 4 x 2, com quatro repetições, com a parcela formada por uma planta, cujos tratamentos consistiram em 5 diluições de água produzida do petróleo sintética - AP em água de abastecimento – AA (T1: 100% AA, T2: 75% AA + 25% AP, T3: 50% AA + 50% AP, T4: 25% AA + 75% AP e T5: 100% AP); associados a quatro concentrações de ácido salicílico (0; 0,8; 1,6 e 2,4 mM) e dois genótipos de aceroleira (Junco e Crioula). A Concentração média de ácido salicílico de 1,3 mM atenua os efeitos do estresse salino da água produzida do petróleo até 2,63 dS m<sup>-1</sup> sobre a produção de fitomassas e qualidade de mudas de aceroleira. A irrigação usando a diluição AP-3 (50% de água de abastecimento + 50% de água produzida do petróleo) favorece a morfofisiologia de mudas de aceroleira dos genótipos Junco e Crioula. A melhor qualidade de mudas de aceroleira foi obtida com o genótipo Junco, entretanto, o genótipo Crioula foi mais tolerante ao estresse salino da água produzida do petróleo.

**Palavras-chave:** *Malpighia emarginata* DC; Fitohormônio; Estresse salino.

## ABSTRACT

The acerola tree is a fruit-bearing species that stands out due to its economic, social, and nutritional factors, making it highly relevant for various regions of Brazil, including the Northeast. However, the sustainable exploitation of this fruit tree in the semi-arid region is conditioned by the use of irrigation due to the negative water balance in most months of the year. Given the water scarcity, several strategies are being studied to expand cultivated areas, including the use of lower-quality water sources such as brackish, gray, and water from oil extraction, due to the large volume available. These strategies are associated with irrigation management and/or the application of products that mitigate abiotic stresses, such as the phytohormone salicylic acid. Thus, this research aimed to evaluate the production of rootstocks of acerola tree genotypes under irrigation with synthetic petroleum-produced water (PW) associated with salicylic acid applications, under protected environment conditions (screen house) at the experimental area of the Federal Rural University of the Semi-Arid (UFERSA), Caraúbas - RN. The experiment was conducted in a randomized block design in a  $5 \times 4 \times 2$  factorial scheme, with four replications, and each plot consisting of one plant. The treatments comprised five dilutions of synthetic petroleum-produced water (PW) in supply water (SW): T1: 100% SW, T2: 75% SW + 25% PW, T3: 50% SW + 50% PW, T4: 25% SW + 75% PW, and T5: 100% PW. These were combined with four concentrations of salicylic acid (0, 0.8, 1.6, and 2.4 mM) and two acerola tree genotypes (Junco and Crioula). The average salicylic acid concentration of 1.3 mM mitigates the effects of saline stress from petroleum-produced water up to  $2.63 \text{ dS m}^{-1}$  on biomass production and seedling quality of the acerola tree. Irrigation using the AP-3 dilution (50% supply water + 50% petroleum-produced water) enhances the morphophysiology of acerola seedlings of the Junco and Crioula genotypes. The best seedling quality was obtained with the Junco genotype; however, the Crioula genotype was more tolerant to saline stress from petroleum-produced water.

**Keywords:** *Malpighia emarginata* DC; Phytohormone; Saline stress.



## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** Condutância estomática –  $g_s$  em função dos distintos genótipos de aceroleira (A) e da interação entre os fatores água produzida do petróleo – AP x concentrações de ácido salicílico – AS (B). ..... 24
- Figura 2.** Concentração intercelular de  $CO_2$  -  $C_i$  em função da interação entre os fatores água produzida do petróleo -AP x genótipos de aceroleira – GA (A) e, taxa de assimilação de  $CO_2$  –  $A$ , em função das diluições de AP (B). ..... 26
- Figura 3.** Número de folhas - NF (A) e altura de planta - AP (B) em função da interação entre os fatores água produzida do petróleo - AP x genótipos de aceroleira - GA, aos 122 DAT. .... 27
- Figura 4.** Diâmetro de caule – DC (A), em função das diluições de água produzida do petróleo, aos 122 DAT. .... 28
- Figura 5.** Massa seca de folha – MSF em função da interação entre os fatores água produzida do petróleo - AP x concentrações de ácido salicílico - AS (A) e da interação entre AS x genótipo de aceroleira - GA (B); e, MSF (C) e Massa seca de caule – MSC (D) em função da interação entre os fatores AP x GA. .... 30
- Figura 6.** Massa seca de caule - MSC (A), em função da interação entre os fatores diluições de água produzida – AP x concentrações de ácido salicílico – AS, e massa seca de raízes – MSR, em função das diluições de AP (B), das concentrações de AS (C), e dos distintos genótipos de aceroleira (D)..... 32
- Figura 7.** Massa seca total por planta – MST (A) e Índice de qualidade de Dickson – IQD (B), em função da interação entre os fatores diluições de água produzida do petróleo - AP x concentrações de ácido salicílico – AS, e IQD em função de distintos genótipos de aceroleira (C). .... 33

## LISTA DE TABELAS

|                  |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      |    |
|------------------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1.</b> | Características químicas e físico-hídricas do substrato utilizado para o semeio da aceroleira, UFERSA, 2024. ....                                                                                                                                                                                                                    | 22 |
| <b>Tabela 2.</b> | Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) de mudas de genótipos de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo (AP) e distintas concentrações de ácido salicílico (AS) aos 122 dias após o transplântio – DAT. ....                 | 24 |
| <b>Tabela 3.</b> | Resumo da análise de variância referente à massa seca das folhas (MSF), do caule (MSC), das raízes (MSR), total por planta (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de genótipos de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo (AP) e distintas concentrações de ácido salicílico (AS) . .... | 26 |
| <b>Tabela 4.</b> | Resumo da análise de variância para condutância estomática (gs), concentração intercelular de CO <sub>2</sub> (Ci) e taxa de assimilação de CO <sub>2</sub> (A) de mudas de genótipos de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo (AP) e distintas concentrações de ácido salicílico (AS). ....          | 29 |

## SUMÁRIO

|          |                                                               |           |
|----------|---------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>INTRODUÇÃO .....</b>                                       | <b>12</b> |
| <b>2</b> | <b>OBJETIVOS .....</b>                                        | <b>13</b> |
| 2.1      | Objetivo geral .....                                          | 13        |
| 2.2      | Objetivos específicos .....                                   | 13        |
| <b>3</b> | <b>REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                               | <b>14</b> |
| 3.1      | Aspectos gerais da cultura da aceroleira .....                | 14        |
| 3.1.1    | Características dos materiais genéticos Junco e Crioula ..... | 15        |
| 3.2      | Disponibilidade e qualidade de água no semiárido .....        | 15        |
| 3.2.1    | Água produzida do petróleo .....                              | 16        |
| 3.2.2    | Estresse salino nas plantas .....                             | 18        |
| 3.3      | Ácido Salicílico .....                                        | 19        |
| <b>4</b> | <b>MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>                              | <b>20</b> |
| <b>5</b> | <b>RESULTADOS E DISCUSSÕES .....</b>                          | <b>23</b> |
| <b>6</b> | <b>CONCLUSÕES .....</b>                                       | <b>34</b> |
| <b>7</b> | <b>REFERÊNCIAS .....</b>                                      | <b>35</b> |

## 1 INTRODUÇÃO

A região semiárida do nordeste brasileiro se destaca pela atividade agrícola, mas enfrenta desafios devido a fatores climáticos como baixos índices pluviométricos e altas temperaturas, condições essas que dificultam a exploração sustentável e, tornando o uso da irrigação indispensável para viabilizar a exploração agrícola (Holanda et al., 2016). Outrossim, devido ao aumento na demanda por alimento em função do crescimento populacional, associado a reduzida disponibilidade de água não salobra para ampliação das áreas agrícolas nesta região, faz com que o uso de irrigação com águas de qualidade inferior se torne uma prática comum (Silva et al., 2013).

Segundo Rodrigues et al. (2017) a produção de alimentos deve considerar a sustentabilidade ambiental, ou seja, menor impacto nos recursos naturais e melhor eficiência dos sistemas agrícolas, neste sentido, a prática da irrigação desempenha papel importante, suprimindo as demandas hídricas das culturas e eliminando a influência da incerteza temporal e local das chuvas, permitindo a produção em qualquer época do ano.

Apesar da importância da irrigação, a cada dia os recursos hídricos estão se tornando escasso, afetando o desenvolvimento agrícola e a produção de alimentos, especialmente em regiões áridas e semiáridas (Santos et al., 2020). Devido à alta demanda por água na agricultura e à necessidade de preservar águas de melhor qualidade para o consumo humano, é importante considerar a reutilização de água de qualidade inferior na produção agrícola (Sousa et al., 2017) tais como as águas salobras provenientes de poços e de drenagem agrícola, as residuárias de esgoto doméstico tratado, as provenientes de estações de tratamento de águas salobras (Gheyi et al., 2016) e a água produzida do petróleo (Miller et al., 2020).

A água produzida do petróleo (AP) se encontra nas formações subterrâneas e é conduzida à superfície junto com o petróleo e o gás durante a extração desses recursos, se destacando tanto por seus grandes volumes quanto pela complexidade de sua composição (Motta et al., 2013) pois, segundo a ANP (2017) no Brasil, a produção de água produzida em 2017 foi de aproximadamente 3,99 milhões de barris por dia, ou seja, aproximadamente 1,5 barril de água para cada barril de petróleo. E a sua composição principal inclui óleos dispersos, compostos orgânicos dissolvidos, compostos químicos, sólidos dissolvidos, metais e radioisótopos (Iggunu; Chen, 2014). Portanto, essa água representa um grande desafio para as empresas petrolíferas, principalmente devido aos elevados custos e aos impactos ambientais que podem causar ao ambiente se não forem tratadas. Atualmente, os destinos

comuns para a mesma são: descarte, reinjeção nos poços e reutilização em outras atividades, como irrigação (Jiménez et al., 2018).

Geralmente a água produzida do petróleo apresenta teores elevados de sais que podem promover efeitos negativos em solos e plantas, causando sérias restrições nas atividades fisiológicas e no potencial produtivo das espécies cultivadas, ou seja, para que a irrigação com água salina seja bem-sucedida na agricultura, é necessário adotar práticas de manejo adequadas, como a escolha de culturas tolerantes à salinidade, a misturas de águas (Gheyi et al., 2016), a utilização de produtos e/ou substâncias atenuadoras de estresse como o ácido salicílico, peróxido de hidrogênio, prolina, dentre outras.

Conforme Kim et al. (2018) o ácido salicílico induz tolerância a estresses bióticos e abióticos nas plantas ao regular mecanismos bioquímicos e fisiológicos, como a concentração de íons, a atividade de enzimas antioxidantes, os hormônios endógenos e a expressão gênica associada à sua síntese.

Dentre as fruteiras adaptadas as condições edafoclimáticas do Brasil cita-se a aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.) que tem expandido seu cultivo principalmente na Regiões Nordeste e Sudeste do país, com destaque para a região NE que é a maior produtora devido à sua adaptação abrangente às condições locais e ao seu alto potencial produtivo, atendendo tanto à agricultura familiar quanto ao setor empresarial (Souza et al., 2017) e, favorecendo sua aceitação devido ao sabor agradável, por seu reconhecido valor nutricional, principalmente como fonte de vitamina C, além de conter vitamina A, ferro, cálcio e vitaminas do complexo B (Sá et al., 2017).

Neste sentido, objetivou-se com a pesquisa, analisar a produção de mudas de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo associado a aplicação exógena de concentrações de ácido salicílico.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Avaliar a aplicação exógena do ácido salicílico na mitigação do estresse salino da água de irrigação sob porta-enxertos de genótipos de aceroleira.

### **2.1 Objetivos específicos**

- Determinar os componentes vegetais de emergência, crescimento, fisiologia e qualidade de porta-enxertos de genótipos de aceroleira sob aplicação de ácido salicílico como mitigador do estresse salino da água de irrigação;

- Determinar o limite de salinidade para obtenção de porta-enxertos de qualidade de genótipos de aceroleira sob aplicação de ácido salicílico;
- Determinar a dose de ácido salicílico que possa atenuar o efeito do estresse salino sobre o crescimento, a fisiologia e a qualidade de porta-enxertos de genótipos de aceroleira;
- Avaliar os impactos causados pela aplicação da água produzida do petróleo nas propriedades físicas e químicas do substrato cultivado com porta-enxertos de aceroleira.

### 3 REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1 Aspectos gerais da cultura da aceroleira

A aceroleira (*Malpighia emarginata* L.), originária da região das Antilhas, é uma frutífera tropical de grande relevância econômica e social, devido ao seu elevado teor de vitamina C, além de conter outros nutrientes, como carotenóides, tiamina, riboflavina e niacina (Machado et al., 2012). No Brasil, o cultivo da acerola cresceu significativamente entre 1988 e 1992 e continua em expansão devido à sua importância alimentar e ao alto teor de vitamina C, que pode alcançar 5.000 mg/100 g de polpa em algumas variedades, além do seu potencial social e econômico (Calgaro; Braga, 2012).

Trata-se de uma árvore com um único tronco com ramificações, em pomares comerciais, seu crescimento varia entre 1,3 e 3,2 metros de altura, com ramos lenhosos que se estendem e tendem a curvar-se para baixo (Diniz, 2020). Possuem sistema radicular pivotante, quando plantado por sementes ou enxertia, pois em solos férteis e profundos, suas raízes podem atingir até 1 metro de profundidade, concentrando-se majoritariamente entre 20 cm e 40 cm abaixo da superfície (Hamann, 2015). As folhas são opostas, apresentam pecíolo curto e formato ovalado a elíptico-peciolado, com dimensões variando entre 2,5 cm e 7,5 cm. Possuem base e ápice predominantemente agudos, com coloração verde-escura brilhante na face superior e verde-pálida na face inferior (Calgaro; Braga, 2012)

As flores da aceroleira variam de 1,2 a 2,5 cm, surgindo isolados ou em cachos em diferentes partes da planta, incluindo ramos maduros e brotações novas. A cor das pétalas pode variar de rosa, rosa esbranquiçada, violeta esbranquiçada a vermelha (Diniz, 2020). Os seus frutos são drupas que podem ser arredondados, ovais ou cônicos e quando maduros, podem apresentar cores como vermelho, roxo ou amarelo, e o seu peso pode variar entre 3 e 16 g, dependendo do genótipo da planta e das condições de cultivo (Silva, 2020).

A aceroleira é uma planta rústica, adaptável e resistente à seca, expandindo-se em regiões tropicais, subtropicais e semiáridas. No Nordeste brasileiro, as condições de solo e clima favorecem seu cultivo, contribuindo para sua expansão na região, e devido ao seu alto teor de ácido ascórbico e importância medicinal, a fruta está na pauta da exportação brasileira. E trata-se também de uma boa opção para a agricultura familiar, pois essa fruteira se adapta rapidamente a diferentes condições climáticas e de solo, além de apresentar produção ao longo de todo o ano (Melo, 2018).

No Brasil, seu cultivo foi intensificado nos últimos anos, verificando-se pelo último levantamento de dados em 2017, uma produção de 60.966 toneladas de acerola em uma área de 5.753 hectares, com destaque para a região Nordeste, que produziu mais de 47 mil toneladas, principalmente nos Estados de Pernambuco, Piauí, Paraíba, Sergipe e Ceará (IBGE, 2017). O país é o maior produtor, consumidor e exportador de acerola no mundo, devido à sua importância alimentar, potencial social e econômico, além das diversas formas de aproveitamento, tanto para consumo in natura quanto para a agroindústria (Calgaro; Braga, 2012).

### **3.1.1 Características dos materiais genéticos Junco e Crioula**

A cultivar Junco foi desenvolvida pela Nichirei Pesquisas Agrícolas Ltda – Niquisa, do grupo Niagro. As plantas são robustas, de porte médio, com copa medianamente volumosa e ramos secundários eretos. Destaca-se pela retenção dos frutos na planta por vários dias após o amadurecimento, facilitando a colheita e reduzindo perdas. As folhas são medianas, de coloração verde médio e as flores são róseas. Seus frutos são médios, de cor púrpura, com casca levemente irregular e polpa firme, suportando bem danos mecânicos. Possui boa conservação pós-colheita, mantendo qualidade por mais de 15 dias a 12 °C. Seu alto teor de vitamina C (acima de 2.500 mg/100g) a torna uma excelente opção para a indústria, apesar da elevada acidez, sendo apreciada na produção de sucos devido ao aroma agradável (Souza, et al., 2013).

O genótipo Crioula é uma variedade rústica, adaptada às condições de clima e solo do semiárido nordestino, sendo bastante utilizada na produção de porta-enxerto em viveiros de produção de muda na região.

### **3.2 Disponibilidade e qualidade de água no semiárido**

No Brasil, a escassez de água é bastante visível, especialmente no semiárido nordestino, que por sua vez, representa 58% do território (Silva et al., 2014). A baixa

disponibilidade hídrica é uma preocupação global, tanto em quantidade quanto em qualidade, pois esse recurso é essencial para a vida, a saúde, a produção de alimentos, o desenvolvimento econômico e a sustentabilidade ambiental (Almeida, 2010).

As regiões semiáridas se destacam por apresentarem baixos índices de precipitação, uma distribuição irregular das chuvas durante o ano e alta taxa de evapotranspiração (Sales, 2020). Assim, em muitas áreas do semiárido, as águas subterrâneas são utilizadas para irrigação devido à sua maior disponibilidade. No entanto, essas águas frequentemente apresentam altas concentrações de sais, resultado da composição geológica da região, onde cerca de 80% das rochas são cristalinas (Cirilo et al., 2010). Sendo assim, para suprir a demanda hídrica das culturas, torna-se necessário o uso de água salina na irrigação, especialmente durante a estiagem, quando os níveis de sais na água dos poços e açudes aumentam (Sá et al., 2013). Entretanto, a qualidade da água de irrigação influencia diretamente a produção agrícola, sendo determinada pela concentração total de sais dissolvidos e sua composição iônica, onde os principais sais presentes incluem o sódio, cálcio e magnésio, na forma de cloretos, sulfatos e bicarbonatos (Sales, 2020).

Segundo Holanda et al. (2010), aproximadamente 30% das águas analisadas nos estados do Nordeste, que incluem a região semiárida, possuem baixa qualidade para irrigação. Além disso, mesmo em áreas onde a água apresenta salinidade de baixa a média, há acúmulo de sais no solo devido ao manejo inadequado da irrigação nos perímetros irrigados da região. O excesso de sais afeta negativamente as características físicas e químicas do solo, comprometendo sua qualidade e reduzindo o crescimento das plantas cultivadas, o que causa impactos significativos na produção agrícola (Cavalcante et al., 2010). Medeiros (1992) constatou que, nas principais fontes de água disponíveis para irrigação no Nordeste brasileiro, predominam os sais NaCl, CaCl<sub>2</sub> e MgCl<sub>2</sub>, geralmente na proporção de 7:2:1.

Nesse contexto, diante à irregularidade das chuvas no semiárido brasileiro, torna-se necessário desenvolver estudos e estratégias para o uso eficiente da água, de maneira que possa atender as diferentes demandas de forma adequada e sustentável (Ferreira et al., 2016). Deste modo, surge como uma opção viável o emprego de outras fontes de água disponíveis, como as águas residuárias de procedência urbana e as águas salobras de origem subterrâneas (Almeida, 2010; Silva et al., 2011), bem como a água produzida do petróleo.

### **3.2.1 Água produzida do petróleo**

O petróleo é uma das principais fontes de energia de origem fóssil no mundo, cuja produção tem aumentado ao longo do tempo devido ao crescimento da demanda energética da



sociedade (Hisham et al., 2019). Durante sua extração, são retirados subprodutos como gás e água produzida. Essa água pode conter os mesmos sais e metais encontrados na água do mar, porém em concentrações e proporções muito mais elevadas, chegando a ser até 1.000 vezes superiores, o que pode indicar a idade do poço (Figueredo, 2010). O maior volume de efluente gerado nessa atividade é a água produzida, composta predominantemente por água de formação natural presente no reservatório de petróleo e gás, além de água reinjetada e produtos químicos utilizados nas etapas de perfuração, estimulação, produção e separação óleo-água (Santos et al., 2014; Drioli et al., 2016).

Em 2020, o volume de água produzida no Brasil atingiu 194 milhões de m<sup>3</sup>, com uma razão água/óleo de 1,13/1. No Rio Grande do Norte, no mesmo período, esse volume foi de 57 milhões de m<sup>3</sup>, resultando em uma razão água/óleo de 28/1, conforme dados da ANP (2021). Essa diferença ocorre porque, à medida que os poços envelhecem, a proporção de água produzida em relação ao óleo extraído aumenta, podendo ultrapassar 95% do volume total (Vieira, 2011).

A água produzida contém uma variedade de compostos orgânicos e inorgânicos naturais, incluindo sólidos dissolvidos e suspensos, elevada concentração de sais, microrganismos, materiais radioativos de ocorrência natural, além de aditivos químicos sintéticos de composição complexa utilizados nas operações dos poços (Sappington; Rifai, 2018). Fazem parte da sua constituição sais inorgânicos dissolvidos, hidrocarbonetos, ácidos orgânicos, fenóis e diversos produtos químicos usados na produção, como coagulantes, floculantes e biocidas. Além disso, contém metais pesados, sólidos em suspensão, como areia e argila, e traços de radionuclídeos (Figueredo, 2010).

Devido à complexidade e ao grande volume de água produzida, sua destinação torna-se uma preocupação, exigindo a busca por métodos de tratamento e descarte que minimizem impactos negativos ao meio ambiente (Ajemigbitse, 2019). No Brasil, a água produzida é descartada por reinjeção em poços para aprimoramento de produção de hidrocarbonetos ou em poços de descarte (onshore), além do lançamento no mar (offshore). Nos Estados Unidos, além dessas práticas, o efluente pode ser usado para recarga de águas subterrâneas, descarte em águas superficiais, irrigação, uso urbano, industrial e no fraturamento hidráulico (Scanlon et al, 2020).

Entre as possíveis formas de destinação da água produzida, destaca-se seu reaproveitamento em atividades de significativa importância socioeconômica, como a irrigação de plantações no semiárido nordestino, sendo essa uma alternativa atraente e de elevado interesse sustentável (Xavier et al., 2010). Nos últimos anos, devido ao grande

volume gerado anualmente, a água produzida tem sido estudada como uma possível alternativa para irrigação de culturas agrícolas em regiões de clima árido e semiárido (Dolan, 2018).

Em razão da sua composição, faz-se necessário um tratamento prévio para a prática de seu reuso da água produzida (Sedlacko et al., 2020). As misturas de águas de alta condutividade elétrica com águas de baixa concentração de sais, visa incentivar a inserção dessas águas na produção vegetal, em regiões que sofrem com estiagens prolongadas. Esta pode ser mais uma alternativa para assegurar a exploração racional dos recursos hídricos e vegetais no semiárido, fixando o homem no campo evitando o êxodo rural (Silva et al., 2014).

### **3.2.2 Estresse salino nas plantas**

Diante da escassez de água, a utilização de recursos hídricos salinos na agricultura tem se apresentado como uma alternativa viável para os produtores. No entanto, seu emprego exige a implementação de estratégias de manejo adequadas, tanto químicas quanto orgânicas, a fim de minimizar os impactos negativos da salinidade no solo e no desenvolvimento das plantas (Mesquita et al., 2015). As plantas cultivadas em ambientes salinos podem sofrer alterações no crescimento e na produtividade, uma vez que a alta concentração de sais na solução do solo modifica o potencial osmótico, provoca desequilíbrios nutricionais e pode resultar em toxicidade iônica, impactando negativamente seu desenvolvimento (Alvarenga et al., 2019).

A diminuição do potencial osmótico causada pela salinidade reduz a disponibilidade de água para as plantas, levando ao fechamento dos estômatos e, conseqüentemente, à menor absorção de dióxido de carbono na câmara subestomática. Isso pode ocasionar a redução da taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> devido a fatores estomáticos e não estomáticos, resultando na limitação do crescimento vegetal (Martins et al., 2019). Dessa forma, sob condições de cultivo em meio salino, as plantas podem apresentar redução no crescimento e na produtividade devido ao aumento da pressão osmótica interna, causado pelo acúmulo excessivo de sais solúveis no solo e pelo sódio trocável. Esse estresse pode levar à seca fisiológica e à toxicidade de íons específicos, comprometendo o metabolismo vegetal, provocando distúrbios fisiológicos e ocasionando danos às folhas (Nobre et al., 2013).

O efeito tóxico, por sua vez, ocorre quando as plantas absorvem sais juntamente com a água do solo, resultando em um acúmulo excessivo que pode causar toxicidade. Esse excesso provoca um desequilíbrio interno e danos ao citoplasma, afetando principalmente as bordas e o ápice das folhas, onde a transpiração é mais intensa. Nessas regiões, os sais transportados do

solo para a planta se acumulam, intensificando a toxicidade e comprometendo o desenvolvimento vegetal (Dias et al., 2016).

O excesso de sódio trocável no solo também pode impactar indiretamente as plantas ao provocar a dispersão das partículas de argila e obstrução dos poros do solo. Isso resulta na formação de camadas compactadas, reduzindo a permeabilidade, a retenção de água e a capacidade de penetração das raízes. Essas condições adversas dificultam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, especialmente do sistema radicular (Dias et al., 2016). Assim, a presença elevada de íons específicos, como sódio (Na), cloro (Cl) e boro (B), pode levar a um desequilíbrio nutricional nas plantas. Esse desequilíbrio compromete a absorção de nutrientes essenciais, como potássio, cálcio, magnésio, fósforo e nitrato, afetando seu crescimento e desenvolvimento (Taiz; Zeiger, 2017).

### **3.3 Ácido salicílico**

Entre os diferentes tipos de reguladores envolvidos no crescimento e desenvolvimento das plantas, o ácido salicílico (AS) desempenha um papel versátil, contribuindo para a melhoria de fatores e características de natureza citológica, morfológica, fisiológica e bioquímica nas plantas (Saleem et al., 2021). A aplicação de ácido salicílico (AS) via foliar tem sido adotada como uma estratégia eficaz para atenuar os impactos negativos do estresse salino sobre as plantas (Nóbrega et al., 2020).

O ácido salicílico é um composto fenólico que atua na regulação de diversos processos fisiológicos das plantas, como indução da floração, assimilação de nutrientes, produção de etileno, controle da abertura estomática e eficiência fotossintética (Gast filho et al., 2017; Silva et al., 2020). Ele também contribui para a proteção das plantas ao estimular a atividade de enzimas antioxidantes em situações de estresse, aumentando sua resistência a condições adversas (Rajeshwari; Bhuvaneshwari, 2017).

Dessa forma, o ácido salicílico é um fitohormônio natural com ação antioxidante, contribuindo para a redução dos danos causados pelo excesso de sais nas plantas. Sua concentração pode aumentar em vegetais expostos a condições adversas, como ataques de patógenos ou estímulos de elicitores, auxiliando em processos como acúmulo de pigmentos, fotossíntese, biossíntese, termogênese, regulação estomática, germinação e absorção de nutrientes (Silva et al., 2020).

Estudos têm evidenciado o potencial do ácido salicílico na mitigação dos efeitos negativos causados pelo estresse salino nas plantas. Ferreira Júnior (2018), ao investigar os efeitos da aplicação foliar de ácido salicílico em milho forrageiro submetido ao estresse salino

(2,99; 8,75; 13,01 e 16,61 dS m<sup>-1</sup>), concluiu que a aplicação de AS (0,5 mM) reduziu os impactos negativos do estresse salino até a condutividade elétrica de 13,01 dS m<sup>-1</sup>.

Silva et al. (2022) investigaram diferentes métodos de aplicação de ácido salicílico na cultura do tomate e concluíram que a pulverização foliar com este fitohormônio foi eficaz na redução dos impactos negativos do estresse salino. Esse tratamento melhorou as trocas gasosas, aumentou o teor de clorofila e favoreceu o acúmulo de biomassa seca nas folhas e raízes, além de melhorar a relação raiz/parte aérea do tomate cereja aos 120 dias após a semeadura.

Além do estresse salino, outra perspectiva estudada por Aires et al. (2022), a aplicação foliar de ácido salicílico teve um efeito positivo e significativo em diversas características de trocas gasosas na cultura do tomate, especialmente quando aplicada a uma concentração de 1,4 mM em plantas submetidas a déficit hídrico. A aplicação do ácido salicílico resultou em melhorias na assimilação de CO<sub>2</sub>, condutância estomática, transpiração, concentração interna de CO<sub>2</sub>, eficiência no uso da água e eficiência de carboxilação.

Como demonstrado, a aplicação de ácido salicílico por pulverização foliar tem se mostrado eficaz no auxílio à adaptação das plantas a estresses provocados pela salinidade. Contudo, observa-se também que não existem muitos registros na literatura sobre o uso do ácido salicílico na cultura da aceroleira, quando submetida ao estresse salino durante toda a fase vegetativa.

#### 4 MATERIAIS E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida durante o período de 28 de julho de 2023 a 15 de janeiro de 2024, em condições de ambiente protegido (telado), em área experimental no Centro Multidisciplinar de Caraúbas na Universidade Federal Rural do Semi-Árido - UFERSA, situado na Mesorregião do oeste potiguar, cujas coordenadas geográficas 05°46'23" S e 37°34'12" W e altitude de 144 m. O clima da região é classificado de acordo com Köppen como BSh, indicando um clima semiárido quente (Alvares et al., 2013).

Os tratamentos foram dispostos em esquema fatorial 5 x 4 x 2 com quatro repetições, sendo cada parcela constituída por uma planta, referentes às cinco diluições de água produzida do petróleo sintética – AP, em água de abastecimento local - AA, sendo estas T1: 100% AA, T2: 75% AA + 25% AP, T3: 50% AA + 50% AP, T4: 25% AA + 75% AP e T5: 100% AP, associados a quatro concentrações de ácido salicílico (0; 0,8; 1,6 e 2,4 mM) e dois genótipos de aceroleira (Junco e Crioula). Os distintos tratamentos com diluições de água produzida de petróleo apresentaram os seguintes níveis salinos (T1 – 0,47 dS m<sup>-1</sup>, T2 – 1,26

dS m<sup>-1</sup>, T3 – 2,06 dS m<sup>-1</sup>, T4 – 2,63 dS m<sup>-1</sup> e T5 – 3,52 dS m<sup>-1</sup>) e PH (T1 – 7,11, T2 – 7,43, T3 – 7,68, T4 – 7,75 e T5 – 7,79).

Como material vegetal foram usados dois genótipos de aceroleira sendo o primeiro a cv. Junco que se destaca pela alta produção de frutos e sendo muito cultivada no Nordeste, além de ter frutos com mais de 3.000 mg de ácido ascórbico por 100 g de polpa (Borges et al., 2022). E o segundo o genótipo Crioula, cujas sementes foram provenientes do Município de Caraúbas-RN, sendo adaptado as condições edafoclimáticas locais e apresentando boa produção de frutos.

Devido a carências de informação na literatura para a cultura da aceroleira quanto as concentrações de ácido salicílico, fez-se a escolha dos valores conforme Silva et al. (2020), em trabalho realizado com a cultura da graviroleira sob estresse salino.

O preparo das AP sintéticas foi feito utilizando a água de abastecimento local (UFERSA/Caraúbas-RN), adicionando-se quantidades de sais de Cloreto de Alumínio, Boráx, Ácido Bórico, Cloreto de Cálcio, Sulfato de Cálcio, Cloreto de Ferro, Sulfato de Manganês, Cloreto de Magnésio, Cloreto de Potássio, Cloreto de Sódio e Sulfato de Zinco de acordo com os resultados encontrados por Figueiredo et al. (2014), que analisou AP em diferentes poços de exploração de petróleo da bacia Potiguar e determinou os parâmetros químicos médios da AP na região. Após o preparo da AP fez-se as distintas diluições sendo as mesmas armazenadas em recipientes plásticos com capacidade de 90 L, devidamente protegidos para evitar a evaporação e/ou contaminação.

O semeio foi realizado em bandejas de polietileno, usando duas sementes por compartimento, semeadas na profundidade de 1,0 cm; passados 50 dias do semeio, foi feito o transplântio de duas plântulas por sacolas plásticas com capacidade de 1150 mL. As sacolas foram preenchidas com material de solo coletado na profundidade de 0-30 cm e proveniente do município de Caraúbas - RN e, adicionado 2%, em base peso, de esterco bovino curtido e, dispostas sobre estrados de madeira, a uma altura de 0,2 m do solo para facilitar o manejo. A drenagem do excesso de água era realizada por meio de furos na base das sacolas. Após 50 dias do transplântio foi realizado o desbaste, deixando apenas uma planta por sacola, a mais vigorosa (Melo et al., 2018).

Seguindo a metodologia proposta por Teixeira et al. (2017) antes do início do experimento foram analisadas as características químicas e físico-hídricas do substrato utilizado no experimento (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e físico-hídricas do substrato utilizado para o semeio da aceroleira, UFERSA, 2024.

| acidez total, CTE e CEC, 2024. |                                               |                 |                  |                  |                  |          |                        |       |       |                    |                       |                    |     |  |  |
|--------------------------------|-----------------------------------------------|-----------------|------------------|------------------|------------------|----------|------------------------|-------|-------|--------------------|-----------------------|--------------------|-----|--|--|
| Areia                          |                                               |                 | Silte            |                  | Argila           |          | Classificação textural |       | CEes  |                    | pHes H <sub>2</sub> O |                    | M.O |  |  |
| -----g kg <sup>-1</sup> -----  |                                               |                 |                  |                  |                  |          |                        |       |       | dS m <sup>-1</sup> |                       | g kg <sup>-1</sup> |     |  |  |
| 446                            |                                               |                 | 411              |                  | 143              |          | Franca                 |       | 0,68  |                    | 6,03                  |                    | 37  |  |  |
| P                              | K <sup>+</sup>                                | Na <sup>+</sup> | Ca <sup>2+</sup> | Mg <sup>2+</sup> | Al <sup>3+</sup> | (H + Al) | SB                     | T     | CTC   | V                  | m                     | PST                |     |  |  |
| mg dm <sup>-3</sup>            | -----cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> ----- |                 |                  |                  |                  |          |                        |       |       |                    | -----%------          |                    |     |  |  |
| 134,2                          | 0,87                                          | 0,15            | 17,11            | 1,14             | 0,0              | 0,58     | 19,27                  | 19,27 | 19,27 | 97                 | 0                     | 1                  |     |  |  |

M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; Al<sup>3+</sup> e (H<sup>+</sup> Al<sup>3+</sup>) extraídos utilizando-se CaOAc 1 mol L<sup>-1</sup> pH 7,0; CEes – condutividade elétrica do extrato de saturação do substrato a 25°C; pHes – pH do extrato de saturação do substrato

Durante o período experimental, o substrato foi mantido com umidade próxima da capacidade de campo, onde até os 73 dias após o transplantio (DAT), as plantas foram irrigadas com água (abastecimento local) de CEa igual a 0,47 dS m<sup>-1</sup> e, após esse período, foram irrigadas com águas conforme tratamentos, cujas irrigações eram realizadas diariamente baseado no princípio da lisimetria de drenagem, onde o volume aplicado em cada irrigação foi determinado pela diferença entre volume aplicado e volume drenado no dia seguinte, onde o valor desta diferença equivalente ao volume de água necessária para solo atingir capacidade máxima de retenção de água (capacidade de campo). Neste processo, eram escolhidas aleatoriamente 20 sacolas que tinham acoplada as mesmas, sacos plásticos para coleta da água drenada.

O controle fitossanitário realizado foi de caráter preventivo e/ou curativo mediante a incidência de eventuais pragas e doenças, além do arranquio manual das plantas invasoras.

As concentrações de ácido salicílico foram aplicadas de forma exógena aos 70, 79, 87, 95, 103 e 111 DAT, por meio de pulverização nas faces adaxial e abaxial, de modo a se obter o molhamento completo das folhas. Aplicou-se um volume de 3 mL por planta e, esse volume foi aumentando para 5 mL conforme o aumento no tamanho das plantas; também fez-se o uso de um suporte para evitar a deriva do produto. As aplicações eram realizadas às 16:30 horas, com o auxílio de um borrifador.

Os efeitos dos distintos tratamentos foram realizados conforme variáveis de crescimento, fitomassas, fisiológicas e qualidade de mudas de aceroleira. Em termo de crescimento das mudas fez-se avaliação aos 122 DAT do número de folhas (NF), altura da planta (AP) e o diâmetro do caule (DC), onde na contagem do NF considerou-se as que

estavam com limbo foliar totalmente expandidos. O DC foi determinado a 3 cm do colo das plantas, e a AP medindo-se a distância entre o colo e o ponto de inserção da folha mais nova.

Aos 98 dias após o transplântio foram feitas leituras das variáveis fisiológicas com um medidor portátil de fotossíntese (IRGA), onde as variáveis analisadas incluíram concentração intercelular de CO<sub>2</sub> -  $C_i$  ( $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), condutância estomática -  $g_s$  ( $\text{mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) e Taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> -  $A$  ( $\mu\text{mol CO}_2 \text{m}^{-2} \text{s}^{-1}$ ), sendo realizadas usando a quarta folha, a contar do ápice para base do ramo.

Ao final do período experimental aos 122 DAT, realizou-se a última avaliação morfológica, onde cortou-se as plantas rente ao solo, separadas de cada planta as raízes da parte aérea (folhas e caule), sendo estas colocadas em sacolas de papel devidamente identificadas e postas a secar em estufa, com circulação de ar, a 65°C, até massa constante onde foi determinado o acúmulo de fitomassa seca das folhas (MSF), do caule (MSC), de raízes (MSR) e total (MST) por planta, com uso de uma balança de precisão.

A qualidade dos porta-enxertos foi determinada após a conclusão experimental (122 DAT) através do índice de qualidade de Dickson (IQD), por meio da fórmula de Dickson et al. (1960):

$$\text{IQD} = [\text{FST}/(\text{AP}/\text{DC}) + (\text{FSPA}/\text{FSR})]$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de Dickson; FST = fitomassa seca total de planta (g); AP = altura de planta (cm); DC = diâmetro do caule (mm); FSPA = fitomassa seca da parte aérea (g) e FSR = fitomassa seca de raiz (g).

As médias das variáveis foram submetidas à análise de variância pelo teste F em nível de 0,05 e 0,01 de probabilidade, sendo os dados referentes as concentrações de ácido salicílico analisados por estudos de regressão e as médias dos fatores qualitativos (diluições da água produzida do petróleo; e materiais genéticos de aceroleira) comparadas pelo teste de Tukey (1 e 5% de probabilidade), utilizando software estatístico SISVAR/UFLA (Ferreira, 2011).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

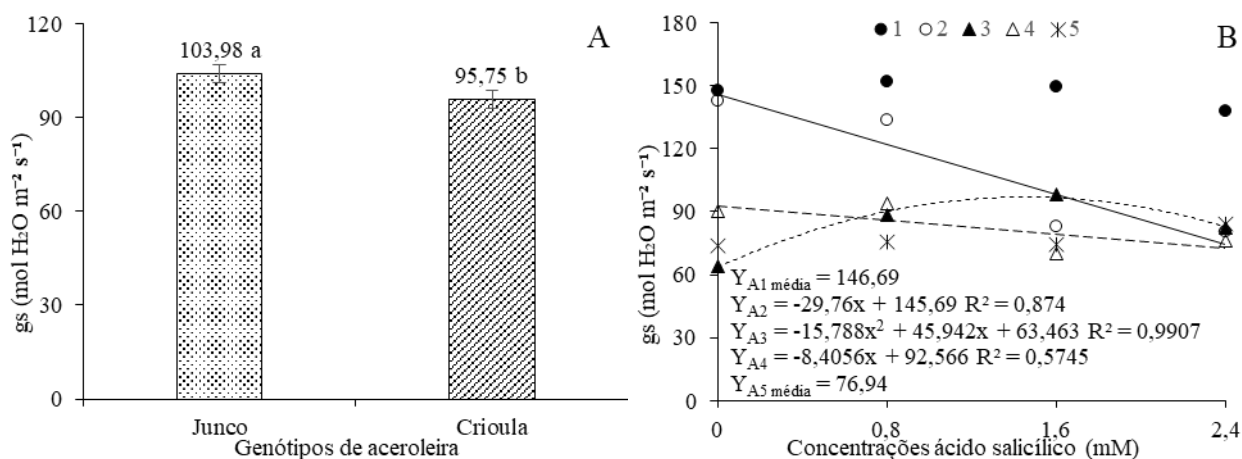
Avaliando o resumo da análise de variância (Tabela 2), identifica-se efeito significativo da interação entre os fatores água produzida do petróleo - AP x concentrações de ácido salicílico – AS e do fator isolado “distintos genótipos de aceroleira” sobre a condutância estomática ( $g_s$ ). A concentração intercelular de CO<sub>2</sub> ( $C_i$ ) foi afetada significativamente pela interação entre AP x genótipos de aceroleira - GA. Houve ainda, efeito significativo isolado das distintas AP sobre taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> ( $A$ ).

**Tabela 2** - Resumo da análise de variância para condutância estomática ( $g_s$ ), concentração intercelular de  $\text{CO}_2$  ( $C_i$ ) e taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  ( $A$ ) de mudas de genótipos de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo (AP) e distintas concentrações de ácido salicílico (AS).

| Fonte de Variação                      | Quadrados Médios       |                        |                      |
|----------------------------------------|------------------------|------------------------|----------------------|
|                                        | $g_s$                  | $C_i$                  | $A$                  |
| Água produzida do petróleo (AP)        | 27194,672**            | 23501,995**            | 86,079**             |
| Concentrações de Ácido Salicílico (AS) | 2349,913*              | 3170,242 <sup>ns</sup> | 13,825 <sup>ns</sup> |
| Reg, Linear                            | 4668,727**             | 4786,039 <sup>ns</sup> | 0,556 <sup>ns</sup>  |
| Reg, Quadrática                        | 626,828 <sup>ns</sup>  | 1974,165 <sup>ns</sup> | 12,00 <sup>ns</sup>  |
| Genótipos Aceroleira (GA)              | 2706,272*              | 455,692 <sup>ns</sup>  | 27,656 <sup>ns</sup> |
| Interação (AP x AS)                    | 2381,713**             | 2064,254 <sup>ns</sup> | 11,858 <sup>ns</sup> |
| Interação (AP x GA)                    | 922,979 <sup>ns</sup>  | 6981,049*              | 10,407 <sup>ns</sup> |
| Interação (AS x GA)                    | 776,699 <sup>ns</sup>  | 3110,962 <sup>ns</sup> | 3,99 <sup>ns</sup>   |
| Interação (AP x AS x GA)               | 1390,982 <sup>ns</sup> | 3451,403 <sup>ns</sup> | 8,547 <sup>ns</sup>  |
| Bloco                                  | 512,330 <sup>ns</sup>  | 5182,536 <sup>ns</sup> | 2,98 <sup>ns</sup>   |
| CV (%)                                 | 24,82                  | 32,46                  | 25,44                |

ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e significativo a  $p < 0,05$ ; CV= coeficiente de variação.

Os distintos genótipos de aceroleira diferiram de forma significativa em termos de condutância estomática, onde se observa (Figura 1A) o maior valor ( $103,98 \text{ mol de H}_2\text{O m}^{-2}\text{s}^{-1}$ ) em mudas do genótipo 'Junco' e, sendo este 7,91% superior ao Crioula, denotando que o genótipo 'Junco' possui maior eficiência na regulação da abertura dos estômatos, promovendo uma troca gasosa mais eficaz e favorecendo a adaptação às condições ambientais, o que pode beneficiar o crescimento e a eficiência fotossintética da planta (Kudoyarova et al., 2013).

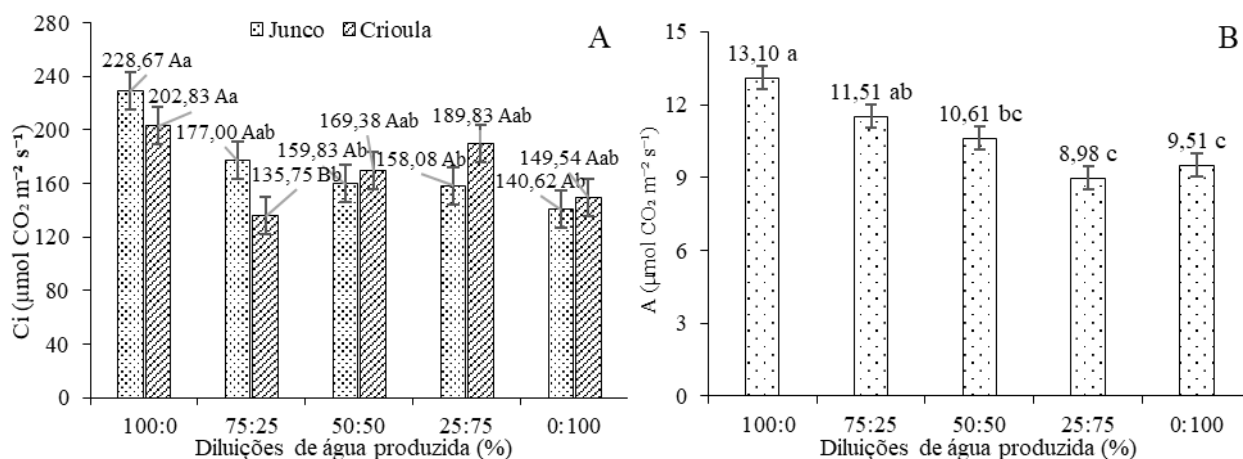




**Figura 1.** Condutância estomática –  $g_s$  em função dos distintos genótipos de aceroleira (A) e da interação entre os fatores água produzida do petróleo – AP x concentrações de ácido salicílico – AS (B).

A condutância estomática também foi afetada pela interação entre fatores AP  $\times$  AS e, segundo as equações de regressão (Figura 1B), houve comportamento linear em plantas irrigadas com AP-2 e AP-4, com decréscimos de 20,43% e 9,08% por aumento unitário da concentração de AS, respectivamente, resultando em redução de 49,02% e 21,79% nas mudas que receberam à maior concentração de AS em comparação as que não receberam AS. Em plantas sob diluição AP-3 houve, resposta quadrática, sendo o maior valor (96,85 mol de H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup>s<sup>-1</sup>) obtido na concentração de AS de 1,5 mM indicando que a  $g_s$  de mudas irrigadas com a diluição (50%AA + 50%AP) foi influenciada positivamente pela aplicação de ácido salicílico, o que pode estar relacionado à sinalização de estresse causada pela aplicação de AS, que aumenta a produção de metabólitos secundários, e estes metabólitos reduzem o potencial osmótico das raízes para valores inferiores aos causados pelo acúmulo de sais no solo, melhorando a absorção de água e nutrientes e possivelmente aumentando a abertura estomática (Silva et al., 2021).

Verifica-se para a concentração intercelular de CO<sub>2</sub> interação significativa em função das diluições de água produzida do petróleo x genótipo de aceroleira (Tabela 2) e, de acordo com o teste de comparação de médias (Figura 2A) observa-se que em termos do genótipo junco, o maior  $C_i$  ocorreu em plantas irrigadas com a diluição AP-1 que não diferiu estatisticamente de AP-2, sendo superior em 38,51% ao das plantas sob AP-5; já em termos do genótipo Crioula, o maior  $C_i$  (202,83  $\mu$ mol CO<sub>2</sub> m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) foi constatado em mudas sob AP-1 que não diferiu estatisticamente das plantas sob AP-3, AP-4 e AP-5 e superando as plantas sob AP-2 em 33,07%. Outrossim, os genótipos diferiram apenas na diluição AP-2, sendo o Junco superior ao Crioula em 23,3% na diluição AP-2, no entanto, vê-se de forma geral que o genótipo Crioula foi mais tolerante aos efeitos salinos da água produzida do petróleo, por praticamente não ter ocorrido diferença significativa sob os distintos tratamentos. No caso da cv. Junco, denota-se que a diferença ocorreu devido ao consumo de carbono pela Rubisco no ciclo de Calvin, que reduz o carbono presente nas câmaras subestomáticas, e os danos a esse processo reduziram o consumo de carbono, resultando em desequilíbrio energético causado pelo acúmulo de sais na planta, o que intensifica a produção de espécies reativas de oxigênio (Velooso et al., 2022).



**Figura 2.** Concentração intercelular de CO<sub>2</sub> - *Ci* em função da interação entre os fatores água produzida do petróleo -AP x genótipos de aceroleira – GA (A) e, taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> – *A*, em função das diluições de AP (B).

O aumento da salinidade na água de irrigação presente nas distintas diluições da AP afetou significativamente a taxa de assimilação de CO<sub>2</sub> e conforme o teste de comparação de médias (Figura 2B) verifica-se o maior valor em plantas irrigadas com 100% de água de abastecimento (AP-1), que não diferiu de AP-2 e, sendo superior em 31,45% as mudas irrigadas com diluição AP-4 que apresentou o menor valor desta variável, ocorrida possivelmente devido à redução na condutância estomática e consequente na diminuição na difusão de CO<sub>2</sub> que tendem a impactar negativamente a fotossíntese líquida (Syvertsen; García-Sánchez, 2014).

Verifica-se através do resumo da análise de variância (Tabela 3), haver efeito significativo da interação entre os fatores estudados (água produzida do petróleo – AP x genótipos de aceroleira – GA) sobre o número de folhas (NF) e a altura de planta (AP) e da interação (AP x concentrações de ácido salicílico - AS) sobre a AP e diâmetro de caule (DC).

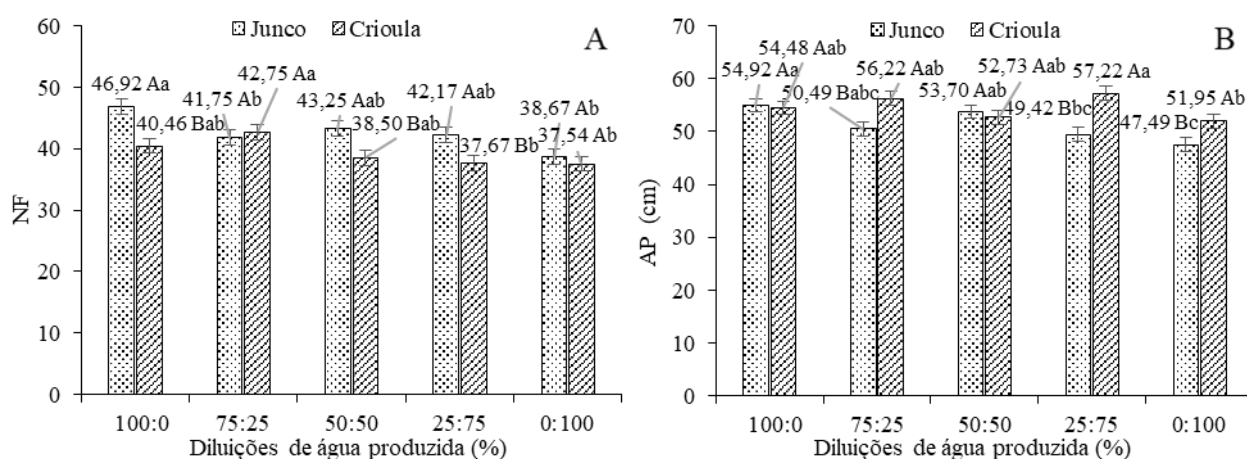
**Tabela 3** - Resumo da análise de variância referente ao número de folhas (NF), altura de planta (AP) e diâmetro de caule (DC) de mudas de genótipos de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo (AP) e distintas concentrações de ácido salicílico (AS) aos 122 dias após o transplante – DAT.

| Fonte de Variação                      | Quadrados Médios      |                       |                      |
|----------------------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
|                                        | NF                    | AP                    | DC                   |
| Água produzida do petróleo (AP)        | 146,8309**            | 110,5566**            | 0,3058*              |
| Concentrações de Ácido Salicílico (AS) | 23,2018 <sup>ns</sup> | 11,5052 <sup>ns</sup> | 0,2423 <sup>ns</sup> |
| Reg, Linear                            | 5,5594 <sup>ns</sup>  | 7,775 <sup>ns</sup>   | 0,4329 <sup>ns</sup> |
| Reg, Quadrática                        | 10,6760 <sup>ns</sup> | 0,164 <sup>ns</sup>   | 0,2933 <sup>ns</sup> |
| Genótipos Aceroleira (GA)              | 401,1639**            | 439,5358**            | 0,4420 <sup>ns</sup> |

|                          |                       |                       |                      |
|--------------------------|-----------------------|-----------------------|----------------------|
| Interação (AP x AS)      | 34,6605 <sup>ns</sup> | 49,5923 <sup>ns</sup> | 0,2985 <sup>ns</sup> |
| Interação (AP x GA)      | 73,2937*              | 119,3579**            | 0,1861 <sup>ns</sup> |
| Interação (AS x GA)      | 3,3100 <sup>ns</sup>  | 20,4304 <sup>ns</sup> | 0,1108 <sup>ns</sup> |
| Interação (AP x AS x GA) | 25,9167 <sup>ns</sup> | 33,4993 <sup>ns</sup> | 0,3856 <sup>ns</sup> |
| Bloco                    | 240,9762**            | 945,8313**            | 1,5886**             |
| CV (%)                   | 12,09                 | 9,77                  | 6,39                 |

ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e significativo a  $p < 0,05$ ; CV= coeficiente de variação.

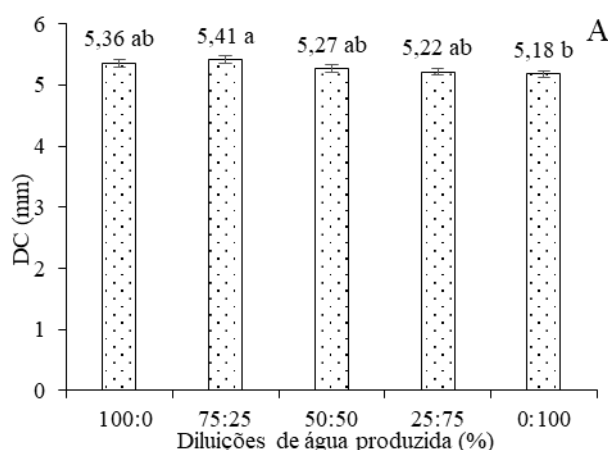
O número de folhas foi afetado significativamente pela interação entre os fatores AP x GA e, conforme o teste de comparação de média (Figura 3A), vê-se que para a cv. Junco a maior produção de folhas ocorreu em plantas sob a diluição AP-1 que não diferiu estatisticamente da AP-3 e AP-4 e, sendo superior a AP-5 em 17,58%; já para o genótipo Crioula, o maior NF foi obtido em plantas sob AP-2, que não diferiu estatisticamente de AP-1 e AP-3 e, superando o AP-5 em 12,19%. Outrossim, o genótipo Junco superou o Crioula em termos de NF quando submetidas às diluições AP-1, AP-3 e AP-4, já o genótipo Crioula teve o maior NF quando irrigadas com a diluição AP-2. Deduz-se com base nos resultados que os genótipos toleraram os sais da água de irrigação até a concentração AP-4 (Junco) e AP-3 (Crioula), ou seja, em média 2,35 dS m<sup>-1</sup>, indicando que na diluição AP-5 (100% de AP) que possuía CEa de 3,52 dS m<sup>-1</sup> o estresse osmótico reduziu a absorção de água e nutrientes, afetando a produção de folhas pelas plantas (Oliveira et al., 2013).



**Figura 3.** Número de folhas - NF (A) e altura de planta - AP (B) em função da interação entre os fatores água produzida do petróleo - AP x genótipos de aceroleira - GA, aos 122 DAT.

A interação entre os fatores AP x GA afetou também de forma significativa a altura de planta e, de acordo com o teste de comparação de média (Figura 3B) vê-se que em se tratando da cv. Junco, a maior AP foi obtida sob AP-1 (100% de água de abastecimento), não diferindo

a AP-2 e AP-3 e, superando as plantas sob AP-5 (100% água produzida) em 13,53%, já para o Crioula, a maior altura foi obtida em mudas sob AP-4 (25% AA + 75% AP), que não diferiu estatisticamente da AP-1, AP-2 e AP-3 e, sendo maior a AP-5 em 9,21%, denotando que as mudas de ambos os genótipos tiveram boa tolerância aos sais da água de irrigação em termos de altura (Figura 3B) pois, mesmo quando irrigadas com a diluição AP-5 ( $3,52 \text{ dS m}^{-1}$ ) tiveram redução média de 11,37%. Vê-se ainda que o genótipo Crioula superou o Junco sob irrigação com as diluições AP-2, AP-4 e AP-5, não diferindo estatisticamente sob AP-1 e AP-3, possivelmente ocorrida devido a características genéticas de cada material vegetal.



**Figura 4.** Diâmetro de caule – DC (A), em função das diluições de água produzida do petróleo, aos 122 DAT.

Na Figura 4A verifica-se que o aumento de salinidade na água de irrigação promoveu efeito significativo sobre o DC, o menor valor foi observado (5,18 mm) em plantas irrigadas com AP-5, sendo 3,36% inferior as mudas sob AP-1 (5,36 mm), no entanto, as demais diluições não diferiram estatisticamente das plantas irrigadas com água de abastecimento. Denotando que a salinidade da água de irrigação afeta negativamente o crescimento das plantas devido aos efeitos específicos dos íons e ao efeito osmótico, que retardam a expansão e divisão celular, levando a consequências negativas para taxa fotossintética e prejudicando os processos fisiológicos e bioquímicos das plantas (Gomes et al., 2011; Nunes et al., 2012). E como consequência, reduz também o diâmetro de caule.

Conforme análise de variância (Tabela 4), observa-se efeito significativo da interação entre os fatores ‘água produzida do petróleo – AP x concentrações de ácido salicílico – AS’ sobre a massa seca das folhas (MSF), do caule (MSC), total por planta (MST) e do índice de qualidade de Dickson (IQD); da interação entre AP x genótipos de aceroleira – GA sobre a MSF e MSC e da interação entre AS x GA sobre a MSF. Também houve efeito significativo

isolado dos fatores AP, AS e GA sobre a massa seca das raízes (MSR) de plantas de aceroleira, e do fator GA sobre o IQD.

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância referente à massa seca das folhas (MSF), do caule (MSC), das raízes (MSR), total por planta (MST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de mudas de genótipos de aceroleira sob irrigação com diluições de água produzida do petróleo (AP) e distintas concentrações de ácido salicílico (AS).

| Fonte de Variação                      | Quadrados Médios    |                     |                    |                    |                    |
|----------------------------------------|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------|--------------------|
|                                        | MSF                 | MSC                 | MSR                | MST                | IQD                |
| Água produzida do petróleo (AP)        | 0,59**              | 0,19 <sup>ns</sup>  | 4,45**             | 9,78**             | 0,08**             |
| Concentrações de Ácido Salicílico (AS) | 0,38**              | 0,09 <sup>ns</sup>  | 0,94*              | 2,81**             | 0,04**             |
| Reg, Linear                            | 0,02 <sup>ns</sup>  | 0,25 <sup>ns</sup>  | 0,64 <sup>ns</sup> | 2,13 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup> |
| Reg, Quadrática                        | 1,03**              | 0,001 <sup>ns</sup> | 1,70*              | 5,54**             | 0,09**             |
| Genótipos Aceroleira (GA)              | 0,002 <sup>ns</sup> | 2,79**              | 4,16**             | 0,18 <sup>ns</sup> | 0,09**             |
| Interação (AP x AS)                    | 0,25**              | 0,27**              | 0,58 <sup>ns</sup> | 2,02**             | 0,02*              |
| Interação (AP x GA)                    | 0,18*               | 0,54**              | 0,15 <sup>ns</sup> | 0,69 <sup>ns</sup> | 0,01 <sup>ns</sup> |
| Interação (AS x GA)                    | 0,41**              | 0,03 <sup>ns</sup>  | 0,17 <sup>ns</sup> | 0,92 <sup>ns</sup> | 0,02 <sup>ns</sup> |
| Interação (AP x AS x GA)               | 0,12 <sup>ns</sup>  | 0,18 <sup>ns</sup>  | 0,75 <sup>ns</sup> | 1,75 <sup>ns</sup> | 0,03 <sup>ns</sup> |
| Bloco                                  | 1,77**              | 3,16**              | 10,49**            | 39,66**            | 0,14**             |
| CV (%)                                 | 17,77               | 16,18               | 16,96              | 11,13              | 15,92              |

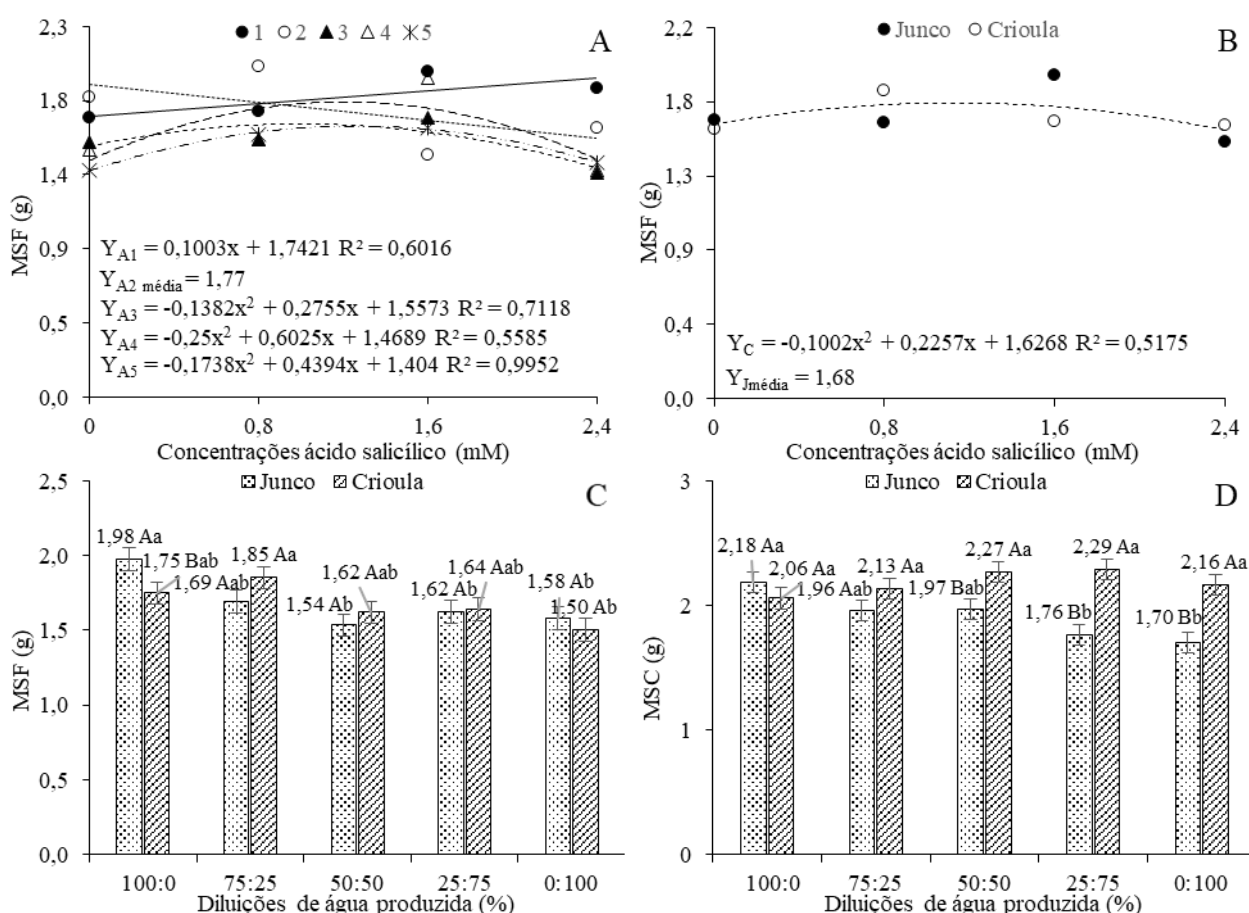
ns, \*\*, \* respectivamente não significativos, significativo a  $p < 0,01$  e significativo a  $p < 0,05$ ; CV= coeficiente de variação.

Na análise do efeito interativo das diluições da água produzida do petróleo em relação às concentrações de ácido salicílico sobre a MSF (Figura 5A) foi verificado de acordo com as equações de regressão comportamento quadrático para as diluições AP-3, AP-4 e AP-5, cujo maiores valores (1,69, 1,83 e 1,67 g) foram obtidos respectivamente nas concentrações de AS de 1,0, 1,2 e 1,2 mM. Para a diluição AP-1 houve resposta linear crescente de 5,76% por aumento unitário da concentração de AS, cujo aumento na MSF foi de 13,82% nas plantas sob maior dose de AS em comparação as que não receberam AS. Denotando que o ácido salicílico em concentrações adequadas atua nos processos fisiológicos como a fotossíntese, aumentando a produção de fitomassa (Saracho et al., 2021), assim como, tendo efeito na atenuação do estresse salino (Zrig et al., 2021) a qual as plantas estavam expostas nos tratamentos AP-3, AP-4 e AP-5.

Mediante o desdobramento da interação entre os fatores AS x GA para a variável MSF, vê-se efeito significativo apenas para o genótipo Crioula e, de acordo com a equação de regressão (Figura 5B) houve comportamento quadrático dos dados com o maior valor de MSF

(1,75 g) em mudas sob concentração de AS 1,1 mM, possivelmente devido o ácido salicílico favorece a produção de pigmentos fotossintéticos e de fotoassimilados, promovendo assim, o crescimento dos brotos (Silva et al., 2023) e consequentemente, aumento da fitomassa.

A interação entre os fatores AP x GA promoveu efeito sobre a MSF, onde de acordo com o teste de comparação de médias (Figura 5C) vê-se que o genótipo Junco sob irrigação com AP-1 teve o maior valor de MSF (1,98 g), embora não tenha diferido estatisticamente do AP-2, e sendo superior as plantas sob AP-5 em 20,2%, já para o genótipo Crioula, a maior MSF (1,85 g) foi obtido em plantas sob AP-2, que não diferiu estatisticamente das plantas sob os demais tratamentos de diluição de AP, denotando maior tolerância desse genótipo ao estresse salino, em termos de MSF.



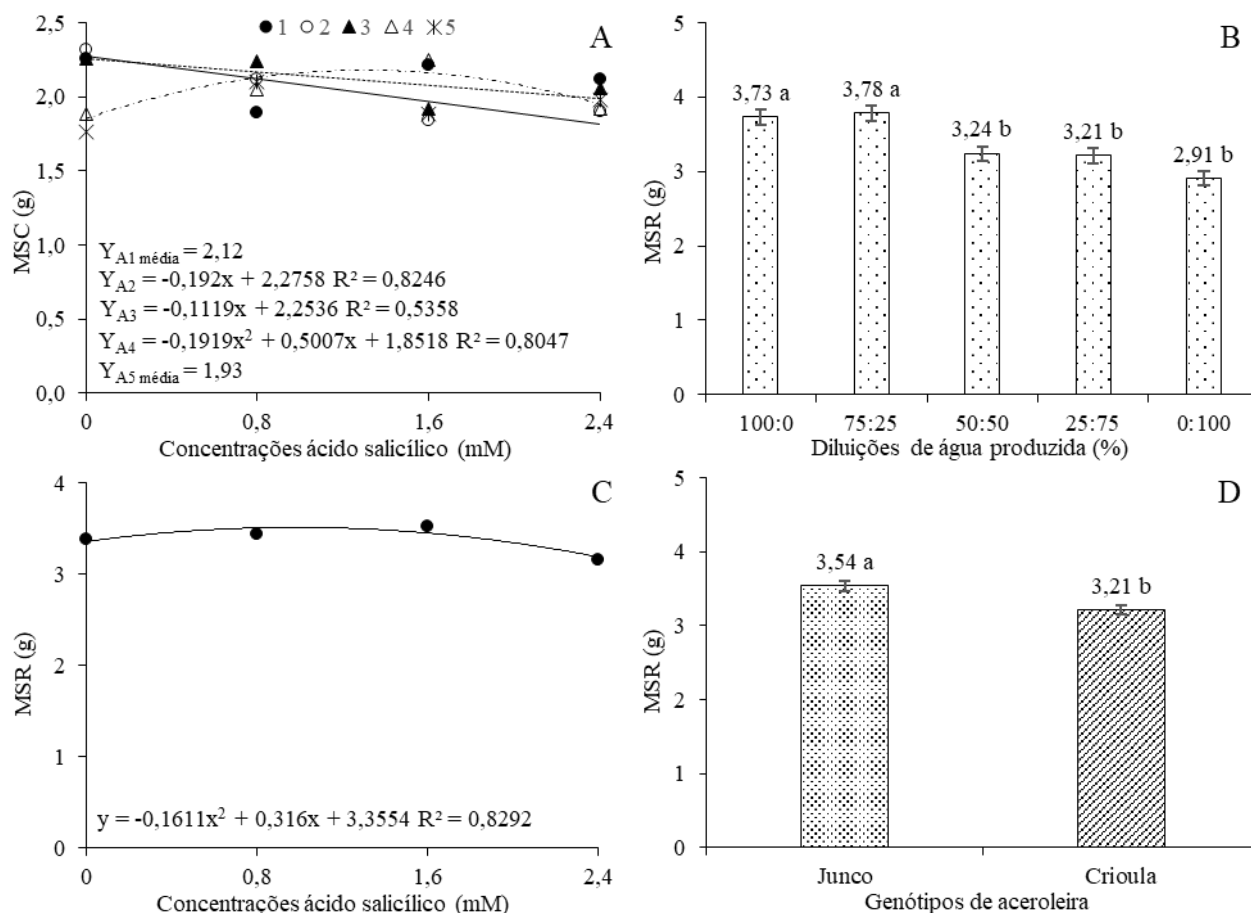
**Figura 5.** Massa seca de folha – MSF em função da interação entre os fatores água produzida do petróleo - AP x concentrações de ácido salicílico - AS (A) e da interação entre AS x genótipo de aceroleira - GA (B); e, MSF (C) e Massa seca de caule – MSC (D) em função da interação entre os fatores AP x GA.

A interação entre AP x GA afetou a massa seca de caule, promovendo diferença significativa dos genótipos nas diluições AP-3, AP-4 e AP-5 (Figura 5D), onde o genótipo Crioula obteve o maior valor (2,29 g) nas mudas submetidas a diluição AP-4 e, que não

diferiu estatisticamente das demais diluições de AP. A MSC do genótipo Junco teve o maior valor (2,18 g) quando foram irrigadas com água de abastecimento (AP-1), porém não diferiram estatisticamente quando submetidas às diluições AP-2 e AP-3. Infere-se, com base nos resultados que o genótipo Crioula, assim como constatado para a MSF, apresentou maior tolerância quando exposto à salinidade da água de irrigação, provavelmente devido à sua predisposição genética para ser mais resistente à salinidade pois a tolerância das plantas à salinidade além de variar entre espécies, varia também entre genótipos de uma mesma espécie e entre estádios de desenvolvimento (Neves et al., 2009; DIAS et al., 2011).

A massa seca de caule das mudas também foi afetada pela interação entre AP x AS, onde vê-se que nas plantas irrigadas com AP-2 e AP-3, houve efeito linear decrescente na ordem de 8,44% e 4,96% por aumento unitário da concentração de AS, respectivamente, ou seja, redução de 20,25% e 11,92% nas plantas submetidas à maior concentração em relação as que não receberam AS. Já nas plantas sob AP-4 houve, conforme equação de regressão, comportamento quadrático, cujo maior valor (2,18 g) foi obtido na concentração de AS de 1,3 mM (Figura 6A), ou seja, deduz-se que a diminuição da MSC das plantas sob maior nível salino seja relacionada ao efeito osmótico causado pelo excesso de sais na água que alteram a homeostase iônica e osmótica e causa reduções no crescimento, resultando, conseqüentemente, em menor acúmulo de fitomassa (Sá et al. 2019), no entanto, observa-se que as plantas que receberam concentração adequada de AS (1,3 mM) conseguem aumentar a produção de MSC mesmo sob irrigação com a diluição AP-4 (25% AA + 75% AP), ou seja, uma água com CEa de 2,63 dS m<sup>-1</sup>, devido o ácido salicílico favorecer o metabolismo vegetal e amenizar o efeito do estresse salino (Silva et al., 2022).

A massa seca de raízes de aceroleira foi afetada significativamente pelas diluições de água produzida do petróleo onde, de acordo com o teste de médias (Figura 6B) as mudas sob a diluição AP-2 (75%AA+25%AP) tiveram a maior MSR, embora não tenha diferido estatisticamente da AP-1 e, sendo superior em 23,01% a MSR das mudas sob AP-5, indicando que a parte radicular foi mais sensível aos efeitos dos sais da AP, possivelmente devido a alteração no potencial osmótico da solução do solo (Silva, et al., 2013), fazendo com que a planta tenda a desprender maior energia para a absorção de água e nutrientes e assim, comprometendo o crescimento.



**Figura 6.** Massa seca de caule - MSC (A), em função da interação entre os fatores diluições de água produzida – AP x concentrações de ácido salicílico – AS, e massa seca de raízes – MSR, em função das diluições de AP (B), das concentrações de AS (C), e dos distintos genótipos de aceroleira (D).

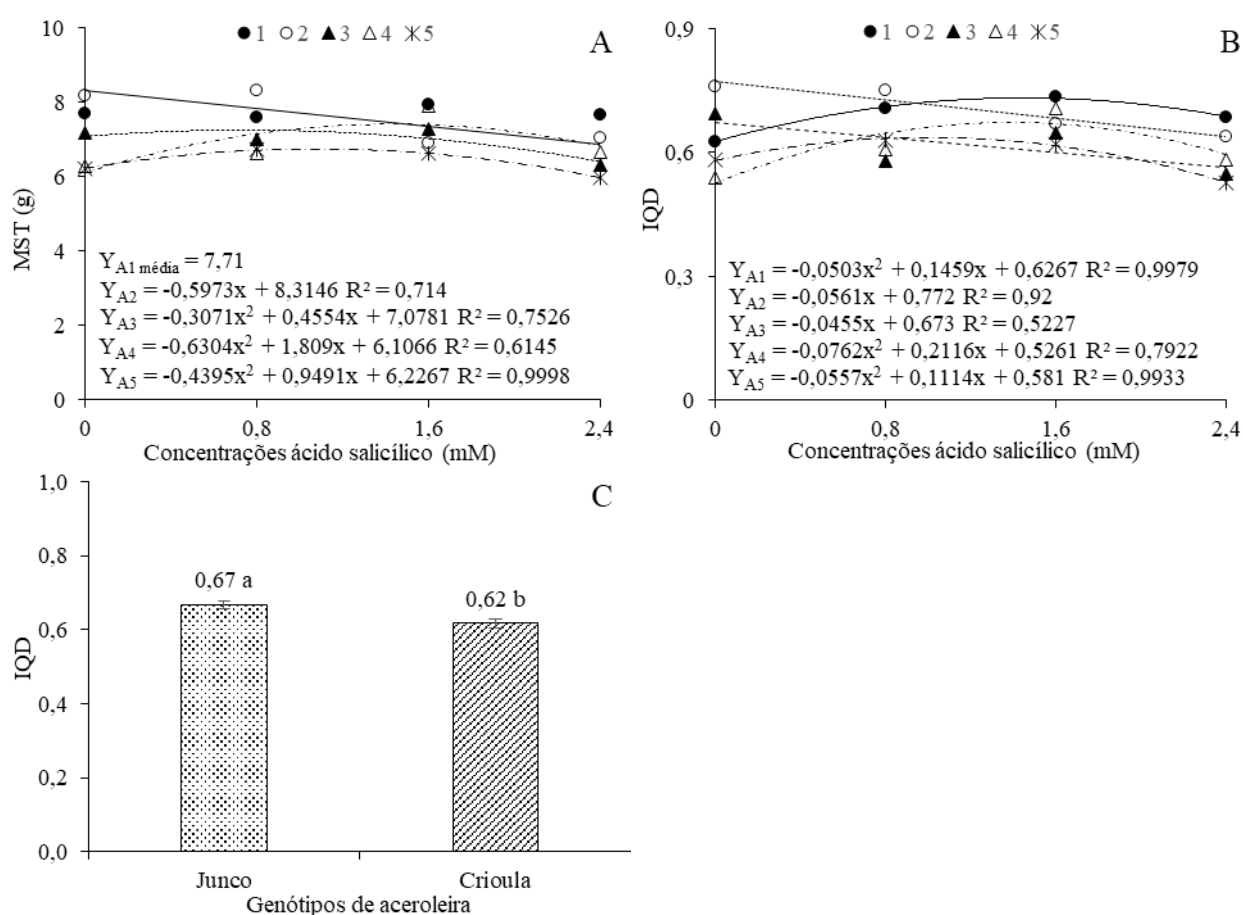
As concentrações crescentes de ácido salicílico afetaram a MSR onde verifica-se, a partir da equação de regressão (Figura 6C), comportamento quadrático dos dados, ocorrendo aumento na MSR até a concentração de 1,0 mM, que promoveu a maior MSR (3,51 g), possivelmente devido o ácido salicílico quando aplicado em baixa concentração ter auxiliado na formação de raízes adventícias e por reduzir a atividade da enzima que regula a homeostase do ácido indolacético (Dong et al., 2020).

Os genótipos de aceroleira diferiram estatisticamente em termos de MSR e, conforme ilustrado na Figura 6D vê-se o maior valor (3,54 g) em mudas do genótipo 'Junco', o que representa superioridade de 9,32% em comparação com o genótipo 'Crioula', possivelmente devido a variabilidade genéticas dos materiais vegetais.

Houve resposta significativa da interação AP × AS para a massa seca total onde, segundo as equações de regressão (Figura 7A), houve resposta quadrática dos dados referente as diluições AP-3, AP-4 e AP-5, no qual os maiores valores observados foram 7,75; 7,40 e 6,74 g, respectivamente, em mudas sob concentrações de AS de 0,7, 1,4 e 1,1 mM, ou seja,



infere-se que a aplicação de ácido salicílico atenuou os efeitos dos estresse salino da água produzida do petróleo sobre as mudas de aceroleira devido seu papel como sinalizador de estresse biótico ou abiótico (Lacerda et al., 2022) e por favorecer a taxa de assimilação de  $\text{CO}_2$  e a eficiência instantânea do uso da água (Soares et al., 2022). Para a diluição AP-2 o comportamento foi linear decrescente, com redução de 7,18% por aumento unitário da concentração de AS, resultando em decréscimo de 17,24% nas plantas submetidas à maior concentração de AS em relação as que não receberam. Desta forma, vê-se (Figura 7A) que as maiores concentrações de ácido salicílico associado ao aumento da salinidade da água produzida interferiram negativamente na MST, atribuída possivelmente ao fato de que a planta, na tentativa de ajustar-se osmoticamente, gastou energia para acumular açúcares, ácidos orgânicos e íons no vacúolo, energia que poderia ser utilizada na produção de fitomassas (Santos et al., 2012).



**Figura 7.** Massa seca total por planta – MST (A) e Índice de qualidade de Dickson – IQD (B), em função da interação entre os fatores diluições de água produzida do petróleo - AP x concentrações de ácido salicílico – AS, e IQD em função de distintos genótipos de aceroleira (C).

O índice de qualidade de Dickson foi afetado pela interação entre AP  $\times$  AS e, conforme equações de regressão (Figura 7B), verifica-se que as mudas de aceroleira sob diluições AP-2 e AP-3 tiveram resposta linear decrescente na ordem de 7,27% e 6,76% por aumento unitário da concentração de AS, ou seja, ocorrendo as respectivas reduções de 17,44% e 16,23% nas plantas sob maior concentração de AS, em comparação as mudas que não receberam AS. Nas mudas sob AP-1, AP-4 e AP-5 houve, comportamento quadrático, no qual os maiores valores de IQD 0,73; 0,67 e 0,64 foram obtidos respectivamente em mudas que sob concentrações de AS de 1,5, 1,4 e 1,0 mM, denotando em mais uma variável que a aplicação do AS em concentrações inferiores a 1,6 mM podem atenuar o estresse salino (Mohammadi et al., 2020) da AP, já sob maior concentração de AS pode ocorrer efeito antagônico sobre as plantas devido à reduzida translocação do AS a parte aérea, podendo desequilibrar a atividade enzimática da planta, gerando danos ao fotossistema e ao crescimento (Sofy et al., 2020).

Outrossim, vê-se (Figura 7B) que as mudas de aceroleira irrigadas com diluições de AP que tinham CEa variando de 0,47 (AP-1) à 3,52 dS m<sup>-1</sup> (AP-5) tiveram IQD superior a 0,53, ou seja, indicando tolerância dos materiais vegetais aos sais da AP e, boa qualidade das mudas e que estavam aptas para serem transplantadas para as condições de campo, pois, conforme Oliveira et al. (2013) mudas são classificadas como de qualidade quando apresentam IQD superior a 0,2.

Os genótipos de aceroleira também diferiram significativamente quanto ao índice de qualidade de Dickson (Figura 7C), e segundo o teste de comparação de médias observa-se que o IQD do genótipo Junco superou o Crioula em 7,46%.

## 6 CONCLUSÃO

Concentração média de ácido salicílico de 1,3 mM atenua os efeitos do estresse salino da água produzida do petróleo até 2,63 dS m<sup>-1</sup> sobre a produção de fitomassas e qualidade de mudas de aceroleira.

A irrigação usando a diluição AP-3 (50% de água de abastecimento + 50% de água produzida do petróleo) favorece a morfofisiologia de mudas de aceroleira dos genótipos Junco e Crioula.

A melhor qualidade de mudas de aceroleira foi obtida com o genótipo Junco, entretanto, o genótipo Crioula foi mais tolerante ao estresse salino da água produzida do petróleo.

## 7 REFERÊNCIAS

- AIRES, E.S.; FERRAZ, A.K.L.; CARVALHO, B.L.; TEIXEIRA, F.P.; PUTTI, F.F.; DE SOUZA, E.P.; RODRIGUES, J.D.; ONO, E.O. Foliar Application of Salicylic Acid to Mitigate Water Stress in Tomato. **Plants** 2022, 11, 1775.
- AJEMIGBITSE M. A.; TASKER T. L.; CANNON F. S.; WARNER N. R. Influence of High Total Dissolved Solids Concentration and Ionic Composition on Spectroscopy Radium Measurements of Oil and Gas-Produced Water. **Environmental science & Technology**, v. 3, p. 10295-10302, 2019.
- ALMEIDA, O. A. Qualidade da água de irrigação. 1ª ed. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010. 227 p. (versão online).
- ALVARENGA, C. F. S.; SILVA, E. M.; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S.; SILVA, L. 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.
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, p. 711–728. 2013.
- ANP. Gás Natural e Biocombustíveis – ANP. Dados Estatísticos: produção por poço 2020. Rio de Janeiro: ANP, 2021. Disponível em: <<http://www.anp.gov.br/dados-estatisticos>>. Acesso em: 10 dez. 2024.
- ANP. Produção por poço, 2017. Disponível em <<http://www.anp.gov.br/wwwanp/dados-estatisticos>> Acesso em: 10 dez. 2024.
- ARRUDA, F. P. de.; ANDRADE, A. P. de.; SILVA, I. de F. da.; PEREIRA, I. E.; GUIMARÃES, M. A. M. Emissão/abscisão de estruturas reprodutivas do algodoeiro herbáceo, cv. CNPA 7H: efeito do estresse hídrico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 21-27, 2002.
- BORGES, A. L.; MATOS, A. P. de.; BARBOSA, D. H. S. G.; COELHO, E. F.; SASAKI, F. F. C.; OLIVEIRA, J. R. P.; FANCELLI, M.; FONSECA, N.; RITZINGER, R. Boas práticas agrícolas para produção orgânica de acerola. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2022.
- BYRT, C. S.; MUNNS, R.; BURTON, R. A.; GILLIHAM, M.; WEGE, S. Root cell wall solutions for crop plants in saline soils. **Plant science**, v. 269, p. 47-55, 2018.
- CALGARO, M.; BRAGA, M. B. A cultura da acerola. 3. ed. rev. ampl. – Brasília, DF: Embrapa, 2012, 150p. (Coleção Plantar; 69).
- CAVALCANTE, L. F.; VIEIRA, M. S.; SANTOS, A. F.; OLIVEIRA, W. M.; NASCIMENT O, J. A. M. Água salina e esterco bovino líquido na formação de mudas de goiabeira cultivar Paluma. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.32, n.1, p.251-261, 2010.
- CIRILO, J. A.; MONTENEGRO, S. M. G. L.; CAMPOS, J. N. B. A questão da água no semiárido brasileiro. In: BICUDO, C. E. M.; TUNDISI, J. G.; SCHEUENSTUHL, M. C. B. (org.). Águas do Brasil análises estratégicas. 1.ed. São Paulo: Instituto de Botânica, 2010. v. 1, p. 81-91.

DIAS, A. S.; LIMA, G. S. de.; SÁ, F. V. da S.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A.; FERNANDES, P. D. Gas exchanges and photochemical efficiency of West Indian cherry cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 9, p. 628-633, 2018.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeito dos sais nas plantas e tolerância das plantas à salinidade. In: GHEYI, R. H.; DIAS, N. S.; LACERDA, C.F.; GOMES FILHO, E. (Eds.). Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados. 2ª ed. Fortaleza: INCTSal, 2016. p.151-162.

DINIZ, J. V. Sistemas de colheita na cultura da acerola: estudo operacional (malpighia emarginata. DC). Fortaleza, 2020. 16 p. Dissertação (Engenharia de Sistemas Agrícolas). Universidade Federal do Ceará, UFC, 2020.

DOLAN, F. C.; CATH, T. Y.; HOGUE, T. S. Assessing the feasibility of using produced water for irrigation in Colorado. **Science of The Total Environment**, v.640, p.619-628, 2018.

DONG, C. J.; LIU, X. Y.; XIE, L. L.; WANG, L. L.; SHANG, Q. M. Salicylic acid regulates adventitious root formation via competitive inhibition of the auxin conjugation enzyme CsGH3.5 in cucumber hypocotyls. **Planta**, v. 252, n. 5, p. 1-15, 2020.

DRIOLI, E.; ALI, A.; LEE, Y. M.; AL-SHARIF, S. F.; AL-BEIRUTE, M.; MACEDONIO, F. Membrane operations for produced water treatment. **Desalination and Water Treatment**, v.57, p. 14317-14335, 2016.

ESASHIKA, T.; OLIVEIRA, L. A. de; MOREIRA, F. W. Resposta da aceroleira a adubação orgânica, química e foliar num Latossolo da Amazônia Central. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 36, n. 4, p. 99-410, 2013.

ESTEVES, B. S.; SUZUKI, M. S. Efeito da salinidade sobre as plantas. **Oecologia brasiliensis**, v. 12, n. 4, p. 6, 2008.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análise estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FERREIRA, E. P.; BRITO, L. T. L.; NASCIMENTO, T.; NETO, F. C. R.; CAVALCANTE, N. B. Uso eficiente da água de chuva armazenada em cisterna para produção de hortaliças no Semiárido pernambucano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, n. 2, p. 01-07, 2016.

FERREIRA JÚNIOR, D. da C. Teor de lignina e respostas antioxidantes de milho forrageiro sob estresse salino e ácido salicílico exógeno. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual Paulista - Unesp, 2018. 59 p.

FIGUEREDO, K.S.L. 2010. Estudo da água produzida em diferentes zonas de produção de petróleo, utilizando a hidroquímica e a análise estatística de parâmetros químicos. Dissertação de Mestrado em Química. Natal: Programa de Pós-Graduação em Química – UFRN, 123p.

GASTL FILHO, J.; BONETTI, L. L. da S.; ARAUJO, R. da S.; SANTI, S. L. de; NASCIMENTO, V. A.; VILARINHO, M. S. Ácido salicílico e potencial germinativo na germinação de sementes de pepino. **Innovative Science and Technology Journal**, v.3, p.7-12, 2017.

GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; FILHO, E. G. (ed.) Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados ISBN 978-85-420-0948-4 Fortaleza - CE, 2016.

GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 11<sup>a</sup> ed. Piracicaba: Livraria Nobel S.A., 1985. 466p.

GOMES, K. R.; AMORIM, A. V.; FERREIRA, F. J.; FILHO, F. L. A.; LACERDA, C. F.; FILHO, E. G. Respostas de crescimento e fisiologia do milho submetido a estresse salino com diferentes espaçamentos de cultivo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 4, p. 365-370, 2011.

GURGEL, M.T.; GHEYI, H.R.; FERNANDES, P. D.; SANTOS, F.J.S.; NOBRE, R.G. Crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira irrigados com águas salinas. **Revista Caatinga**, v. 20, n. 2, p. 24-31, 2007.

HISHAM, S.; AYUB KHAN, F.; ALJLIL, S. A.; GHASEMI, M. Investigating new techniques for the treatment of oil field produced water and energy production. **SN Applied Sciences**, v.1, p.646, 2019.

HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F. V. DA. S. Qualidade da água para irrigação. in: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. **Manejo da Salinidade na Agricultura: Estudos Básicos e Aplicados**. 2.ed. Fortaleza, Inctsal, 2016. cap. 4, p.35-50.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Sidra Produção Agrícola, 2013. Disponível em:<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/acerola/br>. Acesso em: 18 Fev de 2025.

IGUNNU, E. T.; CHEN, G. Z. Produced water treatment technologies. **International journal of low-carbon technologies**, v. 9, n. 3, p. 157-177, 2014.

JIMÉNEZ, S.; MICÓ, M. M.; ARNALDOS, M.; MEDINA, F.; CONTRERAS, S. State of the art of produced water treatment. **Chemosphere**, v. 192, p. 186-208, 2018.

KIM, Y.; MUN, B. G.; KHAN, A. L.; WAQAS, M.; KIM, H. H.; SHAHZAD, R.; IMRAM, M.; BYUNG-WOOK, Y.; LEE, I. J. Regulation of reactive oxygen and nitrogen species by salicylic acid in rice plants under salinity stress conditions. **Plos One**, v. 13, n. 3, 2018.

KUDOYAROVA, G. R.; KHOLODOVA, V. P.; VESELOV, D. S. Current State of the Problem of Water Relations in Plants under Water Deficit. **Russian Journal of Plant Physiology**, v. 60, n. 2, p. 165–175. 2013.

LACERDA, C. N. de.; LIMA, G. S. de.; SOARES, L. A. dos A.; FÁTIMA, R. T. de.; GHEYI, H. R.; AZEVEDO, C. A. V. de. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 6, p. 451-458, 2022.

MACHADO, C. de F.; JESUS, F. N de.; PASSOS, A. O.; NEVES, L. Q. S.; SILVA, J. de S.; RITZINGER, R. Caracterização de acessos de aceroleira com base em descritores do fruto. XXII Congresso Brasileiro de Fruticultura, Bento Gonçalves, 2012.

MARTINS, J. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A.; BARTUSCH, V. P.; GHEYI, H. R.; BEZERRA NETO, E.; SILVA, M. M. D. Water relations in parsley plants cultivated in brackish nutrient solutions of different cationic natures. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 9, p. 661-668, 2019.

MEDEIROS, J. F. Qualidade da água de irrigação e evolução da salinidade nas propriedades assistidas pelo "GAT" nos Estados do RN, PB e CE. 1992. 173 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 1992.

MELO, D. S.; SERRANO, L. A. L.; MARTINS, T. da S. Porta-enxertos e copas de aceroleira na fase de produção de mudas. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento).

MELO, E. N. Crescimento e qualidade de porta-enxerto de aceroleira irrigado com águas salinas e adubação nitrogenada, 2018, 69 f. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical) - Programa de Pós-Graduação em Horticultura Tropical, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, Paraíba, Brasil, 2018.

MESQUITA, F. O.; NUNES, J. C.; LIMANETO, A. J.; SOUTO, A. G. L.; BATISTA, R. O.; CAVALCANTE, L. F.; Formação de mudas de nim sob salinidade da água, biofertilizante e drenagem do solo. **Irrigation**, v. 20, n. 2, p.193-203, 2015.

MILLER, H.; DIAS, K.; LEBRE, H.; BORTON, M.A.; BLOTEVOGEL, J.; DANFORTH, C.; WRIGHTON, K.C.; IPPOLITO, A.; BORCH, T. Reusing oil and gas produced water for agricultural irrigation: Effects on soil health and the soil microbiome. **Science of the Total Environment**, v. 722, p. 9, 2020.

MOHAMMADI, H.; IMANI, A.; ASGHARI, MR.; ABDOSSEI, V.; TALAIE, AR. Exogenous salicylic acid attenuates the adverse effects of salinity on some parameters related to photosynthesis of almond. **Journal of Agricultural Science and Technology**, 22(2):519-534, 2020.

MOTTA, A. R. P.; BORGES, C. P.; KIPERSTOK, A.; ESQUEREE, K. P.; ARAUJO, P. M.; BRANCO, L. da P. N. Tratamento da água produzida de petróleo para remoção do óleo por processo de separação por membranas: revisão. **Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 18, n. 1, p. 15-26, 2013.

MUNNS, R.; TESTER, M. Mecanismos de tolerância à salinidade. **Annual Review Plant Biology**, v. 59, p. 651-681, 2008.

NEVES, A.L.R.; LACERDA, C.F.; GUIMARÃES, F.V.A.; HERNANDEZ, F.F.F.; SILVA, F.B.; PRISCO, J.T.; GHEYI, H.R. Acumulação de biomassa e extração de nutrientes por plantas de feijão de corda irrigadas com água salina em diferentes estádios de desenvolvimento. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3 p.758-765, 2009.

NÓBREGA, J. S.; SILVA, T. I. da; RIBEIRO, J. E. da S.; VIEIRA, L.de S.; FIGUEIREDO, F. R. A.; FÁTIMA, R. T. de; BRUNO, R. de L. A.; DIAS, T. J. Emergência e crescimento inicial de melancia submetida a salinidade e doses de ácido salicílico. *Desafios-Revista Interdisciplinar da Universidade Federal do Tocantins*, v. 7, p. 162-171, 2020.

NUNES, G. C. (2010) Water treatment in brown fields. In: INTERNATIONAL SEMINAR ON OILFIELD WATER MANAGEMENT, 3., 2010, Rio de Janeiro. Apresentações. Rio de Janeiro: IBP. SPE, 2010.

NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; NETO, A. J. de L.; REBEQUI, A. M.; DINIZ, B. L. M. T.; GHEYI, H. R. Comportamento de mudas de nim à salinidade da água em solo não salino com biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 11, p. 1152-1158, 2012.

OLIVEIRA, D. S.; FONSCECA, X. D. S.; FARIAS, P. N.; BEZERRA, V. S.; PINTO, C. H.C.; SOUZA, L. D.; SANTOS, A. G. D.; MATIAS, L. G. O. Obtenção do biodiesel através da transesterificação do óleo de Moringa oleifera Lam. Rio Grande do Norte. **Hollos**, Natal, v. 1, n. 1, p. 49-61, 2012.

OLIVEIRA, F. A.; MEDEIROS, J. F.; OLIVEIRA, M. K. T.; SOUZA, A. A. T.; FERREIRA, J. A.; SOUZA, M. S. Interação entre salinidade e bioestimulante na cultura do feijão caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 5, p. 465-471, 2013.

OLIVEIRA, F. T.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; JÚNIOR, E. B. P. Fontes orgânicas e volume de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, 8: 103, 2013.

RAJESHWARI, V.; BHUVANESHWARI, V. Salicylic acid induced salt stress tolerance in plants. **International Journal of Plant Biology and Research**, v. 5, n. 3, p. 1067-1073, 2017.

RODRIGUES, L.N.; DOMINGUES, A.F. Agricultura irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Brasília, DF: **INOVAGRI**, 2017.

SÁ, F. V. da S. Ecofisiologia da aceroleira irrigada com água salina sob doses de nitrogênio e fósforo. 2018. 151 f. Tese (Doutorado) - Curso de Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2018.

SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, J. L.; NOVAIS, M. C.; SILVA, A. P.; PEREIRA, F. H. F.; LOPES, K. P. Crescimento inicial de arbóreas nativas em solo salino-sódico do nordeste brasileiro tratado com corretivos. **Revista Ceres**. v. 60, p. 388-396, 2013.

SÁ, F. V. S.; GHEYI, H. R.; LIMA, G. S. de; PAIVA, E. P. de; FERNANDES, P. D.; MOREIRA, R. C. L.; SILVA, L. de A.; NETO, M. F. Water relations and gas exchanges of West Indian cherry under salt stress and nitrogen and phosphorus doses. **Journal of Agricultural Science**, v. 9, n. 10, p.168-177, 2017.

SÁ, F. V. S.; SOUTO, L. S.; PAIVA, E. P.; TORRES, S. B.; OLIVEIRA, F. A. 2019. Initial development and tolerance of pepper species to salinity stress. **Revista Caatinga** 32: 826-833.

SALEEM, M.; FARIDUDDIN, Q.; JANDA, T. Multifaceted role of salicylic acid in combating cold stress in plants: a review. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 40, p. 464-485, 2021.

SALES, G. N. B. Ecofisiologia e qualidade de frutos de quiabeiro sob estresse salino e adubação nitrogênio-potássio. Dissertação (Mestrado em Horticultura Tropical), Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SANTOS, A. S.; RODRIGUES, M. H. B. S.; SILVA, G. V.; GOMES, F. A. L.; SILVA, J. N.; CARTAXO, P. H. A. (2020). Importância do reuso de água para irrigação no Semiárido. **Meio Ambiente** (Brasil), v.2, n.3, p.15-20.

SANTOS, D. B. dos; FERREIRA, P. A.; OLIVEIRA, F. G. de; BATISTA, R. O.; COSTA, A. C.; CANO, M. A. O. Produção e parâmetros fisiológicos do amendoim em função do estresse salino. **Revista Idesia**, v.30, p.69- 74, 2012.

SANTOS, E. V.; ROCHA, J. H. B.; ARAÚJO, D. M.; MOURA, D. C.; MARTÍNEZ-HUITLE, C. A. Decontamination of produced water containing petroleum hydrocarbons by electrochemical methods: A minireview. **Environmental Science and Pollution Research**, v.21, p.8432-8441, 2014.

SAPPINGTON, E. N.; RIFAI, H. S. Low-frequency electromagnetic treatment of oilfield produced water for reuse in agriculture: effect on water quality, germination, and plant growth. **Environmental Science and Pollution Research**, v.25, p.34380–34391, 2018.

SARACHO, L. C. S.; LIMA, M. N.; SANTOS, C. C.; SCALON, S. de P. Q.; VIEIRA, M. de C. Salicylic acid increases growth of *Schinus terebinthifolius* seedlings subjected to varying irrigation intervals. **Floresta e Ambiente**, 28: e20200004, 2021.

SCANLON, B. R.; REEDY, R. C.; XU, P.; ENGLE, M.; NICOT, J. P.; YOXTHEIMER, D.; YANG, Q.; IKONNIKOA, S. Can we beneficially reuse produced water from oil and gas extraction in the U.S.? **Science of the Total Environment Journal**, v.717, p.12, 2020.

SEDLACKO, E. M.; CHAPARRO, J. M.; HUBERGER, A. L.; CATH, T. Y.; HIGGINS, C. P. Effect of produced water treatment technologies on irrigation-induced metal and salt accumulation in wheat (*Triticum aestivum*) and sunflower (*Helianthus annuus*). **Science of The Total Environment**, v.740, p.13, 2020.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R.; SOUZA, A. R. de; FERNANDES, P. D. Salicylic acid relieves the effect of saline stress on sour sop morphology. **Ciência e Agrotecnologia**, 45: 1-12, 2021.

SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; VELOSO, L. L. de S. A.; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in sour sop. **Revista Caatinga**, v. 33, p.1092-1101, 2020.

SILVA, A. A. R.; VELOSO, L. L. S. A.; LIMA, G. S.; SOARES, L. A. A.; CHAVES, L. H. G.; SILVA, F. A.; FERNANDES, P. D. Induction of salt stress tolerance in cherry tomatoes under different salicylic acid application methods. *Semina: Ciências Agrárias*, v. 43, n. 3, p.1145-1166, 2022.

SILVA, A. F.; SOUSA, V. F. O.; SANTOS, G. L.; JÚNIOR, E. S. A.; SILVA, S. L. F.; MACEDO, C. E. C.; MELO, A. S.; MAIA, J. M. Antioxidant protection of photosynthesis in two cashew progenies under salt stress. **Journal of Agricultural Science**, 10: 388-404, 2018.

SILVA, A. O.; KLAR, A. E.; SILVA, E. F. F.; TANAKA, A. A.; JUNIOR, J. F. S. Relações hídricas em cultivares de beterraba em diferentes níveis de salinidade do solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 11, p. 1143-1151, 2013.

SILVA, E. C.; NOGUEIRA, R. J. M. C.; ARAÚJO, F. P. de; MELO, N. F. de; NETO, A. D. de A. Physiological responses to salt stress in young umbu plants. **Environmental and Experimental Botany**, v. 63, n. 1/3, p. 147-157, 2008.



SILVA, E. M. Cultivo de aceroleira irrigada com águas salinas sob combinações de adubação nitrogenada e potássica. Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

SILVA, E. M.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; BARBOSA, J. L. & SOUZA, C. M. A. Morphology and production of West Indian cherry irrigated with saline waters under combinations of nitrogen-potassium fertilization. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 4, p. 1027–1037, 2019.

SILVA, Í. N.; FONTES, L. DE O.; TAVELLA, L. B.; OLIVEIRA, J. B. DE.; OLIVEIRA, A. C. de.; qualidade de água na irrigação, **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.07, n 03 julho/setembro 2011 p. 01 – 15.

SILVA, J. L. de A.; MEDEIROS, J. F.; ALVES, S. S. V.; OLIVEIRA, F. de A.; SILVA JUNIOR M. J.; NASCIMENTO, semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18 (Suplemento), p.66-72, 2014.

SILVA, S. S.; SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; NOBRE, G. R.; GHEYI, H. R. (2013) Alocação de Fitomassa pela Mamoneira sob Estresse Salino e Doses de Nitrogênio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró – Rn, 8(3), 182-187.

SILVA, T. I. D.; SILVA, J. D. S.; DIAS, M. G.; MARTINS, J. V. D. S.; RIBEIRO, W. S.; DIAS, T. J. Ácido salicílico atenua os efeitos nocivos do estresse salino em manjerição. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26 n. 6, p. 399-406, 2022.

SILVA, T. I.; RIBEIRA, J. E. da S.; NÓBREGA, J.; GONÇALVES, A. Ecophysiology and growth of basil (*Ocimum basilicum*) under saline stress and salicylic acid. **Acta Biológica Colombiana**, 28: 128-134, 2023.

SOARES, M. D. M.; DANTAS, M. V.; LIMA, G. S. de; OLIVEIRA, V. K. N.; SOARES, L. A. dos A.; GHEYI, H. R. Physiology and yield of ‘Gaúcho’ melon under brackish water and salicylic acid in hydroponic cultivation. **Arid Land Research and Management**, 37(1):134-153, 2022.

SOFY, A. R.; HMED, A. A.; ALEEM, M. A.; DAWOUD, R. A.; ELSHAARAWY, R. F. M.; SOFY, M. R. Mitigating effects of Bean yellow mosaic virus infection in faba bean using new carboxymethyl chitosan-titania nanobiocomposites. **Int. J. Biol. Macromol.** 163, 1261–1275, 2020.

SOUZA, A. F.; WEBER, O. B.; CRISOSTOMO, L. A.; ESCOBAR, M. E. O.; OLIVEIRA, T. S. Changes in soil soluble salts and plant growth in a sandy soil irrigated with treated water from oil extraction. **Agricultural Water Management**, v.193, p.13-21, 2017.

SOUZA, F. de F.; DEON, M. D.; CASTRO, J. M. da C. e; LIMA, M. A. C. de; RYBKA, A. C. P.; FREITAS, S. T. de. Principais variedades de aceroleiras cultivadas no Submédio do Vale do São Francisco. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, 2013.

SOUZA, F. F.; DEON, M. D.; CUNHA, J. M.; CALGARO, C. M. Contribuições das pesquisas realizadas na Embrapa Semiárido para a cultura da aceroleira. Petrolina: **Embrapa Semiárido**, 2017. 26 p. (Documentos, 282).

SOUZA, L. P.; NOBRE, R. G.; SILVA, E. M.; LIMA, G. S.; PINHEIRO, F. W. A.; ALMEIDA, L. L. S. Formation of “Crioula” guava rootstock under saline water irrigation and

nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 1, p. 739-745, 2016.

SYVERTSEN, J. P., GARCIA-SANCHEZ, F. Multiple abiotic stresses occurring with salinity stress in citrus. **Environmental and Experimental Botany**, v. 103, s. n., p. 128-137, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Fisiologia vegetal. 5. ed. Porto Alegre: **ArtMed**, 2013. 954 p.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: **Artmed**, 2017. 858p.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. Z. Manual de métodos de análise de solo. 3. ed. Brasília: **Embrapa Solos**, p. 574, 2017.

TORRES, R. A. F.; PAIVA, F. J. da S.; LIMA, G. S. de; SOARES, L. A. dos A.; ALMEIDA, A. K. C. de; OLIVEIRA, V. K. N.; SILVA, S. S. da; MENDONÇA, A. J. T. (2022). Indução de tolerância com ácido salicílico em maracujazeiro-azedo irrigado com águas de diferentes composições catiônicas. **Comunicata Scientiae**. 14. e3898. 10.14295/cs.v14.3898.

VELOSO, L. L. S. A.; SILVA, A. A. R. da; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V. de; GHEYI, H. R; MOREIRA, R. C. L. Growth and gas exchange of soursop under salt stress and hydrogen peroxide application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, 26: 119-125, 2022.

VIEIRA, V. M. Água produzida no segmento onshore de petróleo– caracterização de cenários na Bahia e prospecção de soluções para gerenciamento. 2011. Nº de folhas. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal da Bahia, Salvador- BA, 2011.

WILLADINO, L.; CAMARA, T. R. Origen y naturaleza de los ambientes salinos. In: Reigosa, M. J.; Sánchez, P. N. A. (ed.). La ecofisiología vegetal - Una ciencia de síntesis. 1.ed. Madrid: **Thompson**, 2004. p.303-330.

XAVIER, Y. M. de A.; GUIMARÃES, P. B. V.; SILVA, M. dos R. F. Recursos hídricos e atividade econômica na perspectiva jurídica do desenvolvimento sustentável. Fortaleza: Ed. Anja Czymmeck, 2010. 231 p.

ZRIG, A.; ABDEL-GAWAD, H.; TOUNECKTI, T.; MOHAMED, H. B.; HAMOUDA, F.; KHEMIRA, H. Potassium and calcium improve salt tolerance of *Thymus vulgaris* by activating the antioxidant systems. **Scientia Horticulturae**, v.277, n.1, e109812, 2021.