



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

**PRÉ-EXPOSIÇÃO AO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA  
TOLERÂNCIA DE MUDAS DE GOIABEIRA AO ESTRESSE SALINO**

**ANTONIO CARLOS DE SENA RODRIGUES**

POMBAL - PB  
2023

ANTONIO CARLOS DE SENA RODRIGUES

**PRÉ-EXPOSIÇÃO AO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA  
TOLERÂNCIA DE MUDAS DE GOIABEIRA AO ESTRESSE SALINO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado a Universidade Federal de Campina Grande no Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar como requisito obrigatório para obtenção do título de bacharel em Agronomia.

**Orientador:** Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

**Co-orientadora:** Profa. Dra. Lauriane Almeida dos A. Soares

R696p Rodrigues, Antonio Carlos de Sena.

Pré-exposição ao peróxido de hidrogênio na tolerância de mudas de goiabeira ao estresse salino / Antonio Carlos de Sena Rodrigues. – 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. Kilson Pinheiro Lopes, Profa. Dra. Lauriane Almeida dos A. Soares”.

Referências.

1. Cultura da goiaba. 2. Estresse salino - Mitigação. 3. Fruticultura. 4. *Psidium guajava* L. I. Lopes, Kilson Pinheiro. II. Soares, Lauriane Almeida dos A. III. Título.

CDU 634.42 (043)

Ficha catalográfica elaborada pela bibliotecária Auxiliadora Costa (CRB 15/716)

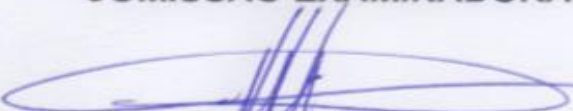
ANTONIO CARLOS DE SENA RODRIGUES

**PRÉ-EXPOSIÇÃO AO PERÓXIDO DE HIDROGÊNIO NA  
TOLERÂNCIA DE MUDAS DE GOIABEIRA AO ESTRESSE SALINO**

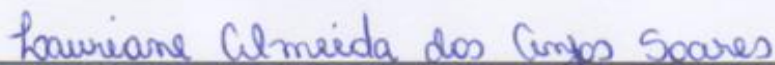
Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado a Universidade Federal de  
Campina Grande no Centro de Ciência e  
Tecnologia Agroalimentar como requisito  
obrigatório para obtenção do título de  
bacharel em Agronomia.

Aprovado em:

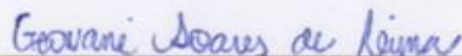
**COMISSÃO EXAMINADORA:**

  
Orientador – Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

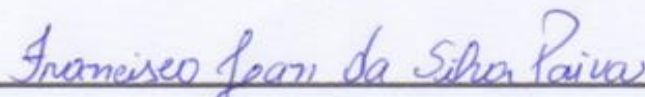
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Co-orientadora – Profa. Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



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



Membro – MSc. Francisco Jean da Silva Paiva  
(Universidade Federal de Campina Grande – UFCG)

## DEDICATÓRIA

*Dedico à minha família que tornaram mais uma conquista possível e em especial minha mãe Josefa Pereira de Sousa e meu pai Emerson de Sena Rodrigues, por todo o apoio, por sempre terem acreditado em todas as minhas vitórias e por sempre me incentivar e nunca deixarem desistir desse sonho.*

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço,

Inicialmente quero agradecer a Deus por cada conquista da minha vida e por min permitir ter o dom da vida e desfrutar das inúmeras oportunidades que surgem, pela melhor família que alguém poderia ter e por permitir construir a minha própria família, com minha esposa Eliana e meu filho Pietro. E pelo amor que tem por mim, que é muito especial para que eu conseguisse chegar até essa grande vitória, por ter me dado inteligência, saúde, felicidade, discernimento e ter me fortalecido em cada momento de dificuldades que tive, para que eu não desistisse e concluísse mais uma vitória na minha vida.

Agradeço principalmente minha família minha Mãe (Brena), meu pai (Messi), meus irmãos (Marcelo e Emerson), minha avó (Riso), meu avô (Vicente), sem o apoio e o encorajamento dessas pessoas nada disso seria possível.

A meus orientadores professor Dr. Kilson Pinheiro Lopes e professora Dra. Lauriane Almeida dos Anjos Soares, visto que me deram todo o apoio que precisei para alcançar esse grande objetivo durante essa jornada.

Ao Programa de Educação Tutorial – MEC – Ministério da Educação e ao FNDE, pelo auxílio financeiro que possibilitou a realização desse trabalho, além das inúmeras publicações, eventos, encontros, atividades de ensino, pesquisa e extensão que esse programa permitiu, sento fundamental para minha carreira acadêmica. E agradeço a cada companheiro e integrante pertencente a essa grande família que é o PET-agronomia da UFCG-CCTA.

Assim como a todos os professores do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), que tonaram minha formação possível e é com muita satisfação que os agradeço.

A todos os amigos e profissionais de todo o Campus do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, que fazem toda a instituição funcionar

Portanto, agradeço aqueles que diretamente ou indiretamente contribuíram com minha formação em agronomia pela UFCG.

**Muito Obrigado!**

RODRIGUES, A. C. de. S. **Pré-exposição ao peróxido de hidrogênio na tolerância de mudas de goiabeira ao estresse salino**. 2023. 46p. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciência e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

A região Nordeste do Brasil, é a maior produtora de goiabeira e possui grande importância socioeconômica, contudo a salinidade da água tem sido uma das restrições na produção de frutos. No entanto, estratégias de manejo podem ser adotadas para atenuar o estresse salino, dentre elas a aplicação exógena do peróxido de hidrogênio em baixas concentrações pode minimizar os efeitos deletérios dos sais sobre as plantas. Neste sentido, o objetivo deste estudo foi verificar se a pré-exposição, através da embebição de sementes em peróxido de hidrogênio, resulta na aclimação de mudas de goiabeira 'Paluma' ao estresse salino. A pesquisa foi realizada em casa-de-vegetação, pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande (CCTA/UFCG), localizada na cidade de Pombal, PB. O delineamento utilizado foi de blocos casualizados em arranjo fatorial  $5 \times 3$ , com cinco níveis de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>) e três concentrações de peróxido de hidrogênio - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 25 e 50 µM), com quatro repetições e cinco plantas por parcela. A salinidade da água a partir de 0,3 dS m<sup>-1</sup> promoveu decréscimo no crescimento, no conteúdo relativo de água, nos pigmentos fotossintetizantes, na fitomassa seca, no índice de qualidade de Dickson e aumenta o déficit de saturação hídrica das mudas de goiabeira 'Paluma' aos 110 dias após a semeadura. O peróxido de hidrogênio na concentração de 25 µM aumenta o índice de velocidade de emergência das mudas de goiabeira 'Paluma' aos 110 após a semeadura. Os efeitos deletérios do estresse salino sobre os teores de carotenoides, clorofila a e clorofila b, não foram atenuados pela aplicação do peróxido de hidrogênio.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava* L., salinidade, mitigação, fruticultura.

RODRIGUES, A. C. de. S. **Pre-exposure to hydrogen peroxide on the tolerance of guava seedlings to saline stress**. 2023. 46p. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Agrifood Science and Technology. Pombal, PB.

### **ABSTRACT**

The Northeast region of Brazil is the largest producer of guava tree and has great socioeconomic importance, however the salinity of the water has been one of the restrictions on fruits production. However, management strategies can be adopted in order to attenuate salt stress, among them the exogenous application of hydrogen peroxide at low concentrations can minimize the deleterious effects of salts about plants. In this sense, the objective of this study was to verify whether the pre-exposure, through soaking of seeds to hydrogen peroxide, results in the acclimatization of 'Paluma' guava seedlings to saline stress. The research was carried out in a greenhouse, belonging to the Center for Science and Agro-Food Technology of the Federal University of Campina Grande (CCTA/UFCG), located in the city of Pombal, PB. The design used was randomized blocks in a 5 × 3 factorial arrangement, with five levels of electrical conductivity of irrigation water - ECa (0.3; 1.1; 1.9; 2.7 and 3.5 dS m<sup>-1</sup>) and three concentrations of hydrogen peroxide - H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0, 25 and 50 μM), with four replications and five plants per plot. Water salinity from 0.3 dS m<sup>-1</sup> promoted a decrease in growth, relative water content, photosynthetic pigments, dry phytomass, Dickson's quality index and increased the water saturation deficit of guava seedlings 'Paluma' at 110 days after sowing. hydrogen peroxide at a concentration of 25 μM increases the emergence speed index of 'Paluma' guava seedlings at 110 after sowing. The deleterious effects of saline stress on carotenoids, chlorophyll a and chlorophyll b contents were not attenuated by the application of hydrogen peroxide.

**Keywords:** *Psidium guajava* L., salinity, mitigation, fruit growing.



## LISTA DE TABELAS

	Pág.
<b>Tabela 1</b> Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento..	12
<b>Tabela 2</b> Resumo da análise de variância para o índice de velocidade de emergência (IVE), número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) das mudas de goiabeira 'Paluma' submetidas a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 110 dias após a semeadura.....	16
<b>Tabela 3</b> Resumo da análise de variância para a clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), carotenóides (Car), conteúdo relativo de água (CRA) e déficit de saturação hídrica (DSH) das mudas de goiabeira 'Paluma' submetidas a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 110 dias após a semeadura.....	20
<b>Tabela 4</b> Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes (CR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca das raízes (FSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de goiabeira 'Paluma' submetidas a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 110 dias após a semeadura.....	23

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar média observadas durante o período de experimento.....	10
<b>Figura 2</b> Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de goiabeira ‘Paluma’ em função das concentrações de peróxido de hidrogênio aos 110 DAS.....	17
<b>Figura 3</b> Número de folhas (A), área foliar (B), altura de plantas (C) e diâmetro de caule (D) de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água – CEa, aos 110 dias após a semeadura.....	18
<b>Figura 4</b> Teores de clorofila a (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação e carotenoides - Car (B) em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e peróxido de hidrogênio, de mudas de goiabeira aos 110 dias após a semeadura.....	21
<b>Figura 5</b> Conteúdo relativo de água (A) e déficit de saturação hídrica (B) de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa, aos 110 dias após a semeadura.....	22
<b>Figura 6</b> Figura 6. Comprimento da raiz (A), fitomassa seca da parte aérea - FSPA (B) e fitomassa seca da raiz - FSR (C) de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água – CEa, aos 110 dias após a semeadura.....	24
<b>Figura 7</b> Índice de qualidade de Dickson - IQD de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água - CEa (A) e concentrações de peróxido de hidrogênio (B), aos 110 dias após a semeadura.....	25

## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT</b> .....	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	<b>1</b>
<b>2. OBJETIVOS</b> .....	<b>3</b>
2.1 Geral .....	3
2.2 Específicos .....	3
<b>3. REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	<b>4</b>
3.1. Aspectos gerais da goiabeira.....	4
3.2. Qualidade da água de irrigação do Semiárido brasileiro .....	5
3.3. Efeitos da salinidade em goiabeira .....	6
3.4. Peróxido de hidrogênio na mitigação do estresse salino .....	8
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>10</b>
4.1 Localização.....	10
4.2. Delineamento estatístico e tratamentos.....	10
4.3 Instalação e condução do experimento .....	11
4.4. Preparo das águas salinas e irrigação.....	12
4.6. Variáveis analisadas .....	13
4.6.1 Emergência .....	13
4.6.2 Crescimento .....	13
4.6.3 Parâmetros fisiológicos .....	14
4.6.4 Produção de fitomassa e qualidade das mudas.....	15
4.7 Análises dos dados.....	15
<b>6. RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>16</b>
<b>7. CONCLUSÃO</b> .....	<b>26</b>
<b>8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA</b> .....	<b>27</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.), pertencente à família Myrtaceae é uma fruteira amplamente cultivada em países tropical e subtropical (BRAGA et al., 2016). A goiaba pode ser consumida *in natura* ou processada na forma de polpa, doces, sucos, geleias, sorvetes e outros, sendo uma importante fonte de vitamina C; vitaminas A e do grupo B, altos teores de açúcar e nutrientes (MOREIRA; LIMA, 2010). Em termos de área plantada ou destinada a colheita o Brasil em 2021, obteve grande destaque com 22.353 mil hectares de área plantada, sendo colhido 22.137 mil hectares (IBGE, 2021).

A produção de goiabeira a nível nacional, corresponde a 552.393 mil toneladas no ano de 2021 e a produtividade média do Brasil de 24.953 kg/ha, com destaque para região Nordeste e Sudeste com rendimento médio da produção, respectivamente 26.825 e 25.019 kg/há. Dessa forma, pode-se afirmar que o Nordeste brasileiro possui a maior produtividade nacional (IBGE, 2021).

O Nordeste brasileiro é responsável por 10.557 hectares de área plantada ou destinada a colheita de goiaba, com um quantitativo produzido de 281.364 mil toneladas e a Paraíba produziu 2.366 mil toneladas em 330 hectares (IBGE, 2021). Entretanto, a região semiárida do Nordeste brasileiro é caracterizada por distribuição irregular de chuvas, baixas precipitações e elevada evaporações, sendo considerado um dos fatores que contribuem com o acúmulo de sais no solo, comprometendo o crescimento e desenvolvimentos das plantas, o que dificulta a expansão de áreas de cultivo (FREIRE et al., 2014). Aliado a isto, os agricultores da região fazem uso da água para a irrigação proveniente de poços que em geral boa parte contém elevados teores de sais, contribuindo diretamente para o agravamento da situação da salinidade, resultando em baixas produtividades de várias culturas (SILVA et al., 2015).

O excesso de sais no solo reduz a disponibilidade hídrica para as plantas, devido à redução no potencial osmótico da solução do solo, a toxicidade específica e o desequilíbrio nutricional, induzindo modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas (BONIFÁCIO et al., 2018). Outros efeitos negativos decorrentes da salinidade são o fechamento dos estômatos, danos ao aparato fotossintético, inibição da síntese de clorofila, estresse oxidativo, entre outros (PARIDA; DAS, 2005).

Diante desse cenário se faz necessário o uso de estratégias que minimizem os efeitos do estresse salino. Dessa forma, o uso do peróxido de hidrogênio  $H_2O_2$  de forma exógena na embebição das sementes e em baixas concentrações, pode contribuir para melhoria da capacidade do sistema antioxidante das plantas, atuando sobre as espécies reativas de oxigênio neutralizando a ação ou prevenindo a sua geração, causando menores danos celulares (SILVA et al., 2016; SILVA et al., 2019).

Pesquisas avaliando o efeito mitigador do peróxido de hidrogênio em culturas sob estresse salino vêm sendo desenvolvidas em feijão-de-corda, a concentração de 0,5 mM promoveu maior desempenho fisiológico da planta aos 45 dias após a semeadura (DAS) das plantas quando pulverizado com  $H_2O_2$  aos 29 DAS nas folhas. (HASAN et al., 2016).

O peróxido de hidrogênio nas concentrações de 25 e 50  $\mu$ M atenuou os efeitos deletérios da salinidade da água sobre a condutância estomática, taxa de assimilação de  $CO_2$ , clorofila a, clorofila b e carotenoides, sendo a concentração de 25  $\mu$ M a mais eficiente na cultura da gravioleira (SILVA et al., 2019), constatando a diminuição do efeito do estresse salino. Contudo, essas pesquisas se limitam a pontuar a aplicação foliar das concentrações de peróxido de hidrogênio e não em uma determinada concentração de  $H_2O_2$  na embebição de sementes goiabeira. Dessa forma, são incipientes as informações sobre os efeitos com a embebição das sementes com  $H_2O_2$  na mitigação do estresse salino na goiabeira.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Verificar se a pré-exposição, através da embebição de sementes em peróxido de hidrogênio, resulta na aclimatação de mudas de goiabeira 'Paluma' ao estresse salino.

### **2.2 Específicos**

- Avaliar os componentes de crescimento altura de planta, diâmetro do colo, número de folhas e área foliar de mudas de goiabeira 'Paluma' sob irrigação com águas salinas e concentrações de peróxido de hidrogênio;
- Calcular os teores de pigmentos fotossintéticos, o conteúdo relativo de água e o déficit de saturação hídrica de mudas de goiabeira 'Paluma' cultivadas sob diferentes níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e embebição das sementes com peróxido de hidrogênio;
- Quantificar o acúmulo de fitomassa das mudas submetidas aos efeitos deletérios ocasionados pela salinidade da água de irrigação na formação mudas de goiabeira 'Paluma';
- Determinar a qualidade das mudas através do Índice de Qualidade de Dickson e Índice de Velocidade de Emergência de mudas de goiabeira.

### 3. REFERENCIAL TEÓRICO

#### 3.1. Aspectos gerais da goiabeira

A cultura da goiaba (*Psidium guajava* L.) tem como centro de origem o continente americano, especialmente de regiões tropicas entre o Sul do México e Norte da América do Sul, regiões estas onde ainda é possível encontrar espécies em seu estado silvestre (BELARMINO, 2014).

A goiaba pode ser classificada botanicamente, como pertencente a família Myrtaceae, gênero *Psidium* e espécie *Psidium guajava* L. A família Myrtaceae possui 102 gêneros e 3.024 espécies conhecidas de acordo com a literatura. É importante destacar ainda que das várias espécies do gênero *Psidium*, a goiabeira é a mais relevante dentro da família Myrtaceae (MANICA et al., 2001). Além dessas, características a goiabeira possui um fruto do tipo baga, inflorescência dicásio, sementes duras, pequenas, cor esbranquiçada tendendo ao marrom, um pouco achatada, 3 a 5 mm de comprimento e largura de 2 a 3 mm (MANICA et al., 2001).

O caule da planta atinge de 3 a 5 metros de altura, as folhas mais velhas possuem pecíolo arredondado, com cor verde-amarelo, 5 a 18 cm de comprimento e de 3,5 a 6,5 cm de largura, formato oval, oblonga ou elíptica. A brotação é iniciada no período das chuvas. Seu florescimento ocorre a partir do mês de outubro, as flores são brancas, fruto do tipo baga chegando a pesar entre 42 a 280 g, já com a aplicação de tratos culturais de podas e raleio o fruto pode chegar a 720 g por unidade (MANICA et al., 2000)

A fruticultura no Brasil é altamente lucrativa e possui uma grande importância social para os pequenos produtores e comunidades. Destacando-se a goiabeira visto que também possui uma posição de destaque socioeconômica, uma vez que o território brasileiro é considerado o terceiro maior produtores de goiaba do mundo com uma produção estimada em cerca de 40 milhões de toneladas em 22 mil hectares cultivados em 2019, sendo possível perceber a relevância dessa cultura para economia do país (MAIORANO, 2022). As regiões mais produtoras são o Sudeste e Nordeste, principalmente os estados de São Paulo, Pernambuco, Minas Gerais e Bahia, com uma produção de 80% desse valor (CASTRO, 2020).

Em 2021, os Estados de Pernambuco, Bahia e Ceará, produziram 267.652 toneladas de frutos, com rendimento médio de 29.402 kg ha<sup>1</sup>, sendo considerada a

principal região produtora de goiaba vermelha. Dessa forma, percebemos o grande potencial que essa cultura possui e sua relevância socioeconômica (IBGE, 2021).

A goiabeira 'Paluma' é a mais explorada pelos agricultores pelo seu grande potencial e suas propriedades organolépticas, além da grande importância econômica da cultura na geração de renda, sendo a preferida pelos consumidores, tanto no mercado interno como no externo (OLIVEIRA et al., 2015). Também é uma cultivar bastante vigorosa resistente às pragas e doenças, como a ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.). Os frutos atingem entre 140 a 250 g mesmo sem as plantas terem passado por desbaste. E com tratamentos culturais como raleio pode atingir 510 g, também é caracterizado pelo formato piriforme, casca lisa, a polpa é vermelha bastante espessa e possui sabor agradável (MANICA et al., 2001).

Para plantas em formação, os estudos de Rozane (2008) evidenciaram que o acúmulo de nutrientes ajusta-se adequadamente ao modelo exponencial, e que as maiores exigências nessa etapa são de Ca, K e N. obedecem à seguinte ordem decrescente: N>K>P. Na literatura nacional, Brasil (BRASIL SOBRINHO et al. 1961). Para Rozane (2009), a goiabeira é muito exigente quanto a condições hídricas, com um desenvolvimento satisfatório em regiões onde a precipitação pluvial anual estiver entorno de 1000 mm e temperatura anual entre 18 e 25°C. A propagação da goiabeira ocorre tanto de forma sexuada como de forma assexuada (MANICA et al., 2000).

### **3.2. Qualidade da água de irrigação do Semiárido brasileiro**

A região semiárida brasileira engloba os Estados da Bahia, Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Rio Grande do Norte, Ceará, Piauí, uma parte do sudeste do Maranhão e o norte de Minas Gerais (SOUZA et al., 2016).

O semiárido é caracterizado por estiagens frequentes, baixas precipitações, elevadas temperaturas, baixa umidade e chuvas irregulares, sendo fatores que podem limitar a produção agrícola na região. Além disso, nos últimos anos vem ocorrendo cada vez mais a redução da disponibilidade de água de baixa condutividade elétrica (CARVALHO et al., 2017).

A preocupação com os recursos hídricos não é algo recente, visto que a água é um recurso limitado. A cada dia a demanda é cada vez maior ocasionado pelo crescimento da população, indústria, energia e setor agrícola. Por isso, deve-se melhorar e investir em tecnologia (SILVA et al., 2017). A necessidade de investir em técnicas e tecnologia como o uso de água salina para produção agrícola é observada



por si tratar de algo limitado no planeta. Segundo o relatório da Agência Nacional de Água, 48 milhões de pessoas, foram afetadas por secas entre 2013 e 2016, com severos danos principalmente na agricultura e pecuária, levando essas pessoas até mesmo a passar fome (ANA, 2017).

As águas do semiárido brasileiro possuem condutividade elétrica em torno de  $1,5 \text{ dS m}^{-1}$ , comprometendo a produção agrícola, por conta das alterações morfológica, fisiológica e bioquímicas, comprometendo a qualidade de toda a produção de frutos das propriedades que sofrem com esse problema, além de várias outras culturas cultiváveis (NEVES et al., 2009; DIAS et al., 2011; FREIRE et al., 2014).

Em geral boa parte das águas provenientes de poços de algumas áreas do semiárido brasileiro apresenta classificação C3S2 (35%), o que é muito preocupante, visto que esta classe indica alto grau de salinidade e teores médios de sódio (RICHARDS, 1954). As propriedades químicas da água subterrânea são resultantes do meio pelo qual percola no perfil do solo. Além disso, é importante destacar que a qualidade da água subterrânea depende das rochas que a armazenam, depende também das ações antropogênicas diversas, como agricultura, descarte de resíduos urbanos e industriais, adubações elevadas, entre outras fontes poluidoras (LIMA et al., 2020).

Em termos de qualidade da água, pode-se afirmar que depende diretamente de alguns fatores, tais como: zona climática, percurso anterior da água, fonte de água, da geologia e do desenvolvimento da irrigação. Além disso, a qualidade da água de irrigação pode variar segundo o tipo de sais dissolvidos (NETO et al., 2016). Um dos principais cátions responsável pelo aumento da salinidade nas águas naturais do ponto de vista catiônica é o  $\text{Na}^+$ , assim como uma forte correlação entre o  $\text{Na}^+$  e o  $\text{Cl}^-$ . Além da presença de feldspatóides, feldspato e plagioclásios (CETESB, 2019).

### **3.3. Efeitos da salinidade em goiabeira**

O problema com a elevada condutividade elétrica do solo e da água do Nordeste brasileiro, deve-se as baixas precipitações, elevadas evaporações e irregularidade de chuvas e uso constante de águas subterrâneas, assim como outros fatores antrópicos, sendo considerados fatores que limitam a produção de goiabeira da região. Além disso, o agricultor para garantir sua produção acaba utilizando constantemente água de poços que na grande maioria possuem elevadas

condutividade elétrica, contribuindo ainda mais com o acúmulo de sais (SANTOS et al., 2018; LIMA et al., 2016).

O excesso de sais, tanto na água como no solo provoca a redução do desempenho fisiológico das plantas, uma vez que causa efeitos deletérios, por exemplo, o efeito osmótico, toxidez de íons e desbalanço nutricional das culturas (BONIFÁCIO et al., 2018). Os principais problemas fisiológicos gerados pelo excesso de sais, com a diminuição da atividade estomática, ou seja, redução da abertura dos estômatos para evitar perdas de água, comprometendo diretamente a fotossíntese e também a transpiração da planta, além disso, a nutrição da cultura é totalmente afetada (OLIVEIRA et al., 2017; SOUZA et al., 2018).

De acordo com Freire et al. (2010), a salinidade afeta a pressão de turgescência nas células das plantas, por consequência da redução do conteúdo de água presente nos tecidos, acarretando em um declínio na expansão da parede celular, causando assim um menor crescimento das plantas.

A irrigação com água salina provoca o processo de salinização do solo, levando a redução do potencial osmótico, conseqüentemente, reduz a capacidade da planta de absorver água, provocando inúmeros distúrbios morfológicos, estruturais e metabólicos, afetando o crescimento e produção das culturas (MEDEIROS et al., 2010; BEZERRA et al., 2016). A goiabeira é uma espécie muito sensível à salinidade, com reduções na produção a partir da condutividade elétrica da água de  $0,8 \text{ dS m}^{-1}$  (TÁVORA et al., 2001).

A salinidade é um fator que leva a planta ao estresse, através de dois componentes principais: o componente osmótico e o iônico, levando a goiabeira a um déficit hídrico, por conta da redução do potencial osmótico e pela elevada concentração de  $\text{Na}^+$  e  $\text{Cl}^-$ , além de alterações nos valores da relação  $\text{K}^+/\text{Na}^+$  (WILLADINO; CAMARA, 2010).

A cultura da goiabeira é considerada uma espécie muito sensível à salinidade, uma vez que ocorre redução na produtividade, redução no desempenho fisiológico, metabólico e estrutural da cultura quando submetida a condutividade elétrica da água de irrigação superior  $0,8 \text{ dS m}^{-1}$  da água de irrigação (CAVALCANTE et al., 2005; TÁVORA et al., 2001). No entanto, com a diversidade de material genético, ou seja, de espécies e condições de cultivo distintas, a sensibilidade à salinidade pode variar em função dessas condições (PARIDA; DAS, 2005).

Em função desses fatores o cultivo e produção de mudas de goiabeira irrigada, na região semiárida do Nordeste, é muito dependente do uso de novas técnicas que possam possibilitar o manejo do solo e da água com problemas do excesso de sais presentes, além disso, a região Nordeste é muito deficiente em termos de investimento em tecnologia (CAVALCANTE et al., 2010).

Segundo estudos de Souza et al. (2017) em porta-enxerto de goiabeira submetido a irrigação com condutividade elétrica da água de irrigação acima de 0,3 dS m<sup>-1</sup> afetam negativamente as taxas de crescimento absoluto do diâmetro do caule, fitomassa seca da parte aérea, relação raiz/parte aérea e índice de qualidade de Dickson. Dessa forma, a salinidade é um dos fatores que afeta negativamente o desempenho fisiológico, morfológico e estrutural de mudas de goiabeira.

#### **3.4. Peróxido de hidrogênio na mitigação do estresse salino**

O manejo da água de irrigação é indispensável, considerando que o uso de água com nível elevados de sais usados na agricultura irrigada é cada vez mais frequente, conseqüentemente, existe a necessidade de reduzir esse impacto, através de técnicas que promovam a tolerância ao estresse salino, dentre elas a aplicação exógena de peróxido de hidrogênio em baixas concentrações, que é capaz de mitigar os efeitos da salinidade da água de irrigação. Por ser uma das espécies reativas de oxigênio (EROs) mais estáveis, e segundo estudos as EROs são moléculas sinalizadoras em baixas concentrações, atuando de forma positiva em baixas condutividades elétricas da água de irrigação e sendo tóxica em altas concentrações (NEILL et al., 2002; UCHIDA et al., 2002; GECHEV et al., 2006).

Outro fator benéfico do peróxido de hidrogênio é a capacidade de produzir O<sub>2</sub> na respiração mitocondrial e atividade metabólica, quando em concentrações adequadas. Além de ser capaz de quebrar a dormência da semente, assim como decompositor de inibidores germinativos (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2017). Também é capaz de promover o maior acúmulo de proteínas e carboidratos solúveis, sendo um fator crucial para a regulação do potencial osmótico da planta em condição de estresse salino, visto que tem ação de soluto orgânico, melhorando assim a absorção da água disponível mesmo tendo condutividade elétrica elevada (CARVALHO et al., 2011).

Em condições de estresse a planta quando submetida a baixas concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, é capaz de sinalizar moléculas e tolerar o estresse salino. Sendo de fundamental importância no desenvolvimento, crescimento e até mesmo germinação

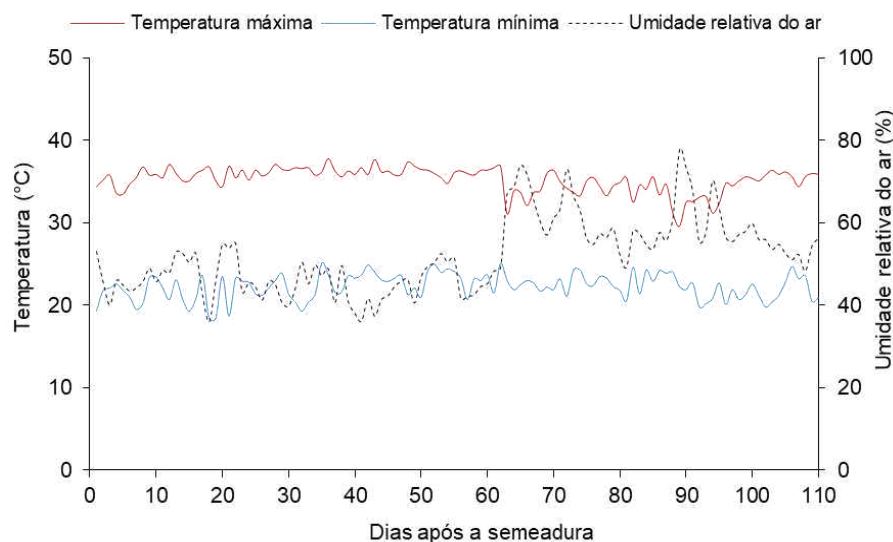
das sementes, também evidenciaram resultados positivos no desenvolvimento radicular e regulação da abertura dos estômatos em plantas submetidas a concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (GE et al., 2015; HERNÁNDEZ et al., 2002; BARBA-ESPÍN et al., 2011).

Silva et al. (2019), constataram que concentrações baixas de 25 e 50 µM, o emprego do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, é capaz de atenuar o efeito da salinidade na cultura da graviola. Dantas et al. (2021), também observaram efeitos benéficos do H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> na concentração de 40 µM em plantas de abobrinha (*Cucurbita pepo*) submetidas ao estresse salino 2,1 a 5,1 dS m<sup>-1</sup>. Em outras espécies tais como milho a 2 dS m<sup>-1</sup> e arroz a 100 µM de NaCl, submetidas a baixas aplicações de peróxido de hidrogênio também reduziu os efeitos da salinidade (CARVALHO et al., 2011; SILVA et al., 2016).

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização

A pesquisa foi desenvolvida em casa de vegetação no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, localizado no município de Pombal, Paraíba, nas coordenadas geográficas 6°47'20" S e 37°48'01" W, a uma altitude de 184 m. Os dados de temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar da parte interna da casa-de-vegetação obtidos durante o período da condução do experimento estão dispostos na (Figura 1) disponível em (INMET, 2023).



**Figura 1.** Temperatura do ar (máxima e mínima) e umidade relativa do ar média observadas durante o período de experimento.

### 4.2. Delineamento estatístico e tratamentos

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema fatorial  $5 \times 3$ , referentes a cinco condutividades elétricas da água de irrigação - CEa (0,3; 1,1; 1,9; 2,7 e 3,5  $\text{dS m}^{-1}$ ) e três concentrações do peróxido de hidrogênio -  $\text{H}_2\text{O}_2$  (0, 25 e 50  $\mu\text{M}$ ) na embebição das sementes, com quatro repetições e cinco plantas por parcela, totalizando 300 plantas. A salinos utilizados no experimento foram baseados em pesquisa desenvolvida por Bonifácio et al. (2018). Já as concentrações de peróxido de hidrogênio foram estabelecidas a partir do estudo de Silva et al. (2018).

### 4.3 Instalação e condução do experimento

As sementes de goiabeira 'Paluma' foram adquiridas do pomar de goiabeira no setor de fruticultura da Fazenda experimental do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) no Campus de Pombal pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG). Essa cultivar foi escolhida por ser vigorosa e com tolerância a pragas e doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.) (MANICA et al., 2001).

Previamente a semeadura, as sementes de goiabeira foram embebidas nas concentrações de 0, 25 e 50  $\mu\text{M}$  de  $\text{H}_2\text{O}_2$  por um período de 24 h no escuro em béqueres envolvidos por papel alumínio em condições de BOD (Demanda Biológica de Oxigênio), a uma temperatura de 25 °C. O tempo de embebição foi estabelecido com base no estudo desenvolvido por Silva et al. (2019), sendo a concentração obtida por diluição de  $\text{H}_2\text{O}_2$  em água destilada, logo após a preparação foi armazenada em um ambiente escuro.

A semeadura foi realizada em sacolas plásticas com dimensões 10 x 18 cm, sendo preenchidas com 0,5 kg de substrato na proporção de 2:1 (em base de volume), de solo e esterco bovino, semeadas 4 sementes por sacola. As sacolas foram apoiadas em bancadas de tijolos a uma altura de 0,3 m do solo. No preenchimento das sacolas foi utilizado um solo de textura franco-arenosa e o esterco de gado curtido, coletado na profundidade de 0,30 cm, proveniente de uma área agrícola do município de Pombal-PB, que foi previamente seco ao ar, destorroado e passado em peneira de malha de 2 mm, cujos valores dos atributos físico-hídricos e químicos estão na (Tabela 1).

**Tabela 1.** Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.

Características químicas								
pH H <sub>2</sub> O) (1:2,5)	M.O. g kg <sup>-1</sup>	P (mg kg <sup>-1</sup> )	K <sup>+</sup>	Na <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H <sup>+</sup>
						cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>		
5,58	2,93	39,2	0,23	1,64	9,07	2,78	0,0	8,61
Características químicas				Características físicas				
CE <sub>es</sub>	CTC	RAS	PST	Fração granulométrica (g kg <sup>-1</sup> )			Umidade (dag kg <sup>-1</sup> )	
(dS m <sup>-1</sup> )	cmol <sub>c</sub> kg <sup>-1</sup>	(mmol L <sup>-1</sup> ) <sup>0,5</sup>	%	Areia	Silte	Argila	33,42	1519,5
2,15	22,33	0,67	7,34	572,7	100,7	326,6	25,91	12,96

pH – Potencial hidrogeniônico, M.O – Matéria orgânica: Digestão Úmida Walkley-Black; Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> extraídos com KCl 1 M pH 7,0; Na<sup>+</sup> e K<sup>+</sup> extraídos utilizando-se NH<sub>4</sub>OAc 1 M pH 7,0; Al<sup>3+</sup>+H<sup>+</sup> extraídos utilizando-se CaOAc 0,5 M pH 7,0; CE<sub>es</sub> - Condutividade elétrica do extrato de saturação; CTC - Capacidade de troca catiônica; RAS - Relação de adsorção de sódio do extrato de saturação; PST - Percentagem de sódio trocável; <sup>1,2</sup> referindo à capacidade de campo e ponto de murchamento permanente.

A emergência das plântulas teve início aos 13 dias após a semeadura (DAS), após o estabelecimento da emergência, foi realizado o desbaste aos 60 DAS, deixando-se apenas uma planta por sacola. A partir dos 60 DAS em intervalos de 15 dias iniciou-se a adubação com nitrogênio, fósforo e potássio conforme recomendação de Novais et al. (1991), sendo aplicado o equivalente a 100, 300 e 150 mg kg<sup>-1</sup> de solo de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e K<sub>2</sub>O, respectivamente, via fertirrigação, sendo a solução preparada em água de abastecimento (0,3 dS m<sup>-1</sup>) e divididas em três aplicações. Como fonte de macronutrientes utilizou-se Ureia para nitrogênio, MAP para fósforo e complementar de nitrogênio e cloreto de potássio (K<sub>2</sub>O) como fonte de potássio.

#### 4.4. Preparo das águas salinas e irrigação

O armazenamento da água com cada nível de salinidade, foi em tambores com capacidade para 100 L por unidade, ou seja, cada tambor continha um nível de salinidade. E no momento da irrigação procedia-se com a aplicado nos devidos tratamentos específicos ao nível salino.

As águas de irrigação com diferentes condutividades elétricas foram preparadas dissolvendo-se NaCl em água de abastecimento local (CE<sub>a</sub>= 0,3 dS m<sup>-1</sup>). As quantidades do sal foram determinada considerando a relação entre a CE<sub>a</sub> e a concentração de sais C (mmol<sub>c</sub> L<sup>-1</sup>) ≈ 10 × CE<sub>a</sub>, conforme Richards (1954).

Os tratamentos salinos começaram a ser aplicados aos 60 DAS e as irrigações com as águas salinas foram realizados de acordo com o tratamento, baseado no requerimento de água da cultura, determinado pela diferença entre o volume aplicado e o volume drenado a cada 20 dias, mantendo o solo sempre próximo a capacidade

de campo, utilizando-se a Eq. 1. As irrigações foram realizadas diariamente, sempre as 17:00 horas, evitando assim uma maior perda do volume aplicado por evaporação.

$$VI = \frac{(Va - Vd)}{(1 - FL)} \quad (1)$$

Em que:

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

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

Vd - volume drenado (mL); e,

FL = fração de lixiviação de 0,10, aplicada a cada 20 dias.

#### **4.6. Variáveis analisadas**

##### **4.6.1 Emergência**

Para o índice de velocidade de emergência, foi considerado apenas o fator concentrações de peróxido de hidrogênio, pois não havia iniciado a aplicação dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação. Determinando-se diariamente o número de plântulas emergidas do 13º ao 33º dia. Com os dados diários do número de plântulas normais, foi calculado o índice de velocidade de emergência (IVE) empregando-se a Equação descrita por Maguire (1962). Quanto maior o IVE, maior o vigor das sementes.

$$IVE = \frac{G1}{N1} + \frac{G2}{N2} + \dots + \frac{Gn}{Nn} \quad (2)$$

Em que:

IVE = Índice de velocidade de emergência, G1, G2,...Gn = número de sementes emergidas, contabilizadas na primeira, segunda,... e última contagem, N1, N2,...Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda,..., última contagem.

##### **4.6.2 Crescimento**

Aos 110 DAS, foram realizadas as avaliações de crescimento pelo número de folhas (NF), altura de plantas (AP) com auxílio de régua; o diâmetro do caule (DC) utilizando-se de um paquímetro digital; e a área foliar (AF). A área foliar foi obtida segundo metodologia de Lima et al. (2012), conforme a Eq. 3:

$$AF = \sum 0,3205 \times C^{2,0412} \quad (3)$$

Em que:

AF= área foliar total (cm<sup>2</sup>);

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



### 4.6.3 Parâmetros fisiológicos

#### a) Determinação do estado hídrico foliar

A avaliação do estado hídrico da goiabeira foi feita aos 110 DAS utilizando três folhas totalmente expandidas para retirada dos discos foliares para a determinação do conteúdo relativo de água (CRA) no limbo e o déficit de saturação hídrica nas folhas (DSH), coletados e pesados em balança analítica discos foliares (113 mm<sup>2</sup>). Para isso, imediatamente após a coleta das folhas, determinou-se a massa fresca (MF); em seguida, as amostras foram colocadas em sacos plásticos, imersas em água destilada e acondicionadas por 24 horas. Depois, foi retirado o excesso de água com papel toalha, obtendo-se a massa túrgida (MT); posteriormente, as amostras foram levadas à estufa com circulação de ar (temperatura ≈ 65 °C ± 3 °C, até atingir massa constante) para obtenção da massa seca (MS). A obtenção do CRA e do déficit de saturação hídrica (DSH) foi feita conforme Smart e Bingham, (1974) e Lima et al. (2015), pelas Eq. 3 e 4, respectivamente.

$$CRA = \frac{M_f - M_s}{M_t - M_s} \times 100 \quad (4)$$

$$DSH = \frac{M_t - M_f}{M_t - M_s} \times 100 \quad (5)$$

Em que:

CRA = teor relativo de água (%);

DSH = déficit de saturação hídrica (%);

MF= massa fresca de folha (g);

MT= massa túrgida (g);

MS = massa seca (g).

#### b) Pigmentos fotossintetizantes

Imediatamente após as determinações do estado hídrico, foram coletadas amostras foliares na parte central do limbo para quantificação dos teores de clorofila *a*, clorofila *b*, clorofila total e carotenóides, conforme método analítico recomendado por Arnos (1949), por meio de amostras de cinco discos do limbo da 3<sup>a</sup> folha madura a partir do ápice. A partir dos extratos, foram determinadas as concentrações em solução de acetona 80%, utilizando um espectrofotômetro de absorção nos comprimentos de absorbância de 470, 646 e 663 nm, conforme as Eq. 6, 7 e 8, respectivamente:

$$\text{Clorofila } a \text{ (Cl } a) = (12,25 \text{ ABS}_{663}) - (2,81 \text{ ABS}_{646}) \quad (6)$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (Cl } b) = (21,50 \text{ ABS}_{646}) - (5,10 \text{ ABS}_{663}) \quad (7)$$

$$\text{Carotenoides (Car)} = (1000 \text{ ABS470} - 1,82 \text{ Cl a} - 85,02 \text{ Cl b}) / 198 \quad (8)$$

Os valores obtidos para os teores de clorofila *a*, *b* e carotenoides nas folhas foram expressos em mg g<sup>-1</sup> MF.

#### 4.6.4 Produção de fitomassa e qualidade das mudas

Na última avaliação (110 DAS), também foram avaliados o comprimento da raiz (CR), a fitomassa seca da parte aérea (FSPA), a fitomassa seca de raízes (FSR) e o índice de qualidade de Dickson (IQD). O acúmulo de fitomassa seca de cada planta foi obtido a partir da secagem em estufa de circulação de ar forçada a uma temperatura de 65 °C, procedendo à pesagem em balança analítica com precisão de 0,001 g e resultados expressos em g por planta. O comprimento da raiz (CR), foi determinado do colo da planta até o ápice radicular utilizando régua graduada em centímetro (cm).

A qualidade das mudas foi determinada através do índice de qualidade de Dickson - IQD (DICKSON et al., 1960), de acordo com a Eq. 9:

$$\text{IQD} = (\text{FST}) / \left[ \left( \frac{\text{AP}}{\text{DC}} \right) + \left( \frac{\text{FSPA}}{\text{FSR}} \right) \right] \quad (9)$$

Em que:

IQD= índice de qualidade de Dickson;

AP = altura de plantas (cm);

DC = diâmetro do caule (mm);

FST = fitomassa seca total (g por planta);

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

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

#### 4.7 Análises dos dados

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste 'F' ( $p \leq 0,05$ ), e quando significativo foi realizada análise de regressão polinomial linear e quadrática para condutividade elétrica da água de irrigação e teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para as concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, utilizando-se o software estatístico SISVAR (FERREIRA, 2019).

## 6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (NS) sobre o número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) das mudas de goiabeira 'Paluma'. As concentrações de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) afetaram de forma significativa apenas o índice de velocidade de emergência ( $p \leq 0,05$ ). A interação entre os fatores (NS × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) não influenciou de forma significativa as variáveis avaliadas aos 110 dias após a semeadura (Tabela 2).

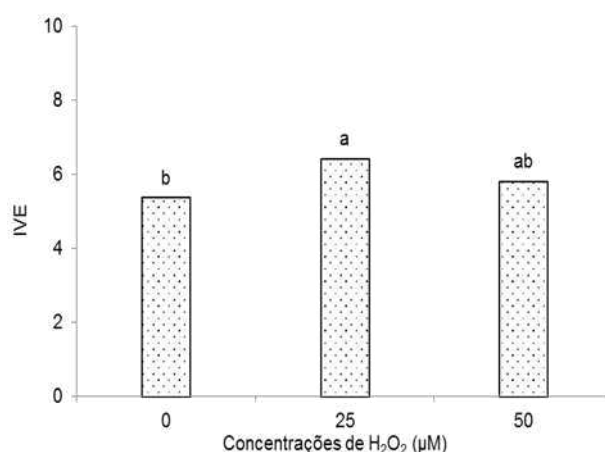
**Tabela 1:** Resumo da análise de variância para o índice de velocidade de emergência (IVE), número de folhas (NF), área foliar (AF), altura de plantas (AP) e diâmetro do caule (DC) das mudas de goiabeira 'Paluma' submetidas a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 110 dias após a semeadura.

Fontes de variação	G L	Quadrados médios				
		IVE	NF	AF	AP	DC
Níveis salinos (NS)	4	-	108447,462**	108447,462**	234,933**	1,440**
Reg. Linear	1	-	407732,079**	407732,079**	926,963**	5,334**
Reg. Quadrática	1	-	16875,021 <sup>ns</sup>	16875,021 <sup>ns</sup>	11,088 <sup>ns</sup>	0,198 <sup>ns</sup>
Peróxido de Hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	2	1,136*	4978,024 <sup>ns</sup>	4978,024 <sup>ns</sup>	5,829 <sup>ns</sup>	0,108 <sup>ns</sup>
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	8	-	4737,229 <sup>ns</sup>	4737,229 <sup>ns</sup>	2,236 <sup>ns</sup>	0,083 <sup>ns</sup>
Blocos	3	0,148 <sup>ns</sup>	12116,614 <sup>ns</sup>	12116,614 <sup>ns</sup>	45,682 <sup>ns</sup>	0,279 <sup>ns</sup>
CV (%)		8,23	24,12	24,12	11,01	8,83
Média		5,864	325,902	325,902	26,546	3,128

<sup>ns</sup>, \*, \*\* não significativos e significativo a  $p \leq 0,05$  e  $p \leq 0,01$ , respectivamente; CV= coeficiente de variação; GL = grau de liberdade.

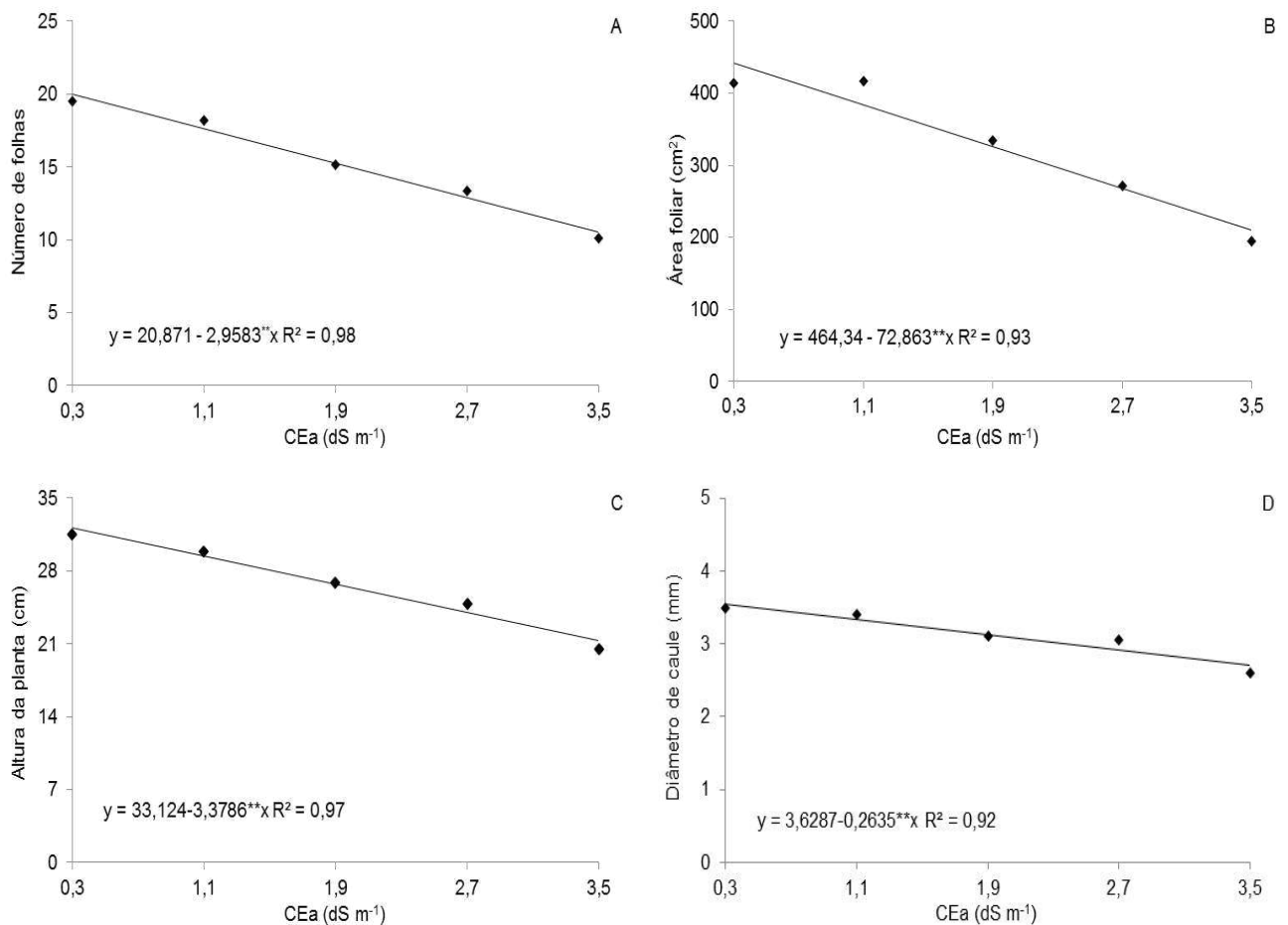
Para o índice de velocidade de emergência (IVE), verifica-se maior IVE das sementes de goiabeira 'Paluma' na concentração de 25 e 50  $\mu\text{M}$  de peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), contudo 50  $\mu\text{M}$  não diferiu de 0  $\mu\text{M}$  (Figura 2), as concentrações de 25 e 50  $\mu\text{M}$  de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, superando o IVE das sementes que não foram embebidas com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> com acréscimos de 16,53% e 7,73%, respectivamente. Segundo Klein et al. (2008), a germinação de sementes embebidas com peróxido de hidrogênio é mais rápida, visto que o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> é capaz de quebrar inibidores presentes no pericarpo das sementes, além de induzir a formação de giberelina que é um promotor germinativo e estimulante do crescimento radicular (HUARTE e GARCIA, 2009). Wojtyla et al.

(2016), destaca ainda que as moléculas reativas contribuem na mobilização de reservas, através alterações oxidativas de proteínas armazenadas nas células, onde são reconhecidas, armazenadas e mobilizadas com ação reserva e usadas no crescimento. Panngom et al. (2018) também observaram aumento da velocidade e porcentagem de germinação em sementes de coentro e cenoura embebidas em baixas concentrações de peróxido de hidrogênio (25 e 50 mM).



**Figura 2.** Índice de velocidade de emergência (IVE) de sementes de goiabeira 'Paluma' em função das concentrações de peróxido de hidrogênio aos 110 DAS.

O número de folhas da goiabeira 'Paluma' reduziu de forma linear com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 3A), com um decréscimo de 14,17% por aumento unitário da CEa, ou seja, ao se comparar o NF das plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>) com aquelas cultivadas sob o menor nível de salinidade (0,3 dS m<sup>-1</sup>), observa-se uma redução de 47,37% aos 110 dias após a semeadura. Segundo Oliveira et al. (2010), o estresse salino ocasiona alterações morfológicas e anatômicas nas plantas, sendo essas modificações resultantes da redução da transpiração e fechamento estomático devido ao efeito osmótico. Além disso, a redução em número de folhas também está ligada ao decréscimo no conteúdo relativo de água e ao aumento no déficit hídrico das mudas de goiabeira. Resultados semelhantes foram obtidos por Silva et al. (2015) com reduções no NF de porta-enxerto de goiabeira irrigadas com CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> e a menor CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>, dos 130 aos 190 DAE.



**Figura 3.** Número de folhas (A), área foliar (B), altura de plantas (C) e diâmetro de caule (D) de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água – CEa, aos 110 dias após a semeadura.

A área foliar (AF) das mudas de goiabeira ‘Paluma’ reduziu de forma linear com o aumento da salinidade da água de irrigação (Figura 3B) constatando-se um decréscimo na AF de 15,69% com um aumento unitário da CEa. Observa-se também um decréscimo na AF de 52,69% quando as plantas foram irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (424,48 cm<sup>2</sup>) quando comparadas com aquelas irrigadas com CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> (209,31 cm<sup>2</sup>), aos 110 dias após a semeadura. O aumento da salinidade da água de irrigação acarreta em uma redução da AF, por meio da redução do potencial hídrico do solo (TESTER e DAVENPORT, 2003). Influenciado também pelo decréscimo no conteúdo relativo de água e déficit hídrico. Esses resultados corroboram com os observados por Abrantes (2015) com reduções na área foliar da goiabeira submetida ao estresse salino da água de irrigação entre (0,3 e 3,5 dS m<sup>-1</sup>), aos 70 DAT.

A altura de plantas da goiabeira 'Paluma' foi reduzida de forma linear com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação (Figura 3C), sendo a redução de 10,19% por aumento unitário da CEa. Ao comparar a AP das plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>) em relação às cultivadas sob o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>), nota-se redução de 33,66% (Figura 3C). A redução em altura de plantas é ocasionada pela inibição no crescimento provocado pelo excesso de sais no solo pela contínua irrigação com água salina, provocando aumento no déficit hídrico das mudas de goiabeira, acarretando a aumento dos efeitos osmóticos e iônicos, com reflexos negativos na expansão e divisão celular das plantas (MUNNS et al., 2006). Nobre et al. (2003) também observaram reduções na altura de planta de gravioleira com o aumento da salinidade da água de irrigação entre 0,5 e 5,5 dS m<sup>-1</sup>, com decréscimo de 58,70% no maior nível de CEa.

O aumento da condutividade elétrica da água de irrigação afetou de forma negativa o diâmetro de caule da goiabeira 'Paluma' (Figura 3D), com declínio de 7,26% por aumento unitário da CEa. Ao comparar o DC das plantas irrigadas com água de maior salinidade (3,5 dS m<sup>-1</sup>) em relação às cultivadas sob o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>), nota-se redução de 23,75%. O acúmulo de sais na zona radicular da planta afeta negativamente o crescimento das plantas, por consequência do efeito osmótico da solução do solo, o que reduz a absorção de água, através da redução do potencial hídrico, ocasionando o fechamento estomático (SOUZA et al., 2016). Dessa maneira, reduz o crescimento e também a divisão celular, afetando o assim o diâmetro de caule das mudas de goiabeira. Souza et al. (2017), observaram resultados semelhantes em porta-enxerto de goiabeira com um decréscimo unitário de 5,48% com o aumento da CEa de 0,3 e 3,5 dS m<sup>-1</sup> no intervalo de 25 a 190 DAE.

Houve efeito significativo da interação entre os fatores condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio (NS × H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) sobre os carotenoides (Car) das mudas de goiabeira 'Paluma', aos 110 dias após a semeadura (Tabela 3). Observa-se também efeito significativo da condutividade elétrica da água de irrigação (NS) apenas sobre a clorofila a (Cl a), carotenóides (Car), conteúdo relativo de água (CRA), déficit de saturação hídrica (DSH) e o efeito não significativo entre os fatores sobre a clorofila b das mudas de goiabeira. Já as concentrações de peróxido de hidrogênio de forma isolada não influenciaram de forma significativa as variáveis analisadas.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para a clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), carotenóides (Car), conteúdo relativo de água (CRA) e déficit de saturação hídrica (DSH) das mudas de goiabeira ‘Paluma’ submetidas a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 110 dias após a semeadura.

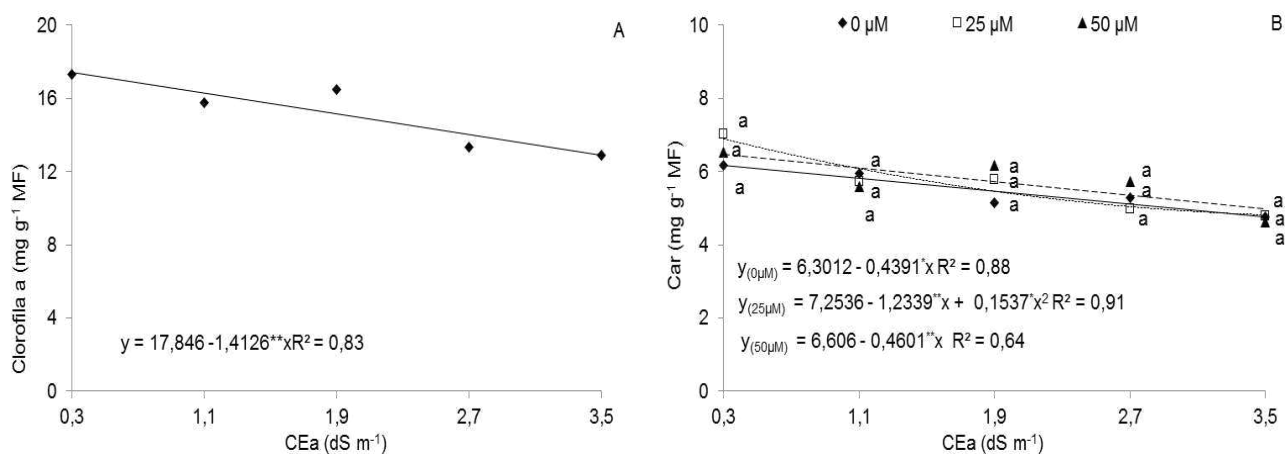
Fontes de variação	GL	Quadrados médios				
		Cl a	Cl b	Car	CRA	DSH
Níveis salinos (NS)	4	46,095**	5,810 <sup>ns</sup>	11,177**	35,230*	35,230*
Reg. Linear	1	153,250**	5,241 <sup>ns</sup>	34,400**	106,540**	106,540**
Reg. Quadrática	1	2,637 <sup>ns</sup>	3,497 <sup>ns</sup>	1,529 <sup>ns</sup>	18,887 <sup>ns</sup>	18,887 <sup>ns</sup>
Peróxido de Hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	2	6,463 <sup>ns</sup>	5,997 <sup>ns</sup>	2,327 <sup>ns</sup>	2,058 <sup>ns</sup>	2,058 <sup>ns</sup>
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	8	8,567 <sup>ns</sup>	5,312 <sup>ns</sup>	3,090*	8,000 <sup>ns</sup>	8,000 <sup>ns</sup>
Blocos	3	4,253 <sup>ns</sup>	8,371 <sup>ns</sup>	0,855 <sup>ns</sup>	0,839 <sup>ns</sup>	0,839 <sup>ns</sup>
CV (%)	-	14,90	62,86	21,56	4,33	25,13
Média	-	15,161	4,624	5,375	85,292	14,707

<sup>ns</sup>, \*, \*\*, não significativos e significativo a  $p \leq 0,05$  e  $p \leq 0,01$ , respectivamente; CV = coeficiente de variação; GL = grau de liberdade.

A salinidade da água afetou negativamente a clorofila a (Cl a) da goiabeira ‘Paluma’, aos 110 DAS. Através da equação de regressão (Figura 4A), observa-se diminuição na Cl a de 7,91% por incremento unitário da CEa. As plantas irrigadas com água de 3,5 dS m<sup>-1</sup> reduziram em 25,94% (4,52 mg g<sup>-1</sup> MF) em comparação com as cultivadas sob CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. As mudas de goiabeira submetidas à salinidade, decresceu o teor de clorofila a, o que está associado ao aumento da atividade da enzima clorofilase que degrada a clorofila (LIMA et al., 2004). Semelhante aos estudos de Lacerda et al. (2021) a salinidade da água de irrigação promoveu redução para a clorofila a com o aumento da salinidade. As plantas que receberam água de maior nível salino (3,2 dS m<sup>-1</sup>) reduziu em 22,73 %.

Verifica-se reduções nos teores de carotenoides nas plantas submetidas às concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em resposta ao incremento nas condutividades elétricas de CEa (Figura 4B), com decréscimos de 6,97 e 6,96% por incremento unitário da CEa nas plantas oriundas de sementes sem H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (0 µM) e na concentração de 50 µM, respectivamente, ou seja, as plantas quando submetidas às concentrações de 0 e 50 µM e irrigadas com o menor nível salino (0,3 dS m<sup>-1</sup>) apresentaram os maiores teores de Car com 6,16 e 6,46 mg g<sup>-1</sup> MF, reduzindo com o incremento da CEa, obtendo-se

o menores teores de Car (4,76 e 4,99 mg g<sup>-1</sup> MF) sob irrigação com água de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, respectivamente (Figura 4B). Enquanto, que nas plantas submetidas às concentrações de 25 µM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> e irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> resultou no maior teor de Car com 6,89 mg g<sup>-1</sup> MF, contudo não diferiu estatisticamente (Figura 4B). O pré-tratamento em baixas concentrações, permite que H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, desempenhe uma função de molécula sinalizadora, regulando as vias metabólicas da planta sob condições de estresse. No entanto, segundo estudos de Baxter et al. (2014), afirmam que concentrações maiores entre 50 e 75 µM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> intensificaram os efeitos deletérios da salinidade.

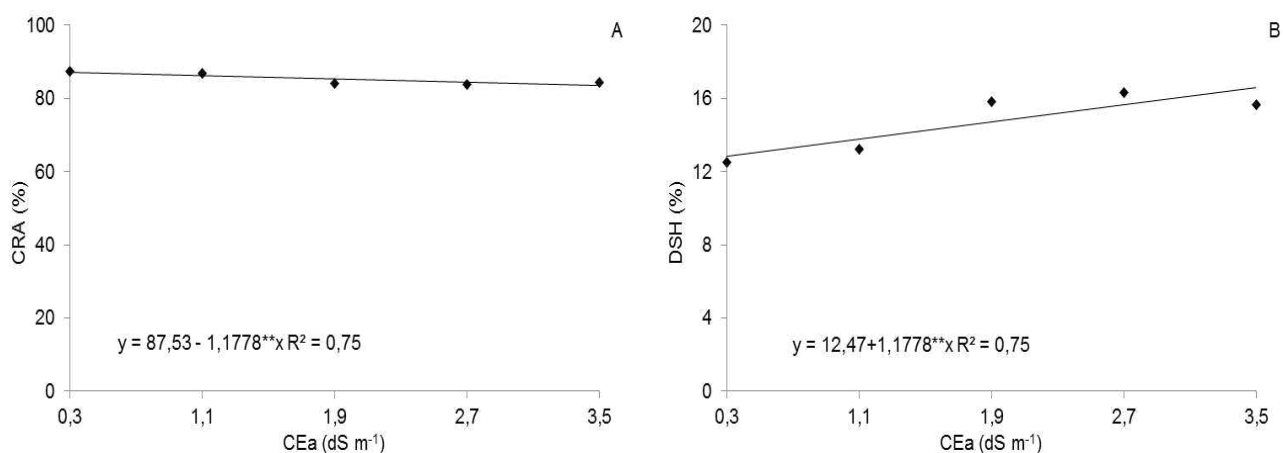


**Figura 4.** Teores de clorofila a (A) em função da condutividade elétrica da água de irrigação e carotenoides - Car (B) em função da interação entre os níveis de condutividade elétrica da água – CEa e peróxido de hidrogênio, de mudas de goiabeira aos 110 dias após a semeadura.

O conteúdo relativo de água (CRA) da goiabeira ‘Paluma’, também foi afetado negativamente pela irrigação com águas salinas (Figura 5A), sendo a redução de 1,34% por incremento unitário da CEa. Ao comparar o CRA das plantas submetidas à CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup> em relação às irrigadas com o menor nível de condutividade elétrica, observa-se diminuição de 4,32%. Semelhante aos resultados encontrados por Lacerda (2022), com redução no teor relativo de água em plantas de goiabeira ‘Paluma’ exerdadas sob estresse salino, com um decréscimo na turgescência das folhas de 4,03%. Ocasionado pelos distúrbios no balanço hídrico da planta, provocada pela redução da disponibilidade de água pelo aumento da salinidade (BARREIRO NETO et al., 2017).



O estresse salino induziu um aumento no déficit de saturação hídrica das folhas da goiabeira ‘Paluma’ (Figura 5B), acréscimo linear de 9,44% por aumento unitário da CEa, ou seja, as plantas quando irrigadas com CEa de 3,5 dS m<sup>-1</sup>, tiveram incremento de 22,72% em comparação com as plantas irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup>. Segundo Garcia et al. (2009) o aumento do déficit de saturação hídrica pode ser reflexo dos efeitos tóxicos dos sais absorvidos pelas plantas, principalmente Na<sup>+</sup> e Cl<sup>-</sup> nas células e a redução do potencial total da água provocado pelo aumento da concentração salina, agravando déficit de saturação de água, somado ao componente iônico o efeito osmótico é um dos principais fatores que provoca a restrição hídrica na planta (BONIFÁCIO et al., 2018). Além disso, em consequência do desequilíbrio osmótico, ou seja, desidratação das mudas ocorre uma redução do teor relativo de água pelo acúmulo acentuado de sais, fato esse constatado no CRA das plantas de goiabeira (Figura 5A).



**Figura 5.** Conteúdo relativo de água (A) e déficit de saturação hídrica (B) de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água de irrigação – CEa aos 110 dias após a semeadura.

A partir da análise de variância (Tabela 4) observa-se efeito expressivo das condutividades elétricas da água de irrigação sobre o comprimento das raízes (CR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca das raízes (FSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de goiabeira ‘Paluma’. Quanto às concentrações de peróxido de hidrogênio houve diferença significativa apenas para o índice de qualidade de Dickson (IQD). Não houve efeito significativo da interação entre os fatores (NS x H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) sobre as variáveis mensuradas.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para o comprimento das raízes (CR), fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca das raízes (FSR) e índice de qualidade de Dickson (IQD) das mudas de goiabeira ‘Paluma’ submetidas a níveis de condutividade elétrica da água de irrigação e concentrações de peróxido de hidrogênio, aos 110 dias após a semeadura.

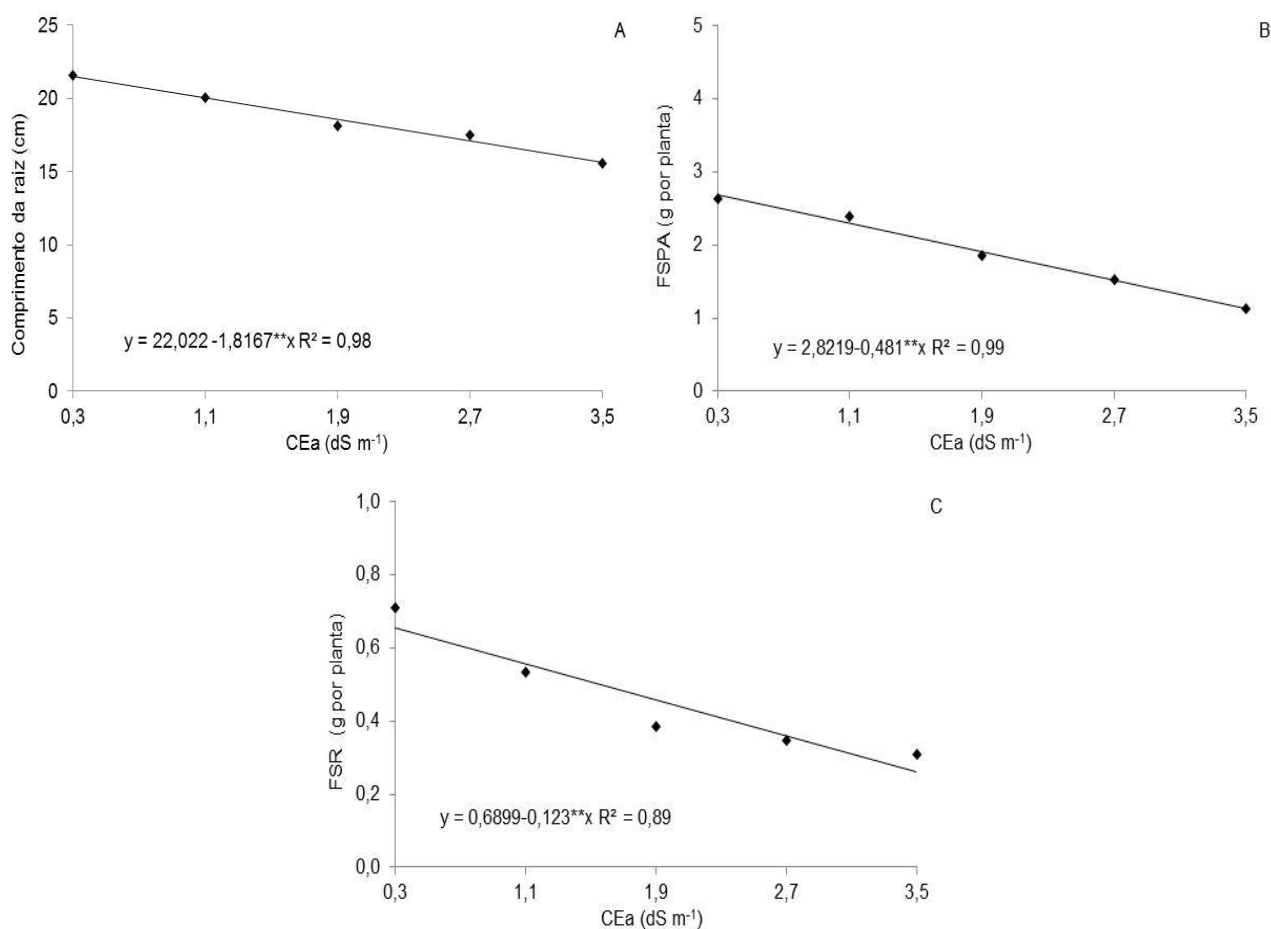
Fontes de variação	GL	Quadrados médios			
		CR	FSPA	FSR	IQD
Níveis salinos (NS)	4	64,346**	4,487**	0,324**	0,037**
Reg. Linear	1	253,461**	17,771**	1,162**	0,144**
Reg. Quadrática	1	0,160 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>	0,128**	0,003*
Peróxido de Hidrogênio (H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	2	4,263 <sup>ns</sup>	0,175 <sup>ns</sup>	0,015 <sup>ns</sup>	0,002*
Interação (NS × H <sub>2</sub> O <sub>2</sub> )	8	3,936 <sup>ns</sup>	0,045 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,0006 <sup>ns</sup>
Blocos	3	11,987 <sup>ns</sup>	0,591 <sup>ns</sup>	0,032 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
CV (%)	-	13,79	17,11	20,40	15,40
Média	-	18,570	1,908	0,456	0,184

<sup>ns</sup>, \*, \*\*, respectivamente não significativos e significativo a  $p \leq 0,05$  e  $p \leq 0,01$ ; CV= coeficiente de variação; GL = grau de liberdade.

O comprimento das raízes foi reduzido linearmente em função do aumento da salinidade da água de irrigação, com decréscimo de 8,24% por aumento unitário da condutividade elétrica da água de irrigação, ou seja, quando as plantas foram irrigadas com o maior nível salino da água (3,5 dS m<sup>-1</sup>) ocorreu um decréscimo no comprimento das raízes de 27,06% em relação às irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (Figura 6A). Semelhante aos resultados estão de acordo com os obtidos por Kang et al., (2014) que associam a diminuição geral do crescimento e rendimento das culturas sob estresse salino ao efeito cumulativo da interrupção da homeostase iônica, desequilíbrio hídrico e redução da capacidade fotossintética das plantas. Cavalcante et al. (2005), também observaram reduções no comprimento das raízes em genótipos de goiabeira quando submetidos a condições de estresse salino.

Quanto à fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e a fitomassa seca da raiz (FSR), observou-se que as condutividades elétricas crescentes de salinidade, proporcionaram um efeito linear decrescente, com reduções da ordem de 17,04 e 17,82% por unidade de aumento na CEa (Figuras 6B e 6C). A redução do acúmulo de fitomassa com o aumento da condutividade elétrica da água de irrigação pode estar associada à redução nos pigmentos fotossintéticos observada neste estudo (Figura 4A). De acordo com Oliveira (2019) e Bezerra et al. (2016), a redução deve-se a redução do potencial osmótico pelo acúmulo dos sais na solução do solo, pelas

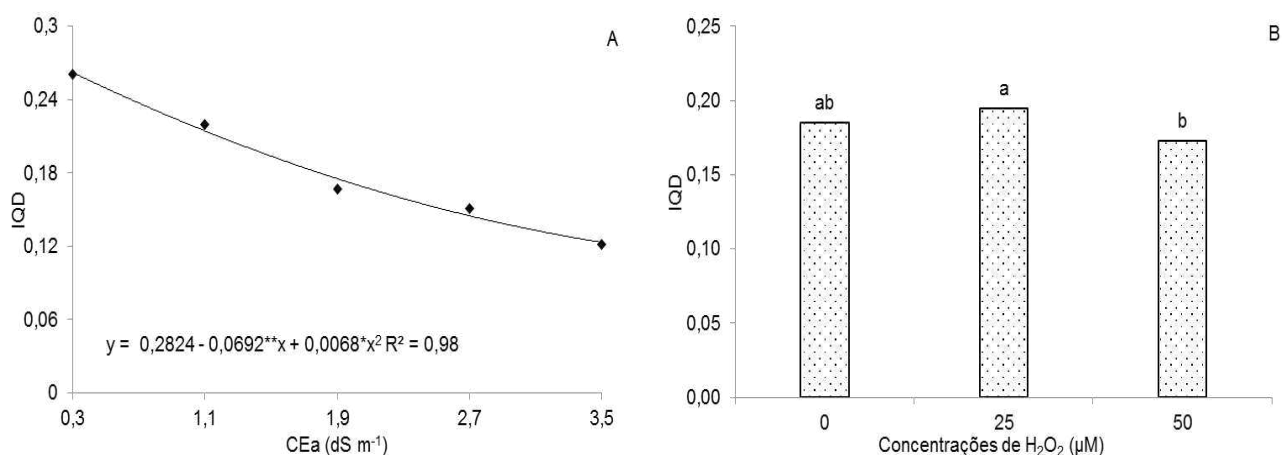
constantes irrigações com água de condutividade elétrica elevada no solo, visto que afetam diretamente ou indiretamente os processos fisiológicos das plantas submetidas a essas condições de estresse. Nobrega et al. (2017) avaliou o desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira irrigada com diferentes tipos de água, causando um decréscimo na massa seca da raiz e da parte aérea, através do uso constante da água proveniente de efluentes agroindustriais utilizada na irrigação com condutividade elétrica alta CEa 2,75 dS m<sup>-1</sup>.



**Figura 6.** Comprimento da raiz (A), fitomassa seca da parte aérea - FSPA (B) e fitomassa seca da raiz - FSR (C) de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água – CEa aos 110 dias após a semeadura.

O índice de qualidade de Dickson (IQD) foi reduzido com o incremento nos níveis de condutividade elétrica da água (Figura 7A), constatando-se nas plantas cultivadas sob salinidade da água de 3,5 dS m<sup>-1</sup> o IQD de 0,12 com redução de 53,84% em relação as que foram irrigadas com CEa de 0,3 dS m<sup>-1</sup> (0,26). O IQD é uma medida

morfológica integrada que por relacionar robustez (altura de planta e diâmetro de caule) com o equilíbrio da distribuição de fitomassa é considerada um bom indicador de qualidade de mudas a serem utilizadas no campo (OLIVEIRA et al., 2013). Em pesquisa conduzida Souza et al. (2017) com porta-enxerto de goiabeira crioula sob estresse salino, identificaram IQD superior a 0,2 sendo considerados de boa qualidade final para estabelecimento no campo. Dessa forma, é possível afirmar que em 0,3 dS m<sup>-1</sup> as mudas de goiaba aos 110 DAS, obtiveram Índice de Qualidade de Dickson compatível para o transplântio em campo.



**Figura 7.** Índice de qualidade de Dickson - IQD de mudas de goiabeira ‘Paluma’ em função dos níveis de condutividade elétrica da água - CEa (A) e concentrações de peróxido de hidrogênio (B) aos 110 dias após a semeadura.

O índice de qualidade de Dickson da goiabeira ‘Paluma’ submetida à concentração de 25 µM de peróxido de hidrogênio não diferiu das plantas sem embebição H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, sendo estatisticamente superiores ao IQD das plantas sob a concentração de 50 µM de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, com acréscimos de 5,55 e 10,52%, respectivamente (Figura 7B). Quanto maior o IQD, melhor a qualidade das mudas, considerando que possuem maior robustez e equilíbrio da distribuição da biomassa das mudas (OLIVEIRA et al., 2013). Dessa forma é possível afirmar que as mudas de goiabeiras quando submetidas a uma baixa concentração de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> (25 µM) obteve resultado superiores (IQD), contudo estatisticamente não diferiu da testemunha significativamente.

## **7. CONCLUSÕES**

A salinidade da água a partir de  $0,3 \text{ dS m}^{-1}$  promove decréscimo no crescimento, no conteúdo relativo de água, nos pigmentos fotossintetizantes, na fitomassa seca, no índice de qualidade de Dickson e aumenta o déficit de saturação hídrica das mudas de goiabeira 'Paluma' aos 110 dias após a semeadura.

O peróxido de hidrogênio na concentração de  $25 \mu\text{M}$  aumenta o índice de velocidade de emergência das mudas de goiabeira 'Paluma' aos 110 dias após a semeadura.

Os efeitos deletérios do estresse salino sobre os teores de carotenoides, clorofila a e clorofila b, não foram atenuadas pela aplicação do peróxido de hidrogênio.

## 8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA

- ABRANTES, D. S. D. **Interação entre águas salinizadas e adubação nitrogenada na produção de mudas enxertadas de goiabeiras**. 2015. 90p. Dissertação (Mestrado) – Curso em Sistemas Agroindustriais, Universidade Federal de Campina Grande – CCTA, Pombal, PB, 2015.
- ANA. - Agência Nacional de Águas. **Atlas de irrigação: uso da água na agricultura irrigada**. 1. ed. Brasília:, Brasília. 2017. Disponível em: <https://www.gov.br/ana/pt-br>. Acesso em: 24 nov. 2022.
- ARNOS, D. I. Copper enzymes in isolated chloroplasts. Polyphenoloxidase in *Beta vulgaris*. **Plant. Physiol.**, v. 24, n. 1, p. 1-15, 1949.
- BARBA ESPÍN, G.; VIVANCOS, P. D.; JOB, D.; BELGHAZI, M.; JOB, C.; HERNANDEZ, A. J. Understanding the role of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> during pea seed germination: a combined proteomic and hormone profiling approach. **Plant, Cell e Environment**, v.34, p.1907- 1919, 2011.
- BARREIRO NETO, M.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; LACERDA, J. T.; CARVALHO, R. A. Índices fisiológicos em genótipos de abacaxizeiro sob estresse salino. **Tecnologia e Ciências Agropecuárias**, v.11, n.6, p.89-99, 2017.
- BAXTER, A.; MITTLER, R.; SUZUKI, N. EROS as key players in plant stress signalling. **Journal of Experimental Botany**, v.65, p.1229-1240, 2014.
- BELARMINO, André Jacondino et al. Panorama econômico da goiaba: produção, comércio, custos e análise de viabilidade dos investimentos. SIMPÓSIO DA CIÊNCIA DO AGRONEGÓCIO, anais. Porto Alegre: UFRGS. Cadeias globais de suprimento no agronegócio, v. 2, p. 1-5, 2014.
- BEZERRA, J. D.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. M. da; RAPOSO, R. W. C. Crescimento de dois genótipos de maracujazeiro-amarelo sob condições de salinidade. **Revista Ceres**, v. 63, p. 502-508, 2016.
- BONIFÁCIO, B. F.; NOBRE, R. G.; SOUSA, A. dos S.; GOMES, E. M.; SILVA, E. M. da; SOUSA, L. DE P. Efeitos da adubação potássica e irrigação com águas salinas no crescimento de porta-enxerto de goiabeira. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 41, p. 101-110, 2018.
- BRAGA, M. F. B; C., J. N. P.; MACHADO, A. J. T.; SANTOS, A. T. L.; SALES, D. L.; LIMA, L. F.; FIGUEREDO, F. G.; COUTINHO, H. D. *Psidium guajava* L., from

- ethnobiology to scientific evaluation: elucidating bioactivity against pathogenic microorganisms. J. **Ethnopharmacol**, v.194, p.1140-1152, 2016.
- BRASIL SOBRINHO, M.O.C., MELLO, F.A.F., HAAG, H.P., LEME JUNIOR, J. A composição química da goiabeira (*Psidium guajava* L.). **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, v. 18, p. 183-192, 1961.
- CARVALHO, C.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; TREICHEL, M.; FILTER, C. F. **Anuário Brasileiro da Fruticultura**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 88 p.
- CARVALHO, F. E. L.; LOBO, A. K. M.; BONIFACIO, A.; MARTINS, M. O.; NETO, M. C. L.; SILVEIRA, J. A. G. Aclimação ao estresse salino em plantas de arroz induzida pelo pré-tratamento com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, p.416-423, 2011.
- CASTRO E CUNHA, J. M. Pesquisa e desenvolvimento para a cultura da goiabeira: a contribuição da Embrapa Semiárido - Petrolina: **Embrapa Semiárido**, 2020. 82 p.(Embrapa Semiárido. Documentos, 297).
- CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, I. H. L.; PEREIRA, K S. N.; OLIVEIRA, F. A. de; GONDIM, S C.; ARAÚJO, F A. R. de. Germination and initial growth of guava plants irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.9, p.515-519, 2005.
- CAVALCANTE, L. F.; CORDEIRO, J. C.; NASCIMENTO, J. A. M.; CAVALCANTE, I. H. L.; DIAS, T. J. Fontes e níveis da salinidade da água na formação de mudas de mamoeiro cv. Sunrise solo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1281-1290, 2010.
- CETESB. COMPANHIA DE TECNOLOGIA DE SANEAMENTO AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Qualidade das águas subterrâneas no estado de São Paulo 2016-2018**. São Paulo: CETESB; Brasília: ANA, 2019. 291 p.
- DA NÓBREGA, E. P; DE ARRUDA, S. M. I; DE MELO R. M. L. **Desenvolvimento inicial de mudas de goiabeira irrigada com diferentes tipos de água**. **Revista de Agroecologia no Semiárido**-(Sousa-PB), v. 1, n. 2, p. 1-9, 2017.
- DANTAS, M. V.; LIMA, G. S. de; GHEY, H. R.; PINHEIRO, F. W. A.; SILVA, L. de A.; FERNANDES, P. D. Summer squash morphophysiology under salt stress and exogenous application of H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> in hydroponic cultivation. **Comunicata Scientiae**, v.12, p.34-64, 2021.

- DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; LEON, M. J.; SANTOS, G. P.; ALBUQUERQUE, R. P. F. Produção do maracujazeiro e resistência mecânica do solo com biofertilizante sob irrigação com águas salinas. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, p.644-651, 2011.
- DICKSON, A.; LEAF, A. L.; HOSNER, J. F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forest Chronicle**, v. 36, p.10-13, 1960.
- FERREIRA, D. F. SISVAR: A computer analysis system to fixed effects split-plot type designs. **Revista Brasileira de Biometria**, v.37, p.529-535, 2019.
- FREIRE, A. L. O.; SARAIVA, V. P.; MIRANDA, J. R. P.; BRUNO, G. B. Crescimento, acúmulo de íons e produção de tomateiro irrigado com água salina. **Semina: Ciências Agrárias**, v.31, p.1133-1144, 2010.
- FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**. Fortaleza, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.
- GARCIA, G. O.; MARTINS FILHO, S.; NAZÁRIO, A. A.; MORAES, W. B.; GONÇALVES, I. Z.; MADALÃO, J. C. Estresse hídrico e salino na produção relativa e potencial de água na folha do feijoeiro. **Irriga**, v. 14, p. 470-480, 2009.
- GE, X. M.; CAI, H. L.; LEI, X.; ZHOU, X.; YUE, M.; HE, J. M. Heterotrimeric G protein mediates ethylene-induced stomatal closure via hydrogen peroxide synthesis in *Arabidopsis*. **The Plant Journal**, v. 82, p. 138-150, 2015.
- GECHEV, T. S.; VAN BREUSEGEM, F.; STONE, J. M.; DENEV, I.; LALOI, C. Reactive oxygen species as signals that modulate plant stress responses and programmed cell death. **Bioessays**, v. 28, p.1091-1101, 2006.
- HASAN, S. A.; IRFAN, M.; MASRAHI, Y. S.; KHALAF, M. A.; HAYAT, S. Growth, photosynthesis, and antioxidant responses of *Vigna unguiculata* L. treated with hydrogen peroxide. **Cogent Food e Agriculture**, v. 2, p.1155331, 2016.
- HERNANDEZ, R.; ZAPPI, M.; COLLUCI, F.; JONES, R. Comparing the performance of various advanced oxidation process for treatment of acetone contaminated water. **Journal Hazardous Materials**, v. 92, p. 33-50, 2002.
- HUARTE, R.; GARCIA, M. D. *Tripsacum dactyloides* (L.) L. (Poaceae) caryopsis dormancy and germination responses to scarification, hydrogen peroxide and phytohormones. **Seed Science and Technology**, v. 37, p. 544-553, 2009.



- IBGE. SIDRA: **Área destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida e valor da produção da lavoura permanente**. 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 10 fev. 2023.
- INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia**. 2023. Ministério da agricultura e pecuária. Disponível em: [inmet.gov.br](http://inmet.gov.br). Acesso em: 11 fev. 2023.
- KANG, G.; Li, G.; Guo, T. Molecular mechanism of salicylic acid-induced abiotic stress tolerance in higher plants. **Acta Physiologiae Plantarum**, v.36, p.2287-2297, 2014.
- KLEIN, J. D.; WOOD, L. A.; GENEVE, R. L. Hydrogen peroxide and color sorting improves germination and vigor of eastern gamagrass (*Tripsacum dactyloides*) seed. **Acta Horticulturae**, v. 782, p. 93-98, 2008.
- LACERDA, C. N. DE; LIMA, G. S. DE; SOARES, L. A. DOS A; SILVA, I. J. DA; DIAS, M. DOS S. Pigmentos fotossintéticos de goiabeira irrigada com águas salinas e aplicação de ácido salicílico. **Congresso Técnico Científico da Engenharia e da Agronomia – CONTECC**, V. 1, P. 1-5, 2021.
- LACERDA, C. N. **Salinidade da água e aplicação foliar de ácido salicílico no cultivo de goiabeira enxertada**. 2022. 91p. (Dissertação de Mestrado) – Curso de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Campina Grande - Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, 2022.
- LIMA, Brisa Ribeiro de et al. Uso e qualidade de água subterrânea utilizada por agricultores familiares no Território Sertão Produtivo, Estado da Bahia, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 7, n. 16, p. 679-689, 2020.
- LIMA, G. S. de; NOBRE, R. G.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. A. dos; SILVA, A. O. Produção da mamoneira cultivada com águas salinas e doses de nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, p. 1-10, 2015.
- LIMA, G. S. de; SANTOS, J. B.; SOARES, L. A. A. dos; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; PEREIRA, R. F. Irrigação com águas salinas e aplicação de prolina foliar em cultivo de pimentão 'All Big'. **Comunicata Scientiae**, v. 7, p. 513-522, 2016.
- LIMA, L. G. S.; ANDRADE, A. C.; SILVA, R. T. L.; FRONZA, D.; NISHIJIMA, T. **Modelos matemáticos para estimativa de área foliar de goiabeira (*Psidium guajava* L.)**. In: 64ª Reunião Anual da SBPC. São Luiz: UFMA. 2012.
- LIMA, Maria da Graça de Souza et al. Efeito do estresse salino sobre a concentração de pigmentos e prolina em folhas de arroz. **Bragantia**, v. 63, p. 335-340, 2004.

- MAGUIRE, J. D. Speed of germination-aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, v.2, p.176-177, 1962.
- MAIORANO, A. J. **Brasil entre os maiores produtores de goiaba**. Sucesso no campo, Pesquisador CDRS-SAA/SP. 2022. Disponível em: <https://www.sucessonocampo.com.br/brasil-entre-os-maiores-produtores-de-goiaba/#>. Acesso em: 17 jan. 2023.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; **Fruticultura tropical: Goiaba**. Porto Alegre, Cinco Continentes, 2000.
- MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J., MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Goiaba: do plantio ao consumidor**. Porto Alegre: Cinco Continentes, v. 32, 2001. 124 p.
- MEDEIROS, J. F. de; NASCIMENTO, L. B. do; GHEYI, H. R. Manejo do solo-água-planta em áreas afetadas por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. de. **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. Fortaleza: Instituto Nacional da Ciência e da Tecnologia em Salinidade, v. 2, p. 279-302, 2010.
- MOREIRA, F. R. B.; LIMA, M. F. (Ed.). **A cultura da goiaba**. 2. ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. 180 p.
- MUNNS, R.; JAMES, R.A.; L'AUCHLI, A. Approaches to increasing the salt tolerance of wheat and other cereals. **Journal of Experimental Botany**, v.57, p.1025-1043, 2006.
- NEILL, S. J.; DESIKAN, R.; HANCOCK, J. T. Hydrogen peroxide signaling. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 5, p. 388-395, 2002.
- NETO, J. R. de A. et al. Similaridades de solos quanto a salinidade no vale perenizado do rio Trussu, Ceará. **Revista Irriga**, v. 21, n. 2, p. 327-341, 2016.
- NEVES, A. L. R.; LACERDA, C. F. de; GUIMARÃES, F. V. A.; GOMES FILHO, E.; FEITOSA, D. R. C. Trocas gasosas e teores de minerais no feijão-de-corda irrigado com água salina em diferentes estádios. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.13, p.873-881, 2009.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. E. L.; BARROS, N. F. Teores de nutrientes a serem adicionados ou atingidos em ensaios de vaso In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W.

- E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S. **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. p. 195-195, 1991.
- OLIVEIRA JUNIOR, L. D. de. **Tratamento pré-germinativo de sementes florestais com peróxido de hidrogênio**. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal da Lavras, Lavras, 2017. 173p.
- OLIVEIRA, F. A. de; OLIVEIRA, F. R. A; CAMPOS, M. S.; OLIVEIRA, M. K. T; MEDEIROS, J. F.; SILVA, O. M. P. Interação entre salinidade e fontes de nitrogênio no desenvolvimento inicial da cultura do girassol. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, p. 479-484, 2010.
- OLIVEIRA, F. A.; OLIVEIRA, M. K. T.; SILVA, R. C. P.; SILVA, O. M. P.; MAIA, P. M. E.; CÂNDIDO, W. S. Crescimento de mudas de moringa em função da salinidade da água e da posição das sementes nos frutos. **Revista Árvore**, v.37, p.79-87, 2013.
- OLIVEIRA, F. T. de; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JÚNIOR, E. B.; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Comunicata Scientiae**, v. 6, p. 17-25, 2015.
- OLIVEIRA, F. T. et al. Fontes orgânicas e volumes de recipiente no crescimento inicial de porta-enxertos de goiabeira. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 97-103, 2013.
- OLIVEIRA, L. M. **Fontes de Matéria orgânica como atenuante do estresse salino na produção de mudas de pitaia vermelha (*Hylocereus costaricensis*)**. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2019. 80p.
- OLIVEIRA, W. J.; SOUZA, E. R. de; CUNHA, J. C.; SILVA, E. F. F.; VELOSO, V. de L. Leaf gas exchange in cowpea and CO<sub>2</sub> efflux in soil irrigated with saline water. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, p.32-37, 2017.
- PANNINGOM, K.; CHUESAARD, T.; TAMCHAN, N.; JIWCHAN, T.; SRIKONGSRITONG, K.; PARK, G. Comparative assessment for the effects of reactive species on seed germination, growth and metabolisms of vegetables. **Scientia Horticulturae**, v. 227, p. 85-91, 2018.
- PARIDA, A. K.; DAS, A. B. Salt tolerance and salinity effects on plants: a review. **Ecotoxicology and Environmental Safety**, v.60, p.324-349, 2005.

- RICHARDS, L. A. Diagnosis and improvement of saline and alkali soils. **Journal of Soil Science**, v. 78, p. 154, 1954.
- ROZANE, D. E. **Crescimento e acúmulo de nutrientes em caramboleiras nas fases de hipobioto, muda e plantas em formação**. 2008. 137f. Tese (Doutorado) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”- unesp, Jaboticabal, 2008.
- ROZANE, D. E. et al. Condução, arquitetura e poda da goiabeira para ‘mesa’ e/ou ‘indústria’. In: NATALE, W. et al. (Ed) **Cultura da goiabeira do plantio a comercialização**. Jaboticabal: FCAV, v. 2, p. 407-428, 2009.
- SANTOS, E. S.; SILVA, Ê. F.; MONTENEGRO, A. A.; SOUZA, E. S.; SOUZA, R. M. S.; SILVA, J. R. I. Produtividade do pimentão sob diferentes lâminas de irrigação e doses de potássio em região semiárida. **Irriga**, v.23, p.518-534, 2018.
- SEAPA. Goiaba, Secretaria de estado de agricultura, pecuária e abastecimento, agosto de 2020, Belo Horizonte, 2021.
- SILVA, A. A. R. **Aplicação exógena de peróxido de hidrogênio na mitigação do estresse salino em gravioleira**. 2018. 83p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado de Irrigação e Drenagem, Universidade Federal de Campina Grande, 2018.
- SILVA, A. A. R.; LIMA, G. S. de; AZEVEDO, C. A. V.; VELOSO, L. L. S. A.; GHEYI, H. R.; SOARES, L. A. dos A. Salt stress and exogenous application of hydrogen peroxide on photosynthetic parameters of soursop. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 23, p. 257-263, 2019.
- SILVA, A. R. A.; BEZERRA, F. M. L.; LACERDA, C. F. DE; SOUSA, C. H. C. DE; CHAGAS, K. L. Pigmentos fotossintéticos e potencial hídrico foliar em plantas jovens de coqueiro sob estresses hídrico e salino. **Revista Agro@ambiente**, v. 10, p. 317-325, 2017.
- SILVA, E. M. da. **Tolerância de porta-enxerto de goiabeira à salinidade da água de irrigação sob adubação nitrogenada**. 2015. 98p. Dissertação (Mestrado) – Curso de Mestrado em Horticultura Tropical, Universidade Federal de Campina Grande – CCTA, Pombal, PB, 2018.
- SILVA, E. M. da; LACERDA, F. H. D.; MEDEIROS, S. A. de; SOUZA, L. de P.; PEREIRA, F. H. F. Métodos de aplicação de diferentes concentrações de H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> em

- milho sob estresse salino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.11, p.1-7, 2016.
- SILVA, M.G.; SOARES, T.M.; OLIVEIRA, I.S.; SANTOS, J.C.S.; PINHO, J.S.; FREITAS, F.T.O. Produção de coentro em hidroponia NFT com o uso de águas salobras para reposição do consumo evapotranspirado. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 4, p. 246-258, 2015.
- SMART, R. E.; BINGHAM, G. E.; Rapid estimates of relative water content. **Plant Physiology**, v.53, p. 258-260, 1974.
- SOUZA, J. T. A.; NUNES, J. C.; CAVALCANTE, L. F.; NUNES, J. A. da S.; PEREIRA, W. E.; FREIRE, J. L. de O. Effects of water salinity and organomineral fertilization on leaf composition and production in *Passiflora edulis*. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, p. 535-540, 2018.
- SOUZA, L. de P. **Produção de porta-enxerto de goiabeira crioula irrigado com águas salinizadas e doses de nitrogênio**. 2016. 81p. (Dissertação de Mestrado), Universidade Federal de Campina Grande – CCTA, Pombal, PB, 2016.
- SOUZA, L. de 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 nitrogênio. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, p.596-604, 2017.
- SOUZA, N. G. M.; SILVA, J. A.; MAIA, J. M.; SILVA, J. B.; JÚNIOR, E. S. N.; MENESES, C. H. S. G. Tecnologias sociais voltadas para o desenvolvimento do semiárido brasileiro. **Cadernos de Ciência & Tecnologia**, v.12, p.1-12, 2016.
- TÁVORA, F. J. A. F.; PEREIRA, R. G.; HERNADEZ, F. F. F. Crescimento e relações hídricas em plantas de goiabeira submetidas a estresse salino com NaCl. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 23, p. 441-446, 2001.
- TESTER, M.; DAVENPORT, R. Na<sup>+</sup> tolerance and Na<sup>+</sup> transport in higher plants. **Annals of Botany**, v. 91, p. 503-527, 2003.
- UCHIDA, A.; JAGENDORF, A. T.; HIBINO, T.; TAKABE, T.; TAKABE, T. Effects of hydrogen peroxide and nitric oxide on both salt and heat stress tolerance in rice. **Plant Science**, v.163, p.515-523, 2002.
- WILLADINO, L.; CAMARA, T. Tolerância das plantas à salinidade: aspectos fisiológicos e bioquímicos. **Enciclopédia biosfera**, v. 6, n. 11, 2010.

WOJTYLA, L. K.; LECHOWSKA, S. KUBALA, M. GARNCZARSKA. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p. 66, 2016.