



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

**FORMAÇÃO DE MUDAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS COM ÁGUAS DE
DIFERENTES NATUREZA CATIONICA E ÁCIDO SALICÍLICO**

CLAUDIENE MOURA DE QUEIROGA

POMBAL – PB

2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**FORMAÇÃO DE MUDAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS COM ÁGUAS DE
DIFERENTES NATUREZA CATIÔNICA E ÁCIDO SALICÍLICO**

CLAUDIENE MOURA DE QUEIROGA

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCG, Curso de Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Coorientadora: Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares

POMBAL - PB

2023

Q3f Queiroga, Claudiene Moura de.

Formação de mudas de goiabeira irrigadas com águas de diferentes natureza catiônica e ácido saliclico / Claudiene Moura de Queiroga. - Pombal, 2023. 46 f.: il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) –Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2023.

“Orientação: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima, Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares”.
Referências.

1. *Psidium guajava* L. 2. Estresse salino. 3. Fitormônio. I. Lima, Geovani Soares de. II. Soares, Lauriane Almeida dos

CLAUDIENE MOURA DE QUEIROGA

**FORMAÇÃO DE MUDAS DE GOIABEIRA IRRIGADAS COM ÁGUAS DE
DIFERENTES NATUREZA CATIÔNICA E ÁCIDO SALICLICO**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias (UAGRA) – CCTA/UFCEG, Curso de Agronomia, como requisito para obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Apresentada em: 06/07/2023

BANCA EXAMINADORA

Geovani Soares de Lima

Orientador – Prof. Dr. Geovani Soares de Lima
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Lauriane Almeida dos Anjos Soares

Co-orientadora – Prof.^a Dr.^a Lauriane Almeida dos Anjos Soares
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)

Cassiano Nogueira de Lacerda

Membro – Msc. Cassiano Nogueira de Lacerda
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

Jean Telvio Andrade Ferreira

Membro – Msc. Jean Telvio Andrade Ferreira
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

“A Deus, primeiramente, por ser meu guia. A minha família por me apoiar e ter sido minha base, em especial a minha mãe, meus irmãos, minha avó e meu namorado, por sempre se fazerem presentes na minha vida.”

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar, que nunca me desamparou, sempre me conduziu com as devidas lições de amor, fraternidade e compaixão. A ele, toda honra e toda glória.

A minha família, que foram e são meus pilares de sustentação, aos meus pais, aos meus irmãos, meu avô e minhas avós, aos meus tios e tias. De forma especial agradecer a minha mãe Hoga Moura, aos meus irmãos José Maykon e Claudia Moura, a minha avó Francisca Moura, ao meu tio Orenildo Moura e minha tia Osmilda Moura, pois eles foram fundamentais na construção da minha carreira, por sempre me apoiarem em tudo, pelos conselhos, por estarem ao meu lado nos momentos mais difíceis e por nunca terem soltado a minha mão. Quero homenagear também ao meu sobrinho Felipe Almeida (*in memoriam*), que apesar do pouco tempo entre nós, nos passou uma grande lição de vida, de força e de amor, e sempre estarás vivo em nossos corações.

Ao meu namorado Lucas Wendel, por sempre me apoiar, por ser meu companheiro ao longo de todos esses anos. Pois mesmo com muita correria do dia a dia, sempre me compreendeu e me mostrou o real significado de amor e cumplicidade.

Aos meus amigos que sempre me ajudaram me apoiaram nessa minha jornada. Joana Darc, Rafaela Torres, Alena Thamyres, Valeska Karoline, Maria Rita, Jean Paiva, Jean Telvio, Hyan Carlos, Carlos Antônio, Gustavo Silva e Guilherme Brito, Fellype Jonathar, Victor Hugo, Cassiano Nogueira, Smyth Trotsk, Alan Keis, Pois sem eles não seria fácil enfrentar todas as dificuldades encontradas, sou grata a cada um por terem feito parte da minha vida.

Aos meus orientadores Prof. Dr. Geovani Soares e Profa. Dra Lauriane Almeida, que me abraçaram e adotaram no grupo/família MASP, agradecer a eles por toda a paciência e ensinamento proporcionado, eles que são um exemplo de casal, de pais, de profissionais e de amigos.

Por fim, agradecer também a UFCG, a todos os professores e colaboradores por ter me acolhido e me fornecido todo o conhecimento necessário para a construção do meu futuro profissional.

A banca examinadora, pelas sugestões atribuídas ao meu trabalho de conclusão de curso.

Queiroga, C. M. de. **Formação de mudas de goiabeira irrigadas com águas de diferentes natureza catiônica e ácido salicílico**. 2023. 46f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

RESUMO

O semiárido nordestino tem se destacado a cada ano pela produção de frutíferas, dentre elas a goiabeira, que é uma espécie de grande potencial econômico e nutricional, sendo rica em diversas vitaminas e sais minerais. No entanto, as fontes hídricas da região comumente possuem altos teores de sais dissolvidos que quando destinadas a irrigação podem causar efeitos deletério para as plantas. Com isso, objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas, o crescimento, as fitomassas e a qualidade das mudas de goiabeira em função da natureza catiônica da água utilizada na irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico. Avaliar a morfofisiologia e qualidade das mudas de goiabeira em função da irrigação com águas de diferentes naturezas catiônicas e aplicação foliar de ácido salicílico. O experimento foi conduzido em casa de vegetação, pertencente a Centro de Ciências e Tecnologias Agroalimentares, localizada no município de Pombal, PB, utilizando-se o delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 6×4 , sendo seis composições catiônicas da água de irrigação [S1 – Testemunha (água de abastecimento); S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; S5 – Mg^{2+} e S6 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$], associados a quatro concentrações de ácido salicílico (0; 1,3; 2,6 e 3,9 mM), com 3 repetições e 2 plantas por parcela. As plantas referentes à testemunha (S1) foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto para os demais tratamentos (S2; S3; S4; S5 e S6) foi utilizada CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, constituída de diferentes cátions, em forma de cloreto. Na fase de formação de mudas, a goiabeira foi sensível à água de natureza cálcica, obtendo-se diminuição acentuada no crescimento das plantas. A condutância estomática, a transpiração e o acúmulo de fitomassas das mudas de goiabeira foram mais afetados pela variação na condutividade elétrica em comparação com a natureza catiônica da água. Ácido salicílico nas concentrações de 2,9 e 1,9 mM aumentou a condutância estomática e a fitomassa seca do caule, respectivamente, em mudas de goiabeira. A água com CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ permitiu a formação de mudas de goiabeira com qualidade aceitável para o transplântio no campo, independente da natureza catiônica da água.

Palavras-chave: *Psidium guajava* L., estresse salino, fitormônio

Queiroga, C. M. de. **Formation of guava seedlings irrigated with waters of different cationic nature and salicylic acid.** 2023. 46f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

ABSTRACT

The northeastern semi-arid region has stood out each year for the production of fruit trees, among them the guava tree, which is a species of great economic and nutritional potential, being rich in several vitamins and mineral salts. However, water sources in the region commonly have high levels of dissolved salts that, when used for irrigation, can cause deleterious effects on plants. Thus, the objective of this work was to evaluate gas exchange, growth, phytomass and quality of guava seedlings as a function of the cationic nature of the water used in irrigation and foliar application of salicylic acid. To evaluate the morphophysiology and quality of guava seedlings as a function of irrigation with water of different cationic natures and foliar application of salicylic acid. The experiment was carried out in a greenhouse, belonging to the Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, located in the municipality of Pombal, PB, using a randomized block design, in a 6×4 factorial scheme, with six cationic compositions of irrigation water [S1 – Witness (supply water); S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}$; S5 – Mg^{2+} and S6 - $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$], associated with four concentrations of salicylic acid (0; 1.3; 2.6 and 3.9 mM), with 3 replicates and 2 plants per plot. The plants referring to the control (S1) were irrigated with water with an electrical conductivity (ECw) of 0.3 dS m^{-1} , while for the other treatments (S2; S3; S4; S5 and S6) an ECw of 4.3 dS m^{-1} was used, consisting of different cations, in the form of chloride. In the seedling formation phase, the guava tree was sensitive to calcium water, resulting in a marked decrease in plant growth. Stomatal conductance, transpiration and phytomass accumulation of guava seedlings were more affected by variation in electrical conductivity compared to the cationic nature of water. Salicylic acid at concentrations of 2.9 and 1.9 mM increased stomatal conductance and stem dry mass, respectively, in guava seedlings. Water with an ECw of 4.3 dS m^{-1} allowed the formation of guava seedlings with acceptable quality for transplanting in the field, regardless of the cationic nature of the water.

Keywords: *Psidium guajava* L., saline stress, phytohormone

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características químicas da água do tratamento testemunha utilizada no experimento.	21
Tabela 2. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.	21
Tabela 3. Resumo da análise de variância referente à condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO ₂ (Ci), taxa de assimilação de CO ₂ (A), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes natureza catiônica (NCA) e aplicação exógena de ácido salicílico (AS), aos 160 dias após o semeio.	27
Tabela 4. Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca de folhas (FSF), de caule (FSC), de raízes (FSR) e total (FST), suculência foliar (SUC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes natureza catiônica (NCA) e aplicação exógena de ácido salicílico (AS), aos 160 dias após o semeio.....	33

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Dados de temperatura diária máxima e mínima e umidade relativa do ar observados durante o período experimental	20
Figura 2. Preenchimento das sacolas de polietileno para formação das mudas goiabeira.	22
Figura 3. Preparo e aplicação do ácido salicílico nas mudas de goiabeira	23
Figura 4. Disposição das vasos plásticos para o armazenamento das águas de irrigação preparadas com as distintas naturezas catiônicas.....	23
Figura 5. Avaliação das trocas gasosas nas mudas de goiabeira utilizando analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), aos 120 DAT.	24
Figura 6. Avaliação de crescimento: Determinação do diâmetro caulinar, altura de plantas e área foliar das plantas de goiabeira.....	25
Figura 7. Condutância estomática de goiabeira cv. Paluma em função da natureza catiônica da água (A) e das concentrações de ácido salicílico, aos 160 dias após o semeio.	28
Figura 8. Transpiração – E (A) e concentração interna de CO_2 – C_i (B) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 160 dias após o semeio.....	30
Figura 9. Taxa de assimilação de CO_2 – A das mudas de goiabeira cv. Paluma em função da interação entre naturezas catiônicas da água e concentrações de ácido salicílico, aos 160 dias após o semeio.	31
Figura 10. Altura de plantas (A), diâmetro de caule (B) e área foliar (C) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes natureza catiônica, aos 160 dias após o semeio.....	32
Figura 11. Fitomassa seca de folhas – FSF (A), de raiz – FSR (B), total – FST (C) e índice de qualidade de Dickson – IQD (D) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 160 dias após o semeio.....	35
Figura 12. Fitomassa seca de caule de goiabeira cv. Paluma em função da natureza catiônica da água (A) e das concentrações de ácido salicílico (B), aos 160 dias após o semeio.....	36

SUMÁRIO

RESUMO	vii
1. INTRODUÇÃO	12
2. OBJETIVOS	14
2.1 Geral.....	14
2.2 Específico.....	14
3. REVISÃO DE LITERATURA	15
3.1 Aspectos gerais da cultura da goiabeira.....	15
3.2 Disponibilidade hídrica no semiárido	16
3.3 Irrigação com água salina	17
3.4 Ácido salicílico como elicitador do estresse salino	18
4. MATERIAL E MÉTODOS	20
4.1. Localização da área experimental.....	20
4.2. Delineamento estatístico, tratamentos e cultura estudada.....	20
4.3 Condução experimental	21
4.4. Preparo do ácido salicílico	22
4.5. Preparo das águas de irrigação.....	23
4.6. Variáveis analisadas.....	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
6. CONCLUSÕES	38
REFERÊNCIAS	39

1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertencente à família myrtaceae, é uma espécie nativa da América tropical e destaca-se pelo elevado valor e nutricional, sendo utilizada em produtos agroindustriais como sucos, polpas, sorvetes, além do seu consumo *in natura*, na parte nutricional pode-se destacar altos teores de ácido ascórbico, vitamina A e vitaminas do grupo B, fósforo, potássio, ferro e cálcio, sendo também rica em fibras, que garantem a preferência dos variados consumidores do mercado interno e externo é uma cultura amplamente cultivada no Brasil (OLIVEIRA et al., 2015). A produção brasileira de goiaba em 2021 foi de 552.393 toneladas com rendimento médio de 24.953 kg ha⁻¹ em 22.353 hectares de área plantada, sendo 2.366 toneladas produzidas no estado da Paraíba com um rendimento médio de 7.170 kg ha⁻¹. No Nordeste, os estados de Pernambuco, Bahia e Ceará se destacam-se como os maiores produtores, obtendo-se produções de 198.754, 46.836 e 22.062 toneladas, respectivamente, com rendimento médio de 36.032, 21.386 e 15.792 kg ha⁻¹. (IBGE, 2022).

Em regiões com condições climáticas adversas, sobretudo em áreas semiáridas, é comum a ocorrência de baixos índices pluviométricos e intensa evapotranspiração na maior parte dos meses do ano, onde as fontes hídricas comumente possuem altos teores de sais, especialmente nas áreas cristalinas, sendo encontrados elevadas quantidades de cloreto e sódio, baixas concentrações de sulfato e concentrações variáveis de cálcio, magnésio, carbonatos e bicarbonatos (SILVA JÚNIOR; GHEYI; MEDEIROS, 1999; PAIVA et al., 2021; PINHEIRO et al., 2022). Por outro lado, em algumas partes, como Chapada de Apodi (Rio Grande de Norte/Ceará), Gurgueia (Piauí) e Iracema (Bahia) tem predominância de sais de cálcio/magnésio (HOLANDA et al., 2016).

Nesse contexto, a presença de sais na água que afetam o crescimento e o desenvolvimento das plantas, variam tanto da concentração total quanto da composição iônica da água de irrigação (LIMA et al., 2019). O excesso de sais na água promove desequilíbrio iônico e estresse osmótico nas plantas, o que causa alterações em vários processos fisiológicos e metabólicos, dependendo da intensidade e duração do estresse e, em última análise, inibe a produção das culturas (GUPTA & HUANG, 2014). O estresse salino também proporciona aumento no nível de espécies reativas de oxigênio (EROS) que resulta em danos oxidativo, que por sua vez afeta as plantas tanto em nível celular quanto metabólico (KUMAR et al., 2021).

A diminuição quantitativa e qualitativa das fontes hídricas tem proporcionado a busca por estratégias para uso eficiente da água para fins agrícola, tanto quanto para o aproveitamento

racional de águas consideradas de qualidade inferior já que é uma necessidade a utilização de águas salinas na agricultura em regiões semiáridas. Neste sentido, diversos autores têm estudado o efeito da irrigação com água de níveis de salinidade diferentes sobre o cultivo da goiabeira (SOUZA et al., 2016; BEZERRA et al., 2018; XAVIER et al., 2022; LACERDA et al., 2022a); entretanto, essas pesquisas se restringem ao uso de águas com diferentes níveis de condutividade elétrica tornando-se imperativo o desenvolvimento de novos estudos, sobretudo para verificar o uso de águas com diferentes natureza catiônica sobre a cultura da goiabeira na fase de formação de mudas.

Dentre as estratégias que possibilitam amenizar os efeitos do estresse salino sobre as plantas destaca-se à utilização de substâncias elicitoras, como ácido salicílico, sendo uma importante molécula sinalizadora que mitiga os efeitos adversos do estresse salino nas plantas através da melhoria nos processos fisiológicos e metabólicos, resultando na aclimação das plantas aos estresses abióticos, incluindo o estresse salino (SILVA et al., 2020; LACERDA et al., 2022b; XAVIER et al., 2022).

O ácido salicílico (AS) é um fitohormônio que desempenha diversos papéis fisiológicos nas plantas, incluindo a regulação da fotossíntese e aumento da atividade de antioxidantes enzimáticos e não enzimáticos. Além disso, proporciona aumento no crescimento através da síntese de pigmentos fotossintéticos, mantém as relações hídricas, modula os nutrientes minerais no sistema radicular ao restringir o influxo de sódio (Na^+) e induz a acumulação de reguladores osmóticos (KHAN et al., 2022). Do mesmo modo, o AS pode atuar na redução da produção de espécies reativas de oxigênio, por promover reações antioxidantes (ABDI et al., 2022). Entretanto, o efeito da aplicação do ácido salicílico depende de vários fatores, incluindo a concentração, espécies vegetais, estágio de desenvolvimento e o modo de aplicação (POÓR et al., 2019).

2.OBJETIVOS

2.1 Geral

Avaliar a morfofisiologia e qualidade das mudas de goiabeira em função da irrigação com águas de diferentes naturezas catiônicas e aplicação foliar de ácido salicílico.

Objetivou-se com este trabalho avaliar as trocas gasosas, as fitomassas e a qualidade das mudas de goiabeira em função da natureza catiônica da água utilizada na irrigação e aplicação foliar de ácido salicílico.

2.2 Específico

- Avaliar as trocas gasosas e crescimento de goiabeira sob irrigação com águas de distintas naturezas catiônicas e aplicação foliar de ácido salicílico;
- Determinar o acúmulo de fitomassas de mudas de goiabeira sob irrigação com águas de distintas naturezas catiônicas e aplicação foliar de ácido salicílico;
- Avaliar a suculência foliar e o índice de qualidade de Dickson de mudas de goiabeira, sob irrigação com águas de distintas naturezas catiônicas e aplicação foliar de ácido salicílico.

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Aspectos gerais da cultura da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava L.*) pertencente ao gênero *Psidium* e a família Myrtaceae, é considerada uma das maiores famílias botânicas. Essa espécie foi originada entre o Sul do México e o Norte da América do Sul, entretanto, possui uma ampla distribuição geográfica, sendo cultivada em todas as regiões subtropicais e tropicais (ONIAS et al., 2018; LANDAU et al., 2020). No Brasil as maiores regiões produtoras de goiaba são as regiões Sudeste e Nordeste do país, onde, destacam-se os estados do Pernambuco, São Paulo e Bahia. Em 2021, o Brasil produziu em torno de 552.393 mil/t, de uma área de 22.353 hectares destinada a colheita, onde o rendimento médio obtido foi de 24.953 kg ha⁻¹ (CEAGESP, 2023; IBGE, 2023).

Considerada uma planta rústica, a goiabeira apresenta um porte pequeno a médio, podendo chegar a atingir de 3 a 10 metros de altura, suas ramificações são arredondadas, levemente tortas, apesar de não ter grande porte, a cultura tem grande capacidade produtiva, seu sistema radicular é pivotante composto por raízes adventícias primárias, seu caule possui coloração marrom quando adultos e marrom-esverdeado quando jovens, as folhas são simples, opostas, as flores são brancas com pétalas encurvadas, possuindo de quatro a seis pétalas e anteras de cor amarela, são consideradas flores perfeitas, ou seja, possui tanto flores femininas como masculinas. Seu fruto possui coloração verde-clara e amarelo-brilhante, e sua polpa pode variar de branca, amarela a vermelhada (GONZAGA NETO et al., 1995; DE MELO., 2020).

O cultivo de goiabeira é uma atividade que tem movimentado bastante o comércio interno de frutas *in natura*, gerando novos empregos e incentivando a produção de agricultores familiares, devido ao impulsionamento das agroindústrias para a produção de geleias, compotas, sucos pasteurizados, sorvetes e goiabada (CASTRO et al., 2020). A cultura também se destaca pelo seu alto valor nutricional, sendo fonte de vitaminas e minerais (Vitaminas A, B e C e sais importantes como cálcio, fósforo e ferro), além de possuir aroma agradável o que chama atenção dos consumidores tanto do mercado interno como externo (ALMEIDA, 2013; OLIVEIRA et al., 2015).

A FAO não dispõe de registros frequentes relacionados a dados da produção mundial de goiaba. Mesmo sendo escassas as informações com relação ao cultivo dessa frutícola, as estatísticas disponíveis apontam o Brasil como o maior produtor de goiabas vermelhas e quando considerada, conjuntamente a produção de goiaba vermelha e branca, ele ocupa a quarta posição (CASTRO et al., 2020).

A produtividade da goiabeira pode variar diante diversos fatores e entre eles a variedade é uma delas. Uma das mais produzidas é a cv. Paluma considerada uma variedade altamente produtiva, que quando manejada de forma adequada pode chegar a produzir anualmente de 80 a 120 kg planta⁻¹ (RAMOS et al., 2010). A variedade possui bastante destaque em relação aos seus frutos, onde sua polpa possui alto teor de açúcar, característica que agrada tanto o mercado interno como externo, e também devido seus frutos possuem resistência a pós-colheita (RIBEIRO, 2021).

3.2 Disponibilidade hídrica no semiárido

A rusticidade da goiabeira possibilita uma fácil adaptação as variações ambientais, podendo crescer e se desenvolver em climas tropicais e subtropicais, em regiões tropicais ela pode florescer e frutificar ao longo de todo o ano, desde que sejam supridas suas necessidades hídricas, pois o déficit hídrico prolongado pode atrasa o florescimento e aumentar a queda dos frutos. Ainda assim, a goiabeira é uma cultura bastante resistente a seca e as temperaturas mais elevadas, possuindo uma adequação maior em condições tropicais com temperaturas médias superiores a 22 °C e inferiores a 30°C, sendo exigente quanto ao fotoperíodo e umidade relativa na faixa de 50 a 80% (GONZAGA NETO, 1995).

No Brasil, a diversidade de clima e microclima permite que o país seja um grande produtor de frutos. De todo o território nacional, a região nordeste tem grande destaque na produção de espécies frutíferas (RIBEIRO, 2021). A região apresenta um clima tropical, onde é predominante o clima quente e seco com temperatura média de 27 °C e um regime hídrico com baixa precipitação pluviométrica anual, em torno de 800 mm por ano, evapotranspiração potencial de 2.000 mm ano⁻¹ e também apresenta má distribuição das chuvas, gerando problemas com déficit hídrico na região, levando os produtores agrícolas a fazerem uso de águas disponíveis que, geralmente, possuem baixa qualidade (SILVA et al., 2017).

Nessas regiões áridas e semiáridas essas águas de baixa qualidade, podem provocar danos as plantas afetando seu crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura (PAIVA et al., 2020). As águas destinadas a irrigação por possuírem baixa qualidade, limita o seu uso, devido as elevadas concentrações de sais que podem ser deletérios as plantas, contudo, tem sido bastante comum a utilização destas como fonte de abastecimento das áreas irrigadas (SILVA et al., 2017).

A qualidade da água de irrigação na região semiárida é de crucial importância, sobretudo devido à sua escassez, sendo o agricultor obrigado a utilizar águas de qualidade inferior

representando risco para a produção agrícola das culturas uma vez que a salinidade dessas águas varia de 350 a 25.000 ppm de sólidos totais dissolvidos, ocorrendo predominância de cloretos de sódio e magnésio (REBOUÇAS & BRAGA, 2002). Em certos casos essas águas promovem alterações nas condições físico-químicas que não existiam inicialmente no solo, em proporções não favoráveis ao crescimento e ao desenvolvimento da maioria das culturas (ALENCAR et al., 2003).

Silva Junior et al. (1999) também verificaram, avaliando a composição iônica do cristalino de alguns estados do Nordeste brasileiro (Paraíba, Rio Grande do Norte e Ceará), o predomínio de águas cloretadas sódicas, com alguma variação, independentemente do nível de salinidade, dos locais e das fontes de origem. Estudos realizados por Dantas Neto et al. (2009) com o intuito de caracterizar as águas usadas para irrigação na sub-bacia do rio Taperoá, PB, a partir de águas de diversas fontes, sendo 133 em açudes, 45 em poços amazonas, 12 em cacimbas e 9 em fontes de água corrente determinaram, de modo geral, elevadas concentrações de Na^+ predominando sobre o Cl^- , enquadrando-se nos parâmetros ligeiramente a moderado e severa restrição.

As águas subterrâneas do cristalino do Rio Grande do Norte têm sua composição química afetada por outros fatores que não somente devido à lixiviação de sais do solo, cujos teores de sódio são, inicialmente, mais elevados que os de cloreto, aumentando gradativamente com o incremento da salinidade, porém a partir de certa concentração seu valor cai rapidamente ao mesmo tempo em que os teores de cálcio e magnésio aumentam. Com o aumento da salinidade, o sódio, o cálcio e o magnésio crescem simultaneamente e abaixo da linha de cloretos (SANTOS et al., 1984).

3.3 Irrigação com água salina

O uso de águas de baixa qualidade vem sendo cada vez mais usual em regiões do Brasil onde a disponibilidade de águas de boa qualidade é limitada, muitas vezes sendo destinada, apenas, para consumo humano. É fato comprovado que o estresse causado pela irrigação com águas de baixa qualidade, provenientes de mananciais subterrâneos onde a qualidade é inferior, podendo limitar o crescimento e desenvolvimento das plantas (DIAS et al., 2019). Seu uso fica condicionada à tolerância da cultura e até mesmo ao manejo adequado da irrigação, a fim de que seja reduzido ao máximo os efeitos deletérios tanto as plantas como ao ambiente (SOUZA et al., 2017).

A salinidade é um fator limitante na produção agrícola, principalmente, quando está atrelada a temperaturas elevadas e a baixa pluviometria, que é característica das regiões do

Nordeste brasileiro. As elevadas concentrações de sais dissolvidos na solução do solo provocam um estresse osmótico nas plantas, afetando negativamente a absorção de água pelas raízes e, conseqüentemente, a absorção de nutrientes (SOUZA et al., 2017; TAVARES FILHO, 2020).

Os efeitos deletérios sobre as plantas dependem tanto das concentrações de sais como da composição catiônica da água, essas regiões comumente apresentam elevados teores de cloreto (Cl^-), sódio (Na^+) e concentrações variáveis de cálcio (Ca^{2+}) e magnésio (Mg^{2+}), onde os teores de cada um dos sais podem se comportar de forma distinta na planta, visto que, um pode ser mais deletério que o outro (SILVA et al., 2021).

O estresse salino é um dos principais estresses abióticos que causam danos significativos as plantas, afetando desde o crescimento e desenvolvimento até a produtividade das culturas (AJILA CELI, 2022). A goiabeira é considerada uma planta sensível a elevadas concentrações de sais (BONIFACIO et al., 2018). Segundo Freitas et al. (2014) a salinidade influencia de diferentes maneiras nas determinadas culturas, onde, umas são mais sensíveis e outras mais tolerante. Avaliando os efeitos da salinidade sob as mudas de porta-enxerto de goiabeira, Bonifácio et al. (2018), observou que as plantas demonstraram sensibilidade com o aumento dos níveis salinos (0,7; 1,9; 3,1; 4,3 e 5,5 dS m^{-1}), respectivamente.

De forma geral, os danos provocados pela salinidade são provenientes de três efeitos oriundos do estresse salino: o estresse osmótico, devido a redução da absorção de água e nutrientes inibindo o crescimento e desenvolvimento da planta, o efeito iônico, proveniente do acúmulo de íons tóxicos nos tecidos vegetais e o desequilíbrio nutricional resultante da absorção dos íons tóxicos que são absorvidos ao invés dos nutrientes, que são fundamentais para o bom desenvolvimento da cultura (SILVA et al., 2021).

De acordo com trabalhos desenvolvidos por Cavalcante et al. (2010), o aumento dos níveis salinos de 0,5 à 4,0 dS m^{-1} reflete em declínio no crescimento das plantas em altura, diâmetro caulinar, área foliar, crescimento de raízes e produção de biomassa pelas goiabeiras, quando ainda estão em fase de formação de mudas.

3.4 Ácido salicílico como elicitador do estresse salino

Estratégias que induzam a melhoria da fisiologia das plantas são alternativas importantes para o aumento do desempenho das culturas no campo, principalmente, quando submetida a condições de estresse biótico ou abiótico. Dentre as estratégias utilizadas destaca-se o ácido salicílico (AS) (FERNANDES et al., 2018).

Trata-se de um fitohormônio produzido de forma endógena pela planta que atua como um sinalizador e ativador de genes, onde desempenham papel fundamental no sistema de defesa do vegetal contra danos oriundos de algum tipo de estresse (KHAN et al., 2022). O AS induz a regulação da resistência a estresse abiótico, como o estresse oxidativo, oriundo dos efeitos da salinidade, atua também no desenvolvimento da planta, como em processos bioquímicos e fisiológicos (LACERDA et al., 2022).

Os efeitos da aplicação via foliar do AS, vai depender de alguns fatores, como, a forma de aplicação, a concentração do ácido, a cultura e sua fase fenológica (LACERDA et al., 2022). Apesar de serem escassas as informações na literatura sobre o efeito ácido salicílico como indutor de defesa na planta, alguns trabalhos desenvolvidos testaram a eficácia do AS como mitigador do estresse salino, conforme observado por silva (2022) em gravioleira (*Annona muricata* L.), Santos et al. (2019) em cana-de-açúcar (*Saccharum spp*) e Fernandes. (2018) em goiabeira (*Psidium guajava* L.).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Localização da área experimental

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2021 a abril de 2022 em condição de casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), *Campus* de Pombal-PB, cujas coordenadas geográficas locais de referência são 6°48'16" S, 37°49'15" O e altitude média de 144 m. Os dados de temperatura (máxima e mínima) e umidade relativa do ar durante o período experimental foram coletados diariamente e estão dispostos na Figura 1.

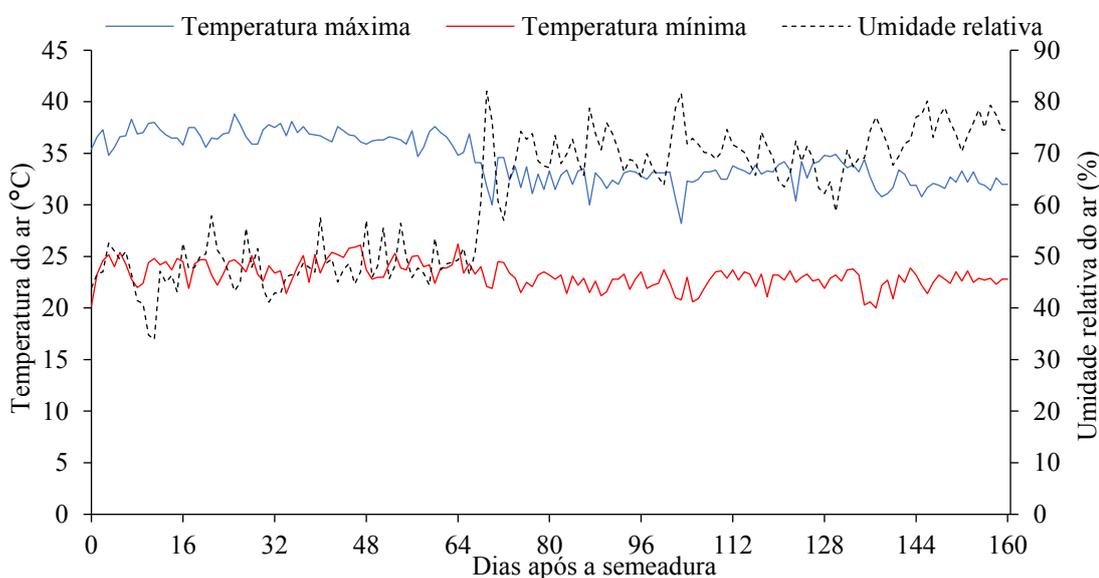


Figura 1. Dados de temperatura diária máxima e mínima e umidade relativa do ar observados durante o período experimental

4.2. Delineamento estatístico, tratamentos e cultura estudada.

Foi utilizado o delineamento de blocos casualizados em arranjo fatorial 6×4 , cujos tratamentos resultaram da combinação entre dois fatores: seis natureza catiônica da água de irrigação (S1 - Testemunha; S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; S5 - Mg^{2+} e S6 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), de modo a se ter uma proporção equivalente de 1:1 entre $\text{Na}^+ : \text{Ca}^{2+}$ (S5) e 7:2:1, entre $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (S6), respectivamente, e de 1 para Na^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} , associado a quatro concentrações de ácido salicílico – AS (0; 1,3; 2,6 e 3,9 mM) com três repetições, sendo cada parcela constituída de 2 plantas. As concentrações de ácido salicílico foram escolhidas com base na pesquisa de Silva et al. (2020) com a cultura da gravioleira, tendo em vista a ausência de estudos com goiabeira.

As plantas referentes ao tratamento testemunha (S1) foram irrigadas com água de abastecimento municipal (CEa = 0,3 dS m⁻¹), cuja composição química está apresentada na Tabela 1, enquanto que os demais tipos de água (S2; S3; S4; S5 e S6) foi de CEa de 4,3 dS m⁻¹, preparada utilizando compostos de diferentes cátions, em forma de cloreto.

Tabela 1. Características químicas da água do tratamento testemunha utilizada no experimento.

Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	K ⁺	HCO ₃ ⁻	CO ₃ ²⁻	Cl ⁻	CE dS m ⁻¹	pH	RAS (mmol L ⁻¹) ^{0,5}
(mmol L ⁻¹)									
0,39	0,78	1,45	0,33	0,96	0,00	1,75	0,30	7,04	1,34

CE - condutividade elétrica. RAS - relação de adsorção de sódio

A cultivar de goiabeira estudada foi a Paluma. Trata-se de uma cultivar derivado da goiaba Rubi-Supreme, obtida a partir de sementes de polinização aberta; seus frutos apresentam aptidão tanto para mesa como para industrialização, apresentando massa entre 140 e 250 g, diâmetros polar de 8 a 10 cm e equatorial de 7 a 9 cm e polpa de coloração vermelha intensa (MEDINA et al., 1991).

4.3 Condução experimental

Para a formação das mudas foram utilizadas sacolas de polietileno com dimensões de 15 × 30 cm (Figura 2), preenchidas com mistura numa proporção de 2:1:1 (em base de volume) de um Neossolo Regolítico (*Entisol -Psamments*) de textura franco-arenosa, areia e matéria orgânica (esterco bovino bem curtido). O solo foi proveniente da zona rural do município de São Domingos, PB, a 0-20 cm de profundidade. As sacolas foram distribuídas de forma equidistante, apoiadas em bancadas a uma altura de 0,80 m do solo. As características físicas e químicas de solo obtidas conforme a metodologias propostas por Teixeira et al. (2017) estão dispostas na Tabela 2.

Tabela 2. Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento, antes da aplicação dos tratamentos.

		Características químicas							
pH H ₂ O	MO	P	K ⁺	Na ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H ⁺	
(1:2,5)	g kg ⁻¹	(mg kg ⁻¹)cmol _c kg ⁻¹						
8,53	3,10	77,30	0,56	0,20	5,08	5,11	0	0	
.....Características químicas.....		Características físicas.....						
CE _{es}	CTC	RASes	PST	Fração granulométrica (g kg ⁻¹)			Umidade (dag kg ⁻¹)		
(dS m ⁻¹)	cmol _c kg ⁻¹	(mmol L ⁻¹) ^{0,5}	%	Areia	Silte	Argila	33,42 kPa ¹	1519,5 kPa ²	
0,46	10,95	1,02	1,83	775,70	180,90	43,40	12,45	5,00	

pH – Potencial hidrogeniônico, MO – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca²⁺ e Mg²⁺ extraídos com KCl 1 M, pH 7,0; Na⁺ e K⁺ extraídos utilizando-se NH₄OAc 1 M, pH 7,0; Al³⁺+H⁺ extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M, pH 7,0; CE_{es} -

Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RASes - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; ^{1,2} referindo o teor de umidade no solo correspondente a capacidade de campo e ponto de murchamento permanente



Figura 2. Preenchimento das sacolas de polietileno para formação das mudas goiabeira

A adubação com nitrogênio, potássio e fósforo foi realizada com base na recomendação de Novais, Neves e Barros (1991). Foram aplicados 100, 150 e 300 mg kg⁻¹ de N, K₂O e P₂O₅, respectivamente, sendo 1/3 fornecido em fundação e os 2/3 restantes em cobertura, via fertirrigação em 8 aplicações iguais, em intervalos de 10 dias, sendo a primeira aplicação realizada aos 10 dias após o semeio (DAS). Com o propósito de suprir a necessidade de micronutrientes, as plantas foram pulverizadas com uma solução contendo 2,5 g L⁻¹ de Dripsol micro[®] (Mg²⁺ - 1,1%; Boro - 0,85%; Cobre (Cu-EDTA) - 0,5%; Ferro (Fe - EDTA) -3,4%; Manganês (Mn-EDTA) - 3,2%; Molibdênio - 0,05%; Zinco - 4,2%; com 70% de agente quelante EDTA), via foliar (faces adaxial e abaxial), em intervalo de 15 dias.

4.4. Preparo do ácido salicílico

As soluções com concentrações desejadas de ácido salicílico foram preparadas através da dissolução do ácido salicílico P.A em 30% de álcool etílico (99,5%) (Figura 3). As aplicações com o ácido salicílico tiveram início aos 10 DAS e posteriormente foram realizadas semanalmente, pulverizando-se de modo a se obter o molhamento completo das folhas, (faces abaxial e adaxial das folhas), utilizando-se de um borrifador, cujas aplicações foram realizadas a partir das 17:00 horas, adaptado a partir da pesquisa desenvolvida por Silva et al. (2020). As plantas foram isoladas com estrutura utilizando-se lona plástica durante as aplicações do ácido salicílico para evitar a deriva das soluções.



Figura 3. Preparo e aplicação do ácido salicílico nas mudas de goiabeira

4.5. Preparo das águas de irrigação

As águas de irrigação com as distintas natureza catiônica, com $CEa = 4,3 \text{ dS m}^{-1}$, foram obtidas a partir da adição dos sais do tipo cloreto de Na^+ , Ca^{2+} e Mg^{2+} em forma de cloreto, conforme os tratamentos pré-estabelecidos tomando-se, como base, a água proveniente do sistema de abastecimento local (Pombal-PB), cuja quantidade foi determinada considerando a relação entre a CEa e a concentração de sais (RICHARDS, 1954), conforme a Eq. 1:

$$Q \approx 10 \times CEa \dots \dots \dots (1)$$

Em que:

Q = Soma dos cátions ($\text{mmol}_c \text{ L}^{-1}$); e,

CEa = condutividade elétrica da água (dS m^{-1})

Após a preparação das águas, a CEa foi verificada e caso necessário foi ajustada antes de uso.



Figura 4. Disposição das vasos plásticos para o armazenamento das águas de irrigação preparadas com as distintas naturezas catiônicas.

Antes do semeio foi determinado o volume de água necessária para elevar o teor de umidade do solo até a capacidade de campo, aplicando-se água de acordo com os tratamentos estabelecidos. Após o transplântio, a irrigação foi realizada, diariamente, às 17 horas, aplicando-

se, em cada sacola, o volume correspondente ao obtido pelo balanço de água, sendo o volume de água a ser aplicado determinado pela Eq. 2:

$$VI = \frac{(V_a - V_d)}{(1 - FL)} \dots \dots \dots (2)$$

Em que:

VI - volume de água a ser usado no evento de irrigação (mL);

V_a - volume aplicado no evento de irrigação anterior (mL);

V_d - volume drenado no evento de irrigação anterior (mL); e,

FL - fração de lixiviação de 0,10.

4.6. Variáveis analisadas

As trocas gasosas, o crescimento, as fitomassas e a qualidade das mudas foram avaliadas aos 160 DAS. As trocas gasosas foram avaliadas através da condutância estomática (g_s - mol H₂O m⁻² s⁻¹), taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol de H₂O m⁻² s⁻¹) e concentração intercelular de CO₂ (C_i) (μmol CO₂ m⁻² s⁻¹) com o auxílio do analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), modelo “LCPro+” da ADC BioScientific Ltda. As medições foram realizadas entre 7:00 e 10:00 horas da manhã na terceira folha totalmente expandida e fotossinteticamente ativa, contada a partir da gema apical, conduzida sob condições naturais de temperatura do ar, concentração de CO₂ e usando uma fonte de radiação artificial de 1.200 μmol m⁻² s⁻¹, estabelecido através da curva de resposta fotossintética à luz (FERNANDES et al., 2021).



Figura 5. Avaliação das trocas gasosas nas plantas de goiabeira utilizando analisador de gás carbônico a infravermelho portátil (IRGA), aos 120 DAT.

O diâmetro de caule (DC) foi medido a 2 cm do colo da planta, com auxílio de um paquímetro digital. A altura das plantas (AP) foi obtida tomando-se como referência a distância

do colo da planta até a inserção do meristema apical. Na determinação da área foliar (AF) foram consideradas apenas folhas que apresentaram comprimento mínimo de 3 cm e pelo menos 50% de sua AF fotossinteticamente ativa, de acordo com metodologia de Lima et al. (2012), através da Eq. 3:

$$AF = \sum 0,3205 \times C^{2,0412} \quad (2)$$

Em que:

AF= área foliar total (cm²);

C= comprimento da nervura principal da folha (cm).



Figura 6. Avaliação de crescimento: Determinação do diâmetro caulinar, altura de plantas e área foliar das plantas de goiabeira.

A suculência foliar – SUC (g cm⁻²) foi determinada, conforme relação proposta por Mantovani (1999), obtida através da Eq. 4:

$$SUC = \frac{(FFF - FSF)}{(AF)} \dots\dots\dots(4)$$

Em que: SUC = suculência foliar (g cm⁻²),

FFF = fitomassas fresca de folhas (g por planta),

FSF = fitomassas seca de folhas (g por planta),

AF = área foliar (cm²).

Para determinação do acúmulo de fitomassas, as plantas foram cortadas aos 160 dias após o semeio rente à superfície do solo e separadas em folhas e caule e raízes. Posteriormente as distintas partes (folhas, caule e raízes) foram acondicionadas em saco de papel e postas para secar em estufa com ventilação forçada de ar, a temperatura de 65 °C por 24 horas até a obtenção de peso constante; em seguida, procedeu-se a pesagem desse material obtendo-se os valores

expressos em grama (g), para as fitomassas seca de folhas (FSF), de caule (FSC), e de raízes (FSR), cujo somatório resultou na fitomassa seca total (FST) da planta.

A qualidade das mudas de goiabeira foi determinada através do Índice de Qualidade de Dickson – IQD proposto por Dickson et al. (1960), conforme Eq. 5:

$$IQD = \frac{(FST)}{(AP/DC) + (FSPA/FSR)} \dots \dots \dots (5)$$

Em que:

IQD = índice de qualidade de mudas de Dickson;

AP = altura de planta (cm);

DC = diâmetro do caule (mm);

FST = fitomassas seca total de planta (g por planta);

FSPA = fitomassas seca da parte aérea de planta (g por planta); e

FSR = fitomassas seca de raiz de planta (g por planta).

Os dados obtidos foram avaliados mediante análise de variância pelo teste F após teste de normalidade (Shapiro-Wilk). Nos casos de significância, foi realizado teste de Tukey ($p \leq 0,05$) para a natureza catiônica da água de irrigação, e análise de regressão polinomial linear e quadrática ($p \leq 0,05$) para as concentrações de ácido salicílico, utilizando-se do software estatístico SISVAR-ESAL versão 5.6 (FERREIRA, 2019).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo da natureza catiônica da água (NCA) sobre todas as variáveis de trocas gasosas e crescimento de goiabeira cv. Paluma, aos 160 DAS (Tabela 3). As concentrações de ácido salicílico afetaram de forma significativa ($p \leq 0,05$) apenas a condutância estomática das plantas de goiabeira cv. Paluma. A interação entre os fatores (NCA \times AS) influenciou significativamente ($p \leq 0,05$) apenas a taxa de assimilação de CO₂ de goiabeira (Tabela 3).

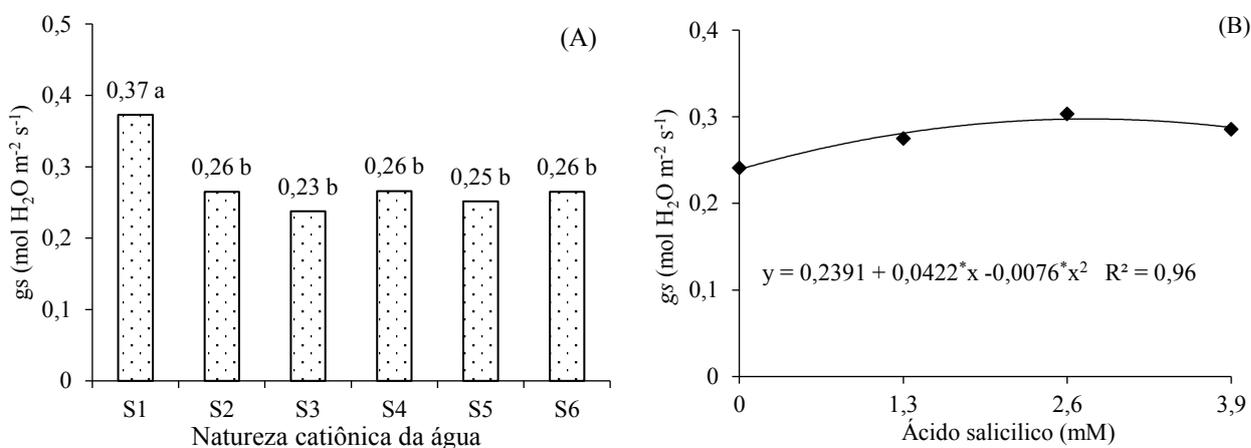
Tabela 3. Resumo da análise de variância referente à condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração interna de CO₂ (Ci), taxa de assimilação de CO₂ (A), altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC) e área foliar (AF) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes natureza catiônica (NCA) e aplicação exógena de ácido salicílico (AS), aos 160 dias após o semeio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios						
		gs	E	Ci	A	AP	DC	AF
Natureza catiônica da água - NCA	5	0,028**	0,711**	2473,45*	84,056**	269,695*	4,797**	60766,64*
Ácido salicílico (AS)	3	0,012*	0,142 ^{ns}	875,94 ^{ns}	23,667*	116,551 ^{ns}	0,982 ^{ns}	6092,13 ^{ns}
Regressão Linear	1	0,023*	-	-	-	-	-	-
Regressão Quadrática	1	0,012*	-	-	-	-	-	-
Interação (NCA \times AS)	15	0,006 ^{ns}	0,153 ^{ns}	1185,12 ^{ns}	18,118*	35,951 ^{ns}	0,284 ^{ns}	17388,39 ^{ns}
Blocos	2	0,013*	0,506 ^{ns}	6390,01*	1,593 ^{ns}	72,844 ^{ns}	1,585 ^{ns}	6756,28 ^{ns}
Resíduo	46	0,002	0,102	1005,27	9,054	62,430	0,490	17953,25
CV (%)		18,62	9,03	15,59	14,39	12,22	13,21	23,25

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A condutância estomática das plantas cultivadas sob irrigação com água de 0,3 dS m⁻¹ foi estatisticamente superior ao das submetidas a CEa de 4,3 dS m⁻¹ com distintas composições catiônica (Na⁺; Ca²⁺; Na⁺+Ca²⁺; Mg²⁺ e Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺) (Figura 7A). Ao comparar à gs das plantas cultivadas com água constituída de Na⁺ (S2), Ca²⁺ (S3), Na⁺+Ca²⁺ (S4), Mg²⁺ (S5), e Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ (S6) verifica-se que não houve diferença significativa entre si, evidenciando que o fechamento parcial dos estômatos estar relacionado à variação no nível de condutividade elétrica da água. A redução na condutância estomática em plantas submetidas ao estresse salino ocorre devido à diminuição do turgor foliar e pressão de vapor atmosférica, juntamente com sinais químicos gerados pela raiz para limitar a perda de água para atmosfera (HNILÍČKOVÁ et al., 2017). Contudo, o declínio na gs ocasiona diminuição na absorção de CO₂, afetando o funcionamento do aparelho fotossintético e inibe o crescimento das plantas (HANNACHI et al., 2022).

Lima et al. (2019) ao avaliarem as trocas gasosas em plantas de mamoneira em função da natureza catiônica da água de irrigação (S1-Testemunha; S2 - Na⁺; S3 - Ca²⁺; S4 - Na⁺+ Ca²⁺; S5 - K⁺ e S6 - Na⁺+ Ca²⁺+ Mg²⁺), também observaram que com exceção das águas constituída de potássio e salinidade de 4,5 dS m⁻¹ proporcionou diminuição na condutância estomática das plantas, independente da natureza catiônica da água. Em outro estudo, Xavier et al. (2022) avaliando as trocas gasosas de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função da irrigação com águas salinas (CEa: 0,6 a 4,2 dS m⁻¹) preparada com Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ na proporção equivalente de 7:2:1, verificaram que a condutância estomática reduziu de forma quadrática com o incremento nos níveis salinos da água, aos 180 dias após o semeio.



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

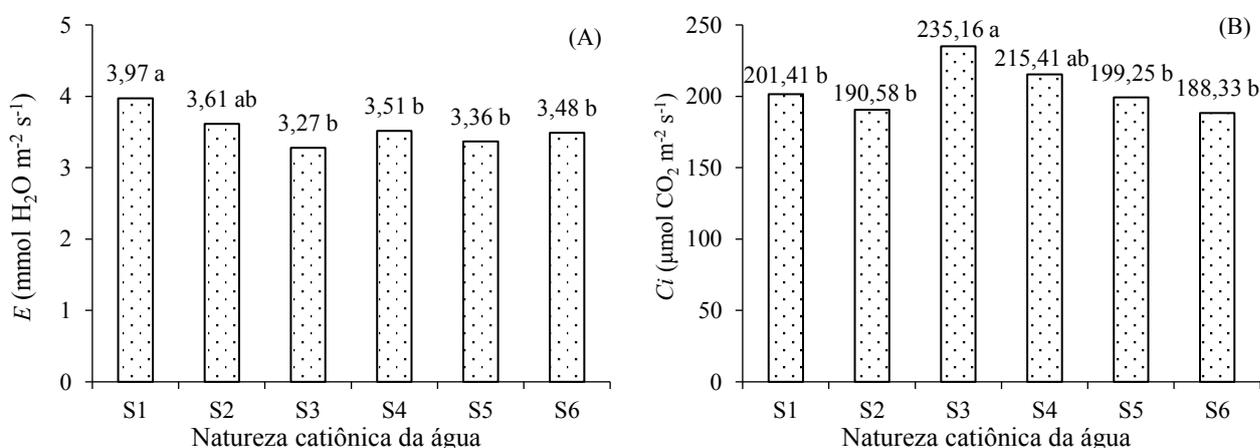
S1 - Testemunha; S2 - Na⁺; S3 - Ca²⁺; S4 - Na⁺+Ca²⁺; S5 - Mg²⁺ e S6 - Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺; Na testemunha (S1) as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,3 dS m⁻¹, enquanto para S2; S3; S4; S5 e S6 foi utilizada CEa de 4,3 dS m⁻¹.

Figura 7. Condutância estomática de goiabeira cv. Paluma em função da natureza catiônica da água (A) e das concentrações de ácido salicílico (B), aos 160 dias após o semeio.

As concentrações de ácido salicílico aumentaram de forma quadrática a condutância estomática de goiabeira (Figura 7B), sendo o valor máximo de 0,298 mol H₂O m⁻² s⁻¹ obtido na concentração estimada de 2,6 mM. Por outro lado, a ausência da aplicação de AS (0 mM) resultou no valor mínimo de 0,239 mol H₂O m⁻² s⁻¹. Em termos relativos, verifica-se que a aplicação de 3,9 mM de ácido salicílico proporcionou um incremento de 0,049 mol H₂O m⁻² s⁻¹ em relação às plantas que não receberam aplicação (0 mM). O aumento na condutância estomática proporcionado pelo ácido salicílico pode estar relacionado à sua função na regulação do sistema de defesa antioxidante, na manutenção da integridade do cloroplasto contribuindo no controle da abertura e fechamento dos estômatos e na estabilidade da membrana celular (KHALVANDI et al., 2021).

A transpiração de goiabeira (Figura 8A) irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹ (Testemunha) diferiu de forma significativa das que receberam água Ca²⁺ (S3), Na⁺+Ca²⁺ (S4), Mg²⁺ (S5) e Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ (S6). Contudo, ao comparar ao tratamento testemunha com as submetidas à salinidade da água de natureza sódica (S2), observa-se que não houve diferenças significativas entre si. É importante destacar que a escala de tempo em que ocorre dano específico de Na⁺ nas plantas depende da taxa de acúmulo de Na⁺ nas folhas e da eficácia da compartimentação de Na⁺ nos tecidos e células das folhas ou de interações com outros fatores ambientais (TESTER; DAVENPORT, 2003). Outro fator que contribui como mecanismo de tolerância das plantas ao estresse salino é a substituição de Na⁺ por K⁺, ou exclusão de Na⁺ e a retenção de K⁺ intracelular (NAHAR et al., 2016). Por outro lado, o fechamento parcial dos estômatos observado neste estudo através da condutância estomática (Figura 7A) contribui para a redução das perdas de água por transpiração para atmosfera nas plantas submetidas à irrigação com água constituída de Na⁺ (S2) Ca²⁺ (S3), Na⁺+Ca²⁺ (S4), Mg²⁺ (S5) e Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ (S6), mas não compromete a difusão de CO₂ no mesófilo foliar (LIMA et al., 2020), fato observado pelos dados de concentração interna de CO₂ (Figura 8B) e exerce importante função fisiológica na manutenção da homeostase osmótica e iônica na planta (MOHAMED et al., 2020).

Paiva et al. (2021) em pesquisa avaliando os efeitos da irrigação com águas de distintas natureza catiônica (S1 - Testemunha; S2 - Na⁺; S3 - Ca²⁺; S4 - Mg²⁺; S5 - Na⁺ + Ca²⁺; S6 - Na⁺ + Mg²⁺; S7 - Ca²⁺ + Mg²⁺ e S8 - Na⁺ + Ca²⁺ + Mg²⁺) sobre as trocas gasosas do maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado constataram que os menores valores de transpiração foliar foram obtidos quando as plantas foram irrigadas com água salinizada por cálcio (S3) e magnésio (S4) e que não houve diferença significativa entre as plantas que receberam os tratamentos S2, S5, S6, S7 e S8.

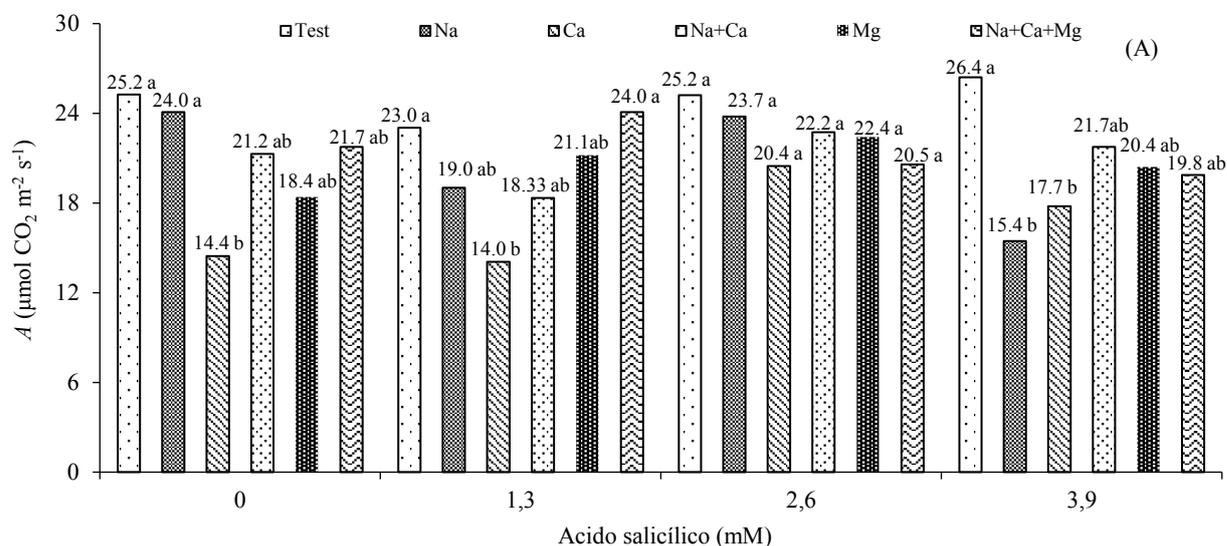


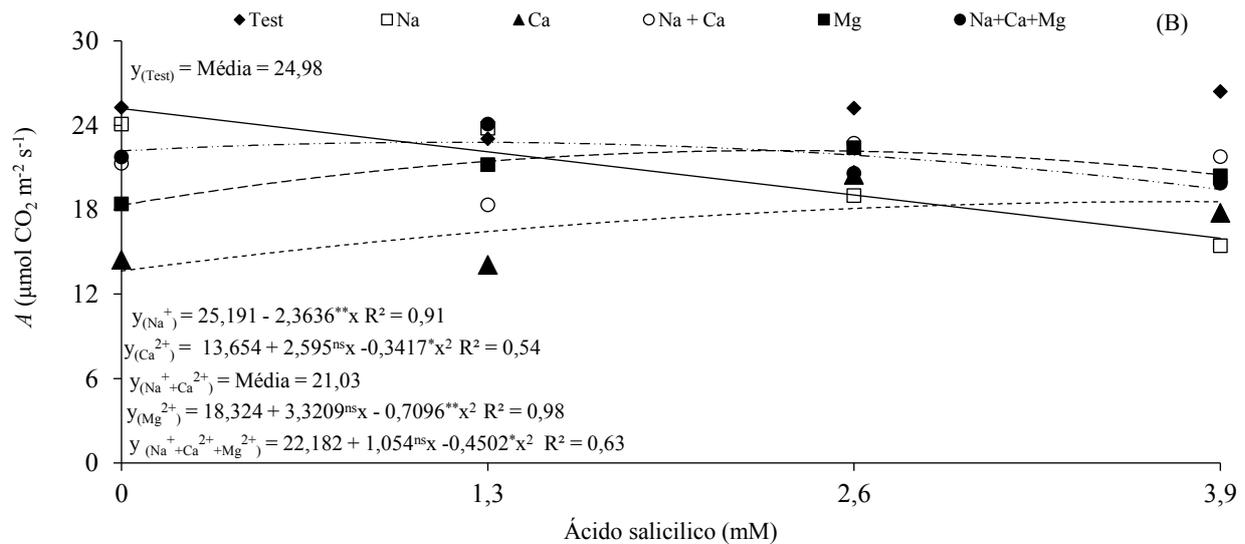
Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

S1 - Testemunha; S2 - Na⁺; S3 - Ca²⁺; S4 - Na⁺+Ca²⁺; S5 - Mg²⁺ e S6 - Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺; Na testemunha (S1) as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de 0,3 dS m⁻¹, enquanto para S2; S3; S4; S5 e S6 foi utilizada CEa de 4,3 dS m⁻¹.

Figura 8. Transpiração – E (A) e concentração interna de CO₂ – Ci (B) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 160 dias após o semeio.

A taxa de assimilação de CO₂ das mudas de goiabeira foi influenciada significativamente pela interação entre a natureza catiônica da água e as concentrações de ácido salicílico (Figura 9A). Na ausência da aplicação foliar de ácido salicílico (0 mM), as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m⁻¹ (Testemunha) diferiram de forma significativa apenas das cultivadas com água de composição cálcica (S3). Com a aplicação de 1,3 mM de AS, houve diferenças significativas na *A* das plantas submetidas à baixa CEa (Testemunha) e água de composição Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ quando comparado as cultivadas sob salinidade da água de natureza cálcica (S3). A aplicação de 2,6 mM de AS não influenciou de forma significativa a *A*, independente na natureza catiônica da água. Já as plantas que receberam 3,9 mM, a irrigação com CEa de 0,3 dS m⁻¹ (Testemunha) resultou numa *A* superior estatisticamente ao das cultivadas com água constituída de sódio (S2) e de cálcio (S3).





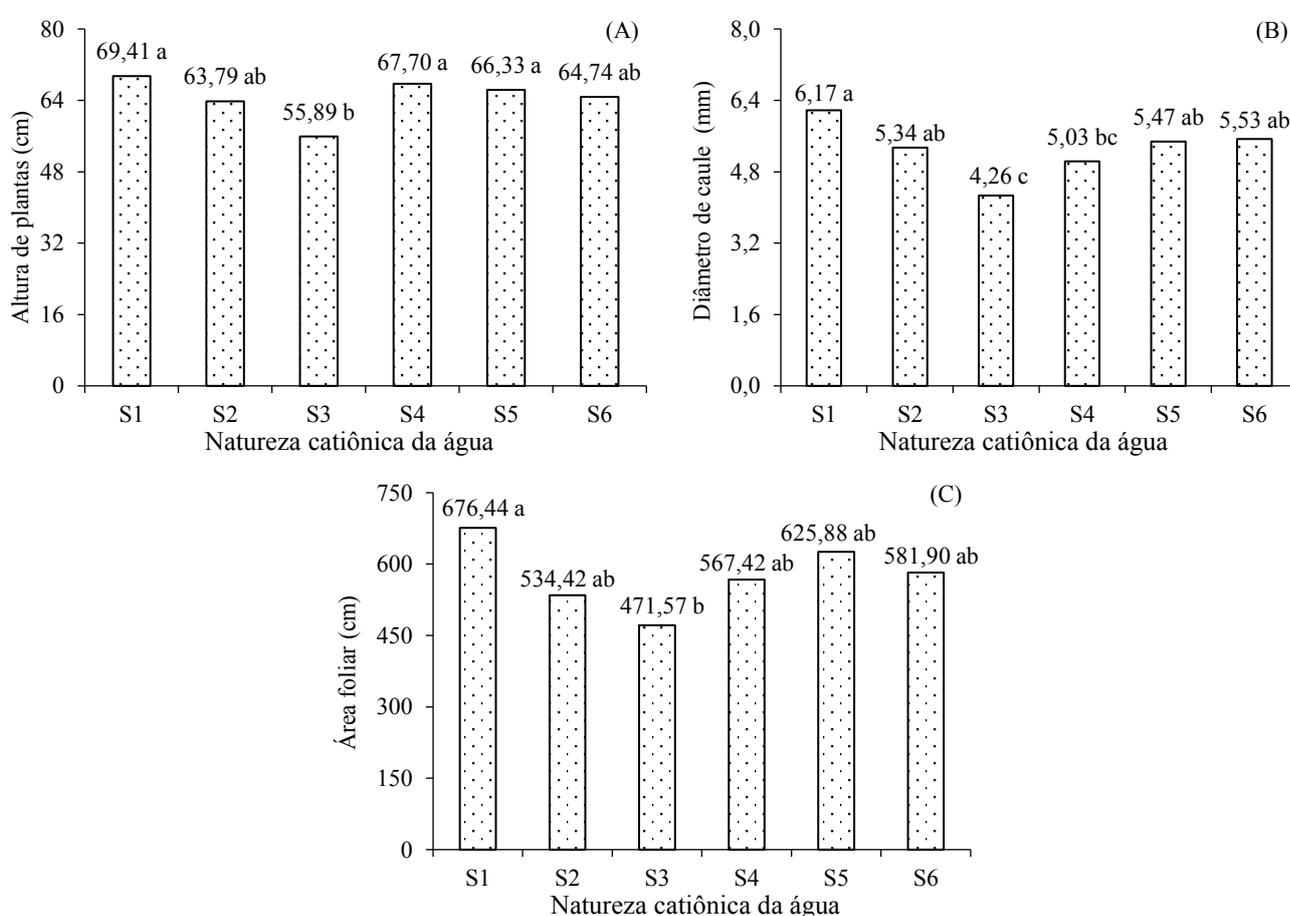
Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

S1 - Testemunha; S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; S5 - Mg^{2+} e S6 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$; Para a testemunha (S1) as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto para S2; S3; S4; S5 e S6 foi utilizada CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Figura 9. Taxa de assimilação de CO_2 – A das mudas de goiabeira cv. Paluma em função da interação entre naturezas catiônicas da água e concentrações de ácido salicílico, aos 160 dias após o semeio.

Ao analisar os efeitos das concentrações de ácido salicílico em cada natureza catiônica da água (Figura 9B), constata-se que as plantas cultivadas com água constituída de sódio (S2) apresentaram redução linear na taxa de assimilação de CO_2 de 9,38% por incremento unitário na concentração de ácido salicílico. As plantas submetidas aos tratamentos S3, S5 e S6 apresentaram comportamento quadrático (Figura 9B), com os valores máximos ($18,58$; $22,20$; $22,79 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$) estimado quando se utilizou as concentrações de $3,8$; $2,3$ e $1,2 \text{ mM}$ de AS, respectivamente. Contudo, a taxa de assimilação de CO_2 das plantas submetidas ao tratamento testemunha (S1) e S4 não obtiveram ajustes satisfatórios aos modelos de regressão, destacando os valores médios de $24,98$ e $21,03 \mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$, respectivamente. A capacidade fotossintética das plantas é diminuída, devido ao estresse osmótico e fechamento parcial dos estômatos (MOHAMED et al., 2020). Além disso, os sais absorvidos pelas plantas e acumulado nos tecidos do mesófilo fotossinteticamente ativos pode ocasionar inibição da assimilação de CO_2 , afetando principalmente processos de fotossíntese nos cloroplastos, destacando-se como limitação não estomática. Dentre as alterações destaca-se a inibição da atividade de enzimas fotossintéticas do ciclo de Calvin, distúrbio na biossíntese de clorofila, e redução da eficiência de operação e integridade estrutural do aparelho fotossintético, e membranas tilacóides (PAN et al., 2021).

A irrigação com água de baixa CEa (Testemunha) e de composição $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}$ (S4) e Mg^{2+} (S5) proporcionou uma altura de plantas superior estatisticamente ao das que foram cultivadas sob salinidade e de natureza cálcica (S3) (Figura 10A). Ao comparar a AP das plantas submetidas aos tratamentos S1, S2, S4, S5 e S6, verifica-se que não houve diferenças significativas entre si. A redução no crescimento em altura nas plantas irrigadas com água constituída de cálcio pode estar associada ao aumento da permeabilidade da membrana celular induzido pelo efeito iônico e osmótico levando à geração de espécies reativas de oxigênio (EROS). Essas EROS podem afetar a integridade das membranas celulares, as atividades enzimáticas e o aparelho fotossintético da planta (XU et al., 2017).



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

S1 - Testemunha; S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}$; S5 - Mg^{2+} e S6 - $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$; Na testemunha (S1) as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto para S2; S3; S4; S5 e S6 foi utilizada CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Figura 10. Altura de plantas (A), diâmetro de caule (B) e área foliar (C) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes natureza catiônica, aos 160 dias após o semeio.

O DC da goiabeira também foi influenciado pela natureza catiônica da água (Figura 10B), em que as plantas submetidas à irrigação com água constituída de cálcio obtiveram o menor

valor para esta variável, diferindo-se de forma significativa das cultivadas sob S1, S2, S5 e S6. Contudo, ao comparar o DC das plantas cultivadas sob os tratamentos S₃ e S₄, constata-se que não houve efeito significativo entre si. A absorção excessiva de íons cálcio, devido a sua alta concentração na água de irrigação pode ter induzido o fechamento parcial dos estômatos, reduzindo a fotossíntese e conseqüentemente o crescimento das plantas (BLATT et al., 2000). Altas concentrações de Ca²⁺ livre no citoplasma também podem precipitar os íons de PO₄³⁻, interferindo nos processos fisiológicos relacionados ao metabolismo do fósforo, inibem a respiração e afetam o crescimento das plantas (WENG et al., 2022). Xavier et al. (2022), em pesquisa com mudas de goiabeira ‘Paluma’ na fase de formação de porta-enxerto sob irrigação com águas salinas (CEa: 0,6 a 4,3 dS m⁻¹) preparada com Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ na proporção equivalente de 7:2:1, constataram que a taxa de crescimento foi reduzida de forma linear com o incremento nos níveis de CEa de 0,6 para 4,3 dS m⁻¹.

De forma semelhante ao observado para AP e DC (Figura 10A e 10B), a irrigação com água constituída de cálcio (S3) reduziu a área foliar, com diferenças significativas apenas em relação às plantas cultivadas sob CEa de 0,3 dS m⁻¹ (Testemunha). Contudo, não foi observado efeito significativo na AF das plantas submetidas às distintas composições catiônicas da água. O declínio observado na área foliar pode ser considerado um mecanismo de tolerância das plantas para manter o turgor celular, reduzindo as perdas de água por transpiração e, conseqüentemente, reduzindo o transporte de íons tóxicos como Na⁺ e Cl⁻ via xilema (LIMA et al., 2020). Bezerra et al. (2018) ao avaliarem o crescimento de goiabeira cv. Paluma enxertada sob diferentes salinidades da água de irrigação de composição sódica variando (CEa: 0,3 a 3,5 dS m⁻¹), observaram que a salinidade da água a partir de 0,3 dS m⁻¹ afetou negativamente o número de folhas e a área foliar, aos 90, 120 e 150 DAT.

Verifica-se efeito significativo da natureza catiônica da água sobre fitomassa seca de folhas (FSF) (p≤0,05), de caule (FSC), de raízes (FSR) e total (FST), e índice de qualidade de Dickson (IQD) de goiabeira cv. Paluma (p≤0,01) (Tabela 3). As concentrações de ácido salicílico influenciaram significativamente apenas a fitomassa seca de caule. Não houve efeito da interação (p>0,05) entre os fatores (NCA × AS) para nenhuma das variáveis mensuradas.

Tabela 4. Resumo da análise de variância referente à fitomassa seca de folhas (FSF), de caule (FSC), de raízes (FSR) e total (FST), suculência foliar (SUC) e índice de qualidade de Dickson (IQD) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes natureza catiônica (NCA) e aplicação exógena de ácido salicílico (AS), aos 160 dias após o semeio.

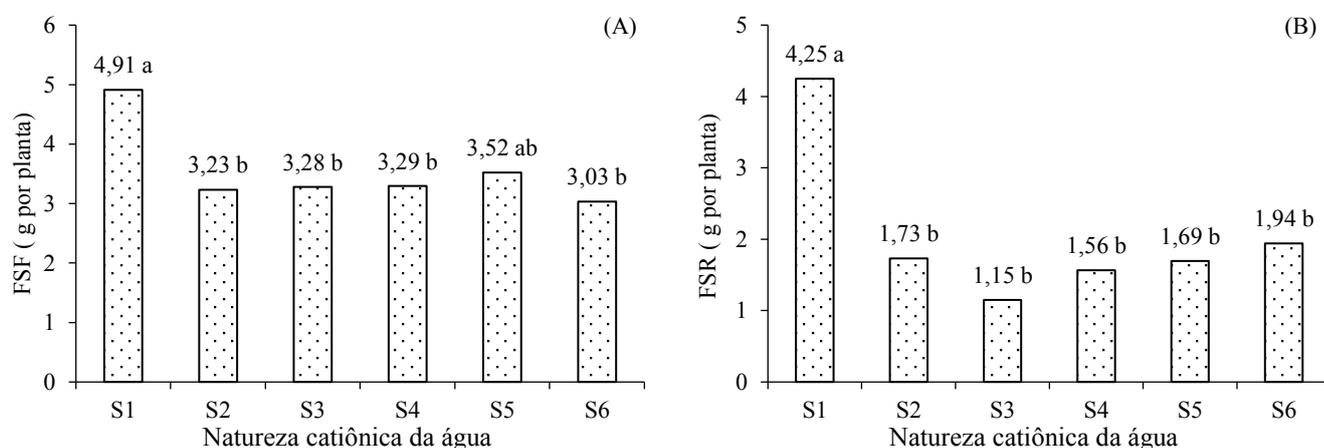
Fonte de variação	GL	Quadrados médios
-------------------	----	------------------

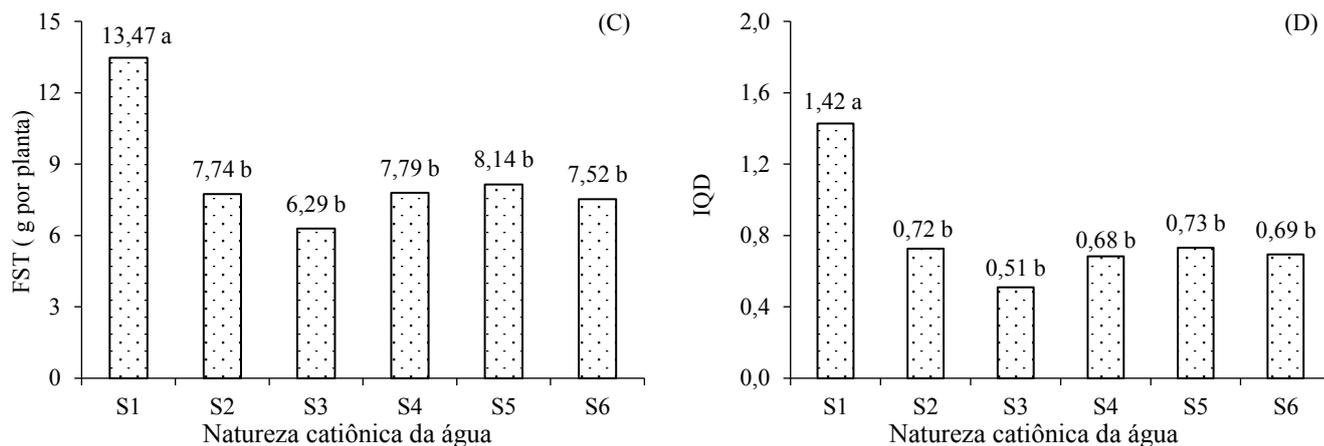
		FSF ¹	FSC	FSR ¹	FST	SUC ¹	IQD
Natureza catiônica da água - NCA	5	5,644*	7,714**	14,709**	76,137**	0,00002 ^{ns}	1,228**
Ácido salicílico (AS)	3	1,565 ^{ns}	1,385*	0,320 ^{ns}	5,586 ^{ns}	0,00004 ^{ns}	0,029 ^{ns}
Regressão Linear	1	-	0,296*	-	-	-	-
Regressão Quadrática	1	-	0,203*	-	-	-	-
Interação (NCA × AS)	15	2,374 ^{ns}	0,561 ^{ns}	0,445 ^{ns}	4,494 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,039 ^{ns}
Blocos	2	0,376 ^{ns}	0,419 ^{ns}	0,141 ^{ns}	1,570 ^{ns}	0,00001 ^{ns}	0,020 ^{ns}
Resíduo	46	1,613	0,500	0,555	3,647	0,00002	0,039
CV (%)		16,95	24,43	19,22	22,48	18,78	24,88

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; * significativo a 0,05; ** significativo a 0,01 de probabilidade; ^{ns} não significativo; ¹Dados transformados em \sqrt{x}

A FSF de goiabeira (Figura 11A) submetidas à irrigação com água constituída de Na⁺, Ca²⁺, Na⁺+Ca²⁺ e Na⁺+Ca²⁺+Mg²⁺ foi reduzida significativamente em comparação com às que receberam CEa de 0,3 dS m⁻¹. Contudo, ao comparar as plantas cultivadas sob irrigação com água constituída de Mg²⁺ (S5) em relação às submetidas às distintas naturezas catiônicas, verifica-se ausência de efeito significativo entre si. A redução no acúmulo de fitomassa nas plantas submetidas à CEa de 4,3 dS m⁻¹ (S2; S3; S4 e S6) pode estar associada as alterações na partição de fotoassimilados, em que ocorre um deslocamento de energia, que é direcionado ao crescimento para a ativação e manutenção das atividades metabólicas associada a mecanismos de tolerância à salinidade, como a manutenção da integridade da membrana e a regulação do transporte e distribuição iônica em diversos órgãos no interior das células (DINIZ et al., 2020).

A diminuição no acúmulo de fitomassa em plantas submetidas ao estresse salino também reflete a ação dos efeitos osmóticos e iônicos que interfere na eficiência fotossintética pelo gasto energético para manutenção da integridade das membranas, síntese de solutos orgânicos para osmorregulação e/ou proteção de macromoléculas e regulação do transporte e distribuição de íons e, por conseguinte no crescimento e desenvolvimento das plantas, fato observado em diferentes culturas, como maracujazeiro-amarelo (DINIZ et al., 2020; LIMA et al., 2020), romãzeira (SOARES et al., 2021) e tomate-cereja (ROQUE et al., 2022).





Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

S1 - Testemunha; S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; S5 - Mg^{2+} e S6 - $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$; Na testemunha (S1) as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto para S2; S3; S4; S5 e S6 foi utilizada CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Figura 11. Fitomassa seca de folhas – FSF (A), de raiz – FSR (B), total – FST (C) e índice de qualidade de Dickson – IQD (D) de goiabeira cv. Paluma irrigadas com água de diferentes naturezas catiônicas, aos 160 dias após o semeio.

A FSR (Figura 11B) e total (Figura 11C) de goiabeira irrigadas com água de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ foram superiores estatisticamente ao das cultivadas sob diferentes composições catiônicas (Na^+ , Ca^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$, Mg^{2+} e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$). Assim, fica evidenciado que a variação nos níveis de condutividade elétrica de $0,3$ a $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ é mais prejudicial no acúmulo de fitomassa da goiabeira, independentemente do cátion presente na água de irrigação.

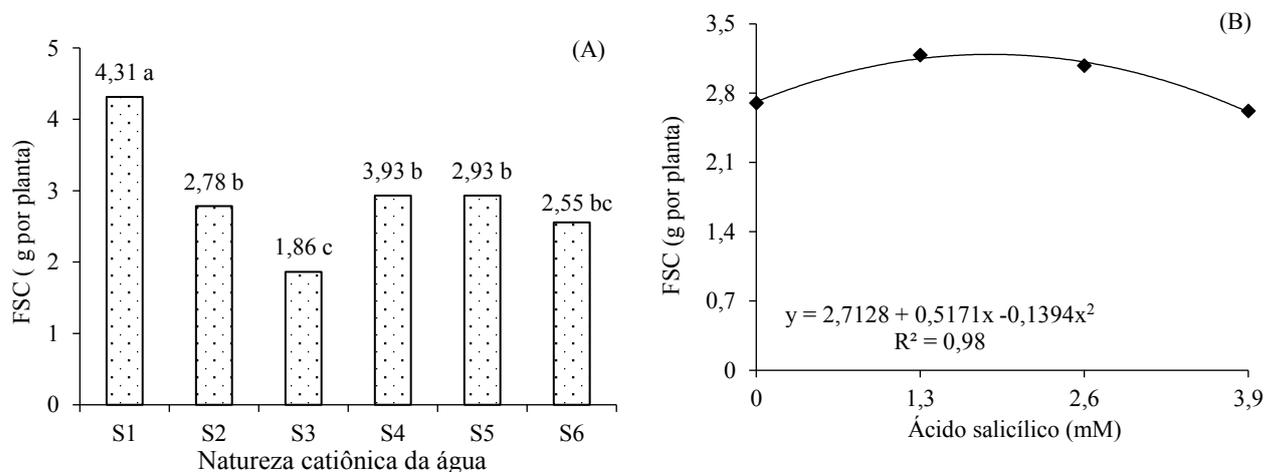
O IQD (Figura 11D) também seguiu a mesma tendência observada para FSR e FST (Figura 6B e 6C) em que as plantas submetidas a CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ (Testemunha) obtiveram um IQD superior estatisticamente as que receberam água de composição de Na^+ (S2), Ca^{2+} (S3), $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$ (S4), Mg^{2+} (S5) e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ (S6). Ao comparar as plantas cultivadas com águas preparadas com Na^+ , Ca^{2+} , $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$, Mg^{2+} e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$, verifica-se que não houve diferenças significativas entre si. É importante destacar que apesar da redução do IQD, as plantas submetidas à CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ (Na^+ ; Ca^{2+} ; $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+}$; Mg^{2+} e $\text{Na}^+ + \text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), estavam aptas para serem transplantadas para o campo, pois apresentaram IQD superior a $0,20$, sendo consideradas mudas de qualidade aceitável para transplante no campo (DICKSON et al., 1960).

Lima et al. (2021a), avaliando a qualidade de mudas do maracujazeiro cv. BRS Rubi do Cerrado, em função da natureza catiônica da água de irrigação, observaram que apesar de haver redução no IQD, independente da natureza catiônica, o uso de água com condutividade elétrica

de $3,0 \text{ dS m}^{-1}$ produziu mudas com índice de qualidade de Dickson superior a 0,2 considerado aceitável.

Para a fitomassa seca de caule de goiabeira (Figura 12A), verifica-se que a irrigação com água de distintas composições catiônica afetou de forma negativa, independentemente do tipo de cátion em relação às cultivadas sob CEa de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$ (Testemunha). A FSC das plantas irrigadas com água preparadas com Na^+ (S2), $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}$ (S4) e Mg^{2+} (S5) diferiram de forma significativa apenas em relação às submetidas ao menor nível de CEa (S1) e de composição cálcica (S3). Contudo, não houve diferenças significativas na FSC das plantas cultivadas com água constituída de cálcio (S3) e $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$ (S6).

A salinidade da água de natureza cálcica proporcionou maior redução na FSC, sendo inferior ao das plantas submetidas ao S1, S2, S4 e S5. Contudo, as plantas cultivadas sob CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ reduziram o acúmulo o FSC em relação as que receberam o menor nível salino ($0,3 \text{ dS m}^{-1}$), independente da natureza catiônica da água. A redução no acúmulo de FSC é reflexo da diminuição da disponibilidade de água devido ao efeito osmótico que, por conseguinte interfere na absorção de água e nutrientes pelas plantas (LIMA et al., 2021b).



Médias seguidas por letras diferentes apresentam diferença significativa entre si pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$).

S1 - Testemunha; S2 - Na^+ ; S3 - Ca^{2+} ; S4 - $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}$; S5 - Mg^{2+} e S6 - $\text{Na}^+\text{Ca}^{2+}\text{Mg}^{2+}$; Na testemunha (S1) as plantas foram irrigadas com água de condutividade elétrica (CEa) de $0,3 \text{ dS m}^{-1}$, enquanto para S2; S3; S4; S5 e S6 foi utilizada CEa de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$.

Figura 12. Fitomassa seca de caule de goiabeira cv. Paluma em função da natureza catiônica da água (A) e das concentrações de ácido salicílico (B), aos 160 dias após o semeio.

Com relação aos efeitos do ácido salicílico sobre a FSC (Figura 12B), verifica-se que o valor máximo estimado ($3,192 \text{ g por planta}$) foi obtido sob aplicação de $1,90 \text{ mM}$, decrescendo a partir desta concentração e alcançando o menor valor ($2,609 \text{ g por planta}$) nas plantas que

receberam 3,90 mM. Em elevadas concentrações o AS inibe a atividade da catalase e aumenta a concentração de H_2O_2 no citoplasma das células-guarda (CHEN; SILVA; KLESSIG, 1993). H_2O_2 oxida a membrana plasmática e aumenta a permeabilidade da membrana ao K^+ . O efluxo de K^+ induz a perda da pressão de turgescência e promove o fechamento parcial dos estômatos (JOON-SANG et al., 1998), limitando a taxa fotossintética e por conseguinte o acúmulo de fitomassa das plantas. Entretanto, a intensidade dos efeitos do ácido salicílico depende de outros fatores como modo de aplicação, concentração, cultura e fase de desenvolvimento das plantas (POÓR et al., 2019).

6. CONCLUSÕES

Na fase de formação de mudas, a goiabeira é sensível a salinidade da água de natureza cálcica no nível salino de $4,3 \text{ dS m}^{-1}$, obtendo-se diminuição acentuada no crescimento das plantas, aos 160 dias após a semeadura.

A condutância estomática, a transpiração e o acúmulo de fitomassas das mudas de goiabeira cv. Paluma são mais afetados pela variação na condutividade elétrica em comparação com a natureza catiônica da água.

Aplicação de ácido salicílico nas concentrações de 2,9 e 1,9 mM aumenta a condutância estomática e o acúmulo de fitomassa seca do caule, respectivamente, em mudas de goiabeira.

A água com condutividade elétrica de até $4,3 \text{ dS m}^{-1}$ permite a formação de mudas de goiabeira cv. Paluma com qualidade aceitável para o transplântio no campo, independente da natureza catiônica da água.

REFERÊNCIAS

- ABDI, N; BILJON, A. V; STEYN, C; LABUSCHAGNE, M. T. Salicylic acid improves growth and physiological attributes and salt tolerance differentially in two bread wheat cultivars. **Plants**, v. 11, n.14, e1853, 2022.
- AJILA CELI, G. E. **Uso de ácido ascórbico em plantas de soja submetidas à salinidade**. 2022. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal). Universidade estadual paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias. Jaboticabal, SP.
- ALMEIDA, E. R. **avaliação da qualidade físico-química da polpa congelada da goiaba (*Psidium guajava* L.)**. 2013. F. Monografia (graduação em Licenciatura em Química). Faculdade de Educação e Meio Ambiente. Ariquemes, RO.
- BEZERRA, I. L; NOBRE, R. G; GHEYI, H. R; SOUZA, L. P; PINHEIRO, F. W. A; LIMA, G. S. Morphophysiology of guava under saline water irrigation and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 22, n.1, p.32-37, 2018.
- BLATT, M. R. Ca^{2+} signalling and control of guard-cell volume in stomatal movements. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 3, n. 3, pág. 196-204, 2000.
- BONIFÁCIO, B. F; NOBRE, R. G; SOUSA, A. D. S; GOMES, E. M; SILVA, E. M; SOUSA, L. P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 4, p. 971-980, 2018.
- CASTRO, J. M. da C; RIBEIRO, J. M. Pesquisa e desenvolvimento para a cultura da goiabeira: a contribuição da Embrapa Semiárido. **Embrapa semiárido**. p. 82. 2020.
- CEAGESP - Centro de Qualidade em Horticultura. Variedades de goiaba. Disponível em: <<https://ceagesp.gov.br/wp-content/uploads/2015/07/goiaba-1.pdf>>. acesso em 05 abr. 2023.
- CHEN, Z; SILVA, H; KLESSIG, D. F. Active oxygen species in the induction of plant systemic acquired resistance by salicylic acid. **Science**. v. 262, n.5141, p.1883-1886, 1993.
- DA SILVA, E. M; NOBRE, R. G; SOUZA, L. D; ARAÚJO, R. H. C. R; PINHEIRO, F. W. A; DE SÁ, A. L. L. Morfofisiologia de porta-enxerto de goiabeira irrigado com águas salinizadas sob doses de doença. **Comunicata Scientiae**, v. 8, n.1, p.32-42, 2017.

- DANTAS NETO, J.; BARRETO, J. F.; FARIAS, S. A. R.; CHAVES, L. H. G. Qualidade das águas da sub-bacia do Rio Taperoá, para fins de irrigação. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v.9, n.2, p.138-144, 2009.
- DE MELO, B. P. Z. C; DOS ANJOS, G. S; ANTICO, H. A; MANTOVANI, R. S. **A goiabeira (*Psidium guajava* L.) na fitoterapia brasileira**. 2020. Tese de Doutorado. Centro Universitário Barão de Mauá.
- DIAS, M. S; REIS, L. S; SANTOS, R. H. S; ALMEIDA, C. A. C; PAES, R. A; ALBUQUERQUE, A. W; SILVA, F.A. Crescimento de plantas de rúcula em substratos e níveis de salinidade da água de irrigação, **Colloquium Agrariae**, v. 15, n. 4, p. 30, 2019.
- DICKSON, A; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **The Forestry Chronicle**. v. 36, n.1, p.10-13, 1960.
- DINIZ, G. L; NOBRE, R. G; LIMA, G. S; SOUZA, L. P; SOARES, L. A. dos A; GHEYI, H. R. Phytomass and quality of yellow passion fruit seedlings under salt stress and silicon fertilization. **Comunicata Scientiae**, v. 11, p.e3400-e3400, 2020.
- FERNANDES, E. A; SOARES, L. A. dos A; LIMA, G. S; NETA, A. M. S. S; ROQUE, I. A; DA SILVA, F. A; FERNANDES, P. D; LACERDA, C. N. Cell damage, gas exchange, and growth of *Annona squamosa* L. under saline water irrigation and potassium fertilization. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 42, n. 3, p. 999-1018, 2021.
- FERNANDES, J. S. Produção de porta-enxerto de goiaba “Paluma” sob estresse hídrico e ácido salicílico. 2018. 33p. Course Completion Work (Graduation in Agronomy) - Federal University of Campina Grande, Pombal-PB. 2018.
- FERNANDES, J. S et al. Produção de porta-enxerto de goiaba “Paluma” sob estresse hídrico e ácido salicílico. 2018.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**. v. 37, n. 4, p. 529-535, 2019.
- FREITAS, M. A. C; AMORIM, A. V; BEZERRA, A. M. E; PEREIRA, M. S; BESSA, M. C; NOGUEIRA FILHO, F. P; LACERDA, C. F. Crescimento e tolerância à salinidade em três espécies medicinais do gênero *Plectranthus* expostas a diferentes níveis de radiação. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 16, p. 839-849, 2014.

- GOMES FILHO, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. v.2, cap.4, p.35-47, 2016.
- GONZAGA NETO, L; SOARES, J. M. A cultura da goiaba. **EMBRAPA/SPI**. P. 75, 1995.
- GUPTA, B; HUANG, B. Mechanism of salinity tolerance in plants: physiological, biochemical, and molecular characterization. **International Journal of Genomics**, v. 2014, p. 18, 2014.
- HANNACHI, S; STEPPE, K; ELOUDI, M; MECCHI, L; BAHRINI, I; LABEKE, M. C. V. Salt stress induced changes in photosynthesis and metabolic profiles of one tolerant ('Bonica') and one sensitive ('Black Beauty') eggplant cultivars (*Solanum melongena* L.). **Plants**. v. 11, n.5, p.590, 2022.
- HNILÍČKOVÁ, H; HNILČKA, F; MARTINKOVÁ, J; KRAUS, K. Effects of salt stress on water status, photosynthesis and chlorophyll fluorescence of rocket. **Plant, Soil and Environment**. v. 63, n.8, p.362-367, 2017.
- HOLANDA, J. S.; AMORIM, J. R. A.; FERREIRA NETO, M.; HOLANDA, A. C.; SÁ, F.V. S. Qualidade da água para irrigação. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. DA S.; LACERDA, C. F. DE; GOMES FILHO, E. (eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. 2.ed. Fortaleza: Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia em Salinidade, 2016. p.35-50.
- GHEYI, H. R.; DIAS, N. da S.; LACERDA, C. F. de; GOMES FILHO, E. (Eds.). **Manejo da salinidade na agricultura: Estudos básicos e aplicados**. v.2, cap.4, p.35-47, 2016.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola - lavoura permanente. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954>. 2019>. Acessado em: Nov. 2022.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Produção agrícola – lavoura permanente. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/0>>. Acessado em 05 abr. 2023.
- JOON-SANG, L. The mechanism of stomatal closing by salicylic acid in *Commelina communis* L. **Journal of Plant Biology**. v. 41, p.97-102, 1998.

- KHALVANDI, M; SIOSEMARDEH, A; ROOHI, E; KERAMATI, S. Salicylic acid alleviated the effect of drought stress on photosynthetic characteristics and leaf protein pattern in winter wheat. **Heliyon**, v. 7, n.1, p.e05908, 2021.
- KHAN, M. I. R.; POOR, P.; JANDA, T. Salicylic acid: a versatile signaling molecule in plants. **Journal of Plant Growth Regulation**. v. 41, n.5, p. 1887-1890, 2022.
- KUMAR, M; TOMAR, M; AMAROWICZ, R; SAURABH, V; NAIR, M. S; MAHESHWARI, C; SASI, M; PRAJAPATI, U; HASAN, M; SINGH, S; CHANGAN, S; PRAJAPAT, R. K; BERWAL, M. K; SATANKAR, V. Guava (*Psidium guajava* L.) leaves: Nutritional composition, phytochemical profile, and health-promoting bioactivities. **Foods**, v. 10, n. 4, pág. 752, 2021.
- LACERDA, C. N de; LIMA, G. S de; SOARES, L. A dos A; FÁTIMA, R. T; GHEYI, H. R; AZEVEDO, C. A. V. Morphophysiology and production of guava as a function of water salinity and salicylic acid. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 26, p. 451-458, 2022.
- LACERDA, C. N de; LIMA, G. S de; SOARES, L. A dos A; SILVA, A. A. R; GHEYI, H. R; SILVA, F. A. Post-harvest fruit quality of grafted guava grown under salt stress and salicylic acid application. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 26, p. 713-721, 2022.
- LACERDA, C. N de. Salinidade da água e aplicação foliar de ácido salicílico no cultivo de goiabeira enxertada. 2022. 89p. **Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola)**. Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais. Campina Grande, PB.
- LANDAU, E. C., MARTINS, J. L. A; DA SILVA, G. A. Evolução da produção de goiaba (*Psidium guajava*, Myrtaceae). **Agropedia brasilis**. Cap. 25, p. 28, 2020.
- LIMA, G. S; GHEYI, H. R; NOBRE, R. G; SOARES, L. A dos A; SANTOS, J. B. Cell damage, water status and gas exchanges in castor bean as affected by cationic composition of water. **Revista Caatinga**. v. 32, p. 482-492, 2019.

- LIMA, G. S; SILVA, J. B; PINHEIRO, F. W. A; SOARES, L. A dos A; GHEYI, H. R. Gas exchange, chloroplast pigments and growth of passion fruit cultivated with saline water and potassium fertilization. **Revista Caatinga**. v. 33, p. 1082-1091, 2020.
- LIMA, G. S; SOARES, M. G. da S; SOARES, L. A dos A; PINHEIRO, F. W. A; SILVA, J. B. Potassium and irrigation water salinity on the formation of sour passion fruit seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 25, p. 393-401, 2021.
- LIMA, G. S; SOUZA, W. B. B; PINHEIRO, F. W. A; SOARES, L. A dos A; GHEYI, H. R. Cationic nature of water and hydrogen peroxide on the formation of passion fruit seedlings. **Revista Caatinga**. v. 34, p. 904-915, 2021.
- LIMA, L. G. S. et al. **Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de goiabeira** (*Psidium guajava* L.). In: Reunião Anual da SBPC, 64. São Luiz: UFMA. 2012.
- MANTOVANI, A. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**. v. 42, 1999.
- MEDINA, J. C. et al. **Goiaba**. 2.ed. Campinas: ITAL, 1991. p.17. (Frutas tropicais, 6).
- MOHAMED, I. A. A; SHALBY, N; BAI, C; QIN, M; AGAMI, R. A; JIE, K; WANG, B; ZHOU, G. Stomatal and photosynthetic traits are associated with investigating sodium chloride tolerance of *Brassica napus* L. cultivars. **Plants**. v. 9, n. 1, p. 62, 2020.
- NAHAR, K; HASANUZZAMAN, M; RAHMAN, A; ALAM, M. M; MAHMUD, J; SUZUKI, T; FAJITA, M. Polyamines confer salt tolerance in mung bean (*Vigna radiata* L.) by reducing sodium uptake, improving nutrient homeostasis, antioxidant defense, and methylglyoxal detoxification systems. **Frontiers in Plant Science**. v. 7, p. 1104, 2016.
- NOVAIS, R. D.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. D. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J., et al. (Eds.). **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**, Brasília, DF: EMBRAPA, 1991. v. 1, cap. 2, p. 89-253, 1991.
- OLIVEIRA, F. T; HAFLE, O. M; MENDONÇA, V; MOREIRA, J. N; JUNIOR, E. B. P; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**. v. 6, n. 1, p. 17-25, 2015.
- ONIAS, E. A., TEODOSIO, A. E., BOMFIM, M. P., ROCHA, R. H., DE LIMA, J. F., & de MEDEIROS, M. L. Revestimento biodegradável à base de *Spirulina platensis* na

- conservação pós-colheita de goiaba Paluma mantidas sob diferentes temperaturas de armazenamento. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, n. 3, p. 849-860, 2018.
- PAIVA, F. J. da S; LIMA, G. S; LIMA, V. L. A; NUNES, K. G; FERNANDES, P. D. Gas exchange and production of passion fruit as affected by cationic nature of irrigation water. **Revista Caatinga**. v. 34, n. 4, p. 926, 2021.
- PAIVA, F. J. S; RODRIGUES, M. H. B. S; LOPES, K. P; SILVA, J. G. S. Influência da salinidade da água de irrigação na qualidade de sementes no semiárido paraibano. **Meio Ambiente (Brasil)**, v. 1, n. 3, p. 12, 2020.
- PAN, T; LIU, M; KRESLAVSKI, V. D; ZHARMUKHAMEDOV, S. K; NIE, C; Yu, M; KUZNETSOV, V. V; ALLAKHVERDIEV, S. I; SHABALA, S. Non-stomatal limitation of photosynthesis by soil salinity. **Critical Reviews in Environmental Science and Technology**. v. 51, n. 8, p. 791-825, 2021.
- PINHEIRO, F. W. A; PINHEIRO, F. W. A; LIMA, G. S. D; GHEYI, H.R; SOARES, L. A. D. A, OLIVEIRA, S. G. D; SILVA, F. A. D. Gas exchange and yellow passion fruit production under irrigation strategies using brackish water and potassium. **Revista Ciência Agronômica**. v. 53, 2021.
- POÓR, P; BORBÉLY, P; BÓDI, N; BAGYÁNSZKI, M; TARI, I. Effects of salicylic acid on photosynthetic activity and chloroplast morphology under light and prolonged darkness. **Photosynthetica**. v. 57, n. 2, p. 367-376, 2019.
- RAMOS, D. P; SILVA, A. C. D; LEONEL, S; COSTA, S. M; DAMATTO JÚNIOR, E. R. Produção e qualidade de frutos da goiabeira 'Paluma', submetida à diferentes épocas de poda em clima subtropical. **Revista Ceres**, v. 57, p. 659-664, 2010.
- REBOUÇAS, A. C.; BRAGA, B. **Águas doces no Brasil**. 2. ed. Escrituras: São Paulo, 2002.
- RIBEIRO, B. B. Aspectos comerciais da cultura da goiaba no Brasil. 2021. 37 f., il. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) — Universidade de Brasília, Brasília.
- RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: U.S, Department of Agriculture. v. 120, n. 3124, p. 800-800, 1954.

- ROQUE I. A.; SOARES, L. A. D. dos A; LIMA, G. S. D; LOPES, I. A. P; SILVA, L. D. A; FERNANDES, P. D. Biomass, gas exchange and production of cherry tomato cultivated under saline water and nitrogen fertilization. **Revista Caatinga**. v. 35, p. 686-696, 2022.
- SANTOS, J. P., AZEVEDO, S. G.; MISTRETTA, G. **Novos aspectos da salinização das águas subterrâneas do cristalino do Rio Grande do Norte**. São Paulo, SP: IPT, 1984. 27p. (Comunicação Técnica, 314).
- SANTOS, M. R; ZÁRATE-SALAZAR, J. R; CAMARA, T; WILLADINO, L. Indução de tolerância ao estresse salino em cana-de-açúcar mediante priming com ácido salicílico. **Agrarian Academy**, v. 6, n. 11, 2019.
- SILVA, A. A. R. Ácido salicílico na indução à tolerância da gravioleira ao estresse salino. 2022. 116p. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola – Irrigação e Drenagem). Universidade Federal de Campina Grande. Unidade Acadêmica de Engenharia Agrícola. Campina Grande, PB.
- SILVA, A. A. R; SILVA, A. A. R. D; LIMA, G. S. D; AZEVEDO, C. A. V. D; VELOSO, L. L. D. S. A; GHEYI, H. R. Salicylic acid as an attenuator of salt stress in soursop. **Revista Caatinga**. v. 33, p. 1092-1101, 2020.
- SILVA JÚNIOR, L. G. A.; GHEYI, H. R.; MEDEIROS, J. F. Composição química de águas do cristalino do Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 3, p. 11-17, 1999.
- SILVA, J. J. L; LIMA, G.S; SOARES, L. A. dos A, ROQUE, I. A; DANTAS, M. V; SILVA, L. A morfofisiologia e qualidade de mudas de maracujazeiro sob diferentes naturezas catiônicas da água e h₂o₂. **Irriga**. v. 1, n. 1, p. 184-205, 2021.
- SOARES, L. A. dos A; OLIVEIRA, S. G. D; LIMA, G. S. D; FERNANDES, P. D; ARAÚJO, R. H; FERNANDES, E. A. Physiological changes of pomegranate seedlings under salt stress and nitrogen fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 25, p. 453-459, 2021.
- SOUZA, L. D. P; NOBRE, R. G; SILVA, E. M; GHEYI, H. R; SOARES, L. A. dos A. Produção de porta-enxerto de goiabeira cultivado com águas de diferentes salinidades e doses de nitrogênio¹. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, p. 596-604, 2017.

- SOUZA, L. de P; SOUZA, L. D. P; NOBRE, R. G; SILVA, E. M. D; LIMA, G. S. D; PINHEIRO, F. W; ALMEIDA, L. L. D. S. Formation of 'Crioula' guava rootstock under saline water irrigation and nitrogen doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v. 20, p. 739-745, 2016.
- TAVARES FILHO, G; SILVA, D; MASCARENHAS, N. M. H; LINS, R; OLIVEIRA, F; ARAUJO, C; MATIAS, S; ARAUJO, C. F; NETO, J. F. Qualidade da água no semiárido e seus efeitos nos atributos do solo e na cultura da Moringa oleifera Lam. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 43, n. 3, p. 293-301, 2020.
- TEIXEIRA, P. C; DONAGEMMA, G. K; FONTANA, A; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3.ed. Brasília, DF: Embrapa. p. 573, 2017.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na⁺ tolerance and Na⁺ transport in higher plants. **Annals of Botany**, 91:503-527, 2003.
- WENG, X; LI, H; REN, C; ZHOU, Y; ZHU, W; ZHANG, S; LIU, L. Calcium regulates growth and nutrient absorption in poplar seedlings. **Frontiers in Plant Science**. v. 13, 2022.
- XAVIER, A. V. O; LIMA, G. S; GHEYI, H. R; SILVA, A. A. R. D; SOARES, L. A. D. dos A; LACERDA, C. N. D. Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. **Revista Ambiente & Água**, v.17. p. 2816, 2022.
- XU, D; WANG, W; GAO, T; FANG, X; GAO, X; LI, J; BU, H; MU, J. Calcium alleviates decreases in photosynthesis under salt stress by enhancing antioxidant metabolism and adjusting solute accumulation in *Calligonum mongolicum*. **Conservation Physiology**. v. 5, n. 1, p. 60, 2017.