



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

**LETÍCIA DA LUZ SILVA**

**IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA NA FASE VEGETATIVA DA GOIABEIRA SOB  
APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ASCÓRBICO**

**POMBAL- PB  
2023**

**LETÍCIA DA LUZ SILVA**

**IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA NA FASE VEGETATIVA DA GOIABEIRA SOB  
APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ASCÓRBICO**

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.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lauriane Almeida dos Anjos Soares.

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

POMBAL-PB

2023

## FICHA CATALOGRÁFICA

S586i Silva, Leticia da luz.

Irrigação deficitária na fase vegetativa da goiabeira sob aplicação foliar de ácido ascórbico / Leticia da luz Silva. – Pombal, 2023.  
43 f. : il.

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

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

Referências.

1. *Psidium guajava* L. 2. Estresse abiótico. 3. Elicitores. I. Anjos, Lauriane Almeida dos. II. Lima, Geovani Soares de. III. Título.

CDU 634.42 (043)

LETÍCIA DA LUZ SILVA

**IRRIGAÇÃO DEFICITÁRIA NA FASE VEGETATIVA DA GOIABEIRA SOB  
APLICAÇÃO FOLIAR DE ÁCIDO ASCÓRBICO**

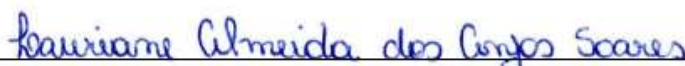
Trabalho de Conclusão de Curso apresentado  
Universidade Federal de Campina Grande no Centro  
de Ciência e Tecnologia Agroalimentar com  
requisito obrigatório para obtenção do título de  
bacharel em Agronomia.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lauriane Almeida dos Anjos  
Soares.

Co-orientador: Prof. Dr. Geovani Soares de Lima

Aprovado em:

**BANCA EXAMINADORA:**



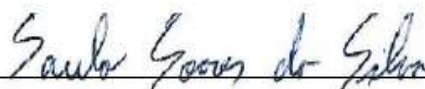
Orientadora - Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lauriane Almeida dos Anjos Soares  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



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



Examinador – MSc. Cassiano Nogueira de Lacerda  
(Universidade Federal de Campina Grande – UFCG)



Examinador – Dr. Saulo Soares da Silva  
(Universidade Federal de Campina Grande – UFCG)

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus, pelo dom da vida, saúde e por ter guiado meu caminho até aqui.

Aos meus familiares, minha mãe Lucilene, cujo apoio incondicional foi a força motriz por trás de cada desafio superado. Seus incentivos e palavras de encorajamento foram a luz nos momentos mais desafiadores, ao meu pai José Maria (in memoria), que mesmo não estando de corpo presente, está junto de mim e sou eternamente grata por tudo, aos meus avós Fátima e José Antônio, que sempre estiveram ao meu lado, oferecendo suporte emocional e compreensão nos momentos desafiadores. Obrigado por serem minha fonte constante de motivação.

Ao meu namorado, Antônio Kleber, obrigada por fazer parte da minha vida e por ser uma fonte constante de amor, apoio e inspiração. Sua presença torna cada dia mais significativo e cada desafio mais superável.

Aos meus orientadores Lauriane Almeida e Geovani Soares, pela orientação dedicada, paciência e valiosas sugestões que foram fundamentais para o desenvolvimento deste trabalho. Sua experiência e apoio foram inspiradores.

Aos meus companheiros de pesquisa, Saulo Soares e Victor Ferreira especialmente a Cassiano Nogueira por todo conhecimento repassado, trocas de experiências e colaborações que enriqueceram meu entendimento sobre o tema.

A Universidade Federal de Campina Grande, por todo aprendizado durante esses anos de estudo, meu sincero agradecimento. Suas contribuições foram essenciais para o sucesso deste trabalho.

A todos os membros da banca examinadora pela disponibilidade e comprometimento com a excelência acadêmica e por compartilharem seu tempo e conhecimento.

Por fim, agradeço a todos que, de alguma forma, fizeram parte da realização deste projeto acadêmico. Este trabalho é fruto de um esforço coletivo e representa não apenas meu compromisso, mas também o apoio e a colaboração de muitos.

Muito obrigada.

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>vii</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>viii</b>
<b>RESUMO .....</b>	<b>ix</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>2. OBJETIVOS.....</b>	<b>12</b>
2.1 Geral .....	13
2.2 Específicos.....	13
<b>3. REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>13</b>
3.1 Aspectos gerais da goiabeira .....	14
3.2 Disponibilidade hídrica no semiárido.....	15
3.3 Efeitos do déficit hídrico nas plantas.....	16
3.4 Estratégias de manejo do déficit hídrico.....	17
3.5 Ácido ascórbico como atenuante do déficit hídrico .....	19
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>20</b>
4.1 Localização da área experimental.....	21
4.2 Tratamentos, delineamento estatístico e cultura estudada.....	21
4.3 Preparo da área .....	21
4.4 Transplântio e adubação .....	22
4.5 Manejo de Podas.....	22
4.6 Manejo de irrigação .....	23
4.7 Aplicação foliar de ácido ascórbico.....	23
4.8 Variáveis analisadas .....	24
4.8.1 Variáveis de crescimento .....	24
4.8.2 Variáveis fisiológicas.....	24
4.8.3 Relações hídricas .....	25
4.9 Análises estatísticas .....	25
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>6. CONCLUSÃO.....</b>	<b>33</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>34</b>

## LISTA DE TABELAS

Pág.

**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), volume de copa (Vcopa), diâmetro de copa (Dcopa), taxa de crescimento relativo para diâmetro do caule (TCRDC), e taxa de crescimento relativo para altura da planta (TCRAP) da goiabeira cultivada sob estratégias de manejo da irrigação (EMI) e concentrações de ácido ascórbico (AA), no período de 111 a 160 dias após o transplântio..... 27

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para teor relativo de água (TRA%), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE%), clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl T), e carotenoides totais (CAR) da goiabeira cultivada sob estratégias de manejo da irrigação (EMI) e concentrações de ácido ascórbico (AA), aos 160 dias após o transplântio..... 30

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Diâmetro do caule – DC (A), altura da planta – AP (B), volume de copa – Vcopa (C), e diâmetro de copa – Dcopa (D) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação aos 160 dias após o transplântio (DAT) .....	28
<b>Figura 2</b> Taxa de crescimento relativo para diâmetro do caule (TCRDC), e taxa de crescimento relativo para altura da planta (TCRAP) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação no período de 111 a 160 respectivamente dias após o transplântio.....	30
<b>Figura 3</b> Conteúdo relativo de água – TRA (A), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar – EE (B) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação aos 160 dias após o transplântio.....	31
<b>Figura 4</b> Clorofila b – Cl b (A) e carotenoides totais – CAR (B) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação aos 160 dias após o transplântio.....	32
<b>Figura 5</b> Desdobramento da interação entre os fatores estratégias de manejo da irrigação e concentrações de ácido ascórbico, para clorofila a – Cl a (A) e clorofila total – Cl T (B) da goiabeira aos 160 dias após o transplântio.....	33



SILVA, L. da L. **Irrigação deficitária na fase vegetativa da goiabeira sob aplicação foliar de ácido ascórbico**. 2023. 42f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Pombal, PB.

## RESUMO

O déficit hídrico é um desafio que limita a capacidade de crescimento e desenvolvimento da goiabeira, sendo a redução na disponibilidade um fator limitante a produção agrícola. No entanto, há métodos que buscam elevar os níveis de compostos funcionais nas plantas, sendo um exemplo a utilização de elicitores, sendo o ácido ascórbico como uma boa alternativa. Assim, objetivou-se avaliar o crescimento e aspectos fisiológicos da goiabeira em função de estratégias do manejo da irrigação e aplicação foliar de ácido ascórbico. A pesquisa foi realizada em ambiente de campo em área pertencente à Fazenda Experimental 'Rolando Enrique Rivas Castellón', vinculada ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizada no município de São Domingos-PB. Utilizou-se esquema em parcelas subdivididas com três repetições, cada parcela constituída por duas estratégias de manejo de irrigação sendo um com 100% da necessidade hídrica (irrigação plena) e outro com déficit hídrico aplicado durante a fase vegetativa da cultura (50% da necessidade hídrica da cultura) e as subparcelas quatro concentrações de ácido ascórbico (0; 200; 400 e 600 mg L<sup>-1</sup>). Ocorreu redução do diâmetro do caule, altura da planta, volume de copa, diâmetro de copa, taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule e da altura da planta e teor relativo de água quando submetidos ao déficit hídrico na fase vegetativa. Os teores de clorofila b e carotenoides aumentaram nas plantas de goiabeira cv. Paluma quando expostas ao déficit hídrico na fase vegetativa. As concentrações de até 200 mg L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico intensificaram o aumento da clorofila a e concentrações de 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico aumentam a quantidade de clorofila total nas plantas de goiabeira cv. Paluma quando exposta ao déficit hídrico na fase vegetativa.

**Palavras chaves:** *Psidium guajava* L, estresse abiótico, elicitores.

SILVA, L. da L. **Deficient irrigation in the vegetative phase of guava under foliar application of ascorbic acid.** 2023. 40f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB.

### ABSTRACT

Water deficit is a challenge that limits the guava tree's capacity for growth and development, with reduced availability being a limiting factor for agricultural production. However, there are methods that seek to increase the levels of functional compounds in plants, an example being the use of elicitors, with ascorbic acid being a good alternative. Thus, the objective was to evaluate the growth and physiological aspects of guava trees based on irrigation management strategies and foliar application of ascorbic acid. The research was carried out in a field environment in an area belonging to the Experimental Farm 'Rolando Enrique Rivas Castellón', linked to the Center for Agro-food Science and Technology - CCTA of the Federal University of Campina Grande – UFCG, located in the municipality of São Domingos- PB. A scheme was used in subdivided plots with three replications, each plot consisting of two irrigation management strategies, one with 100% of the water need (full irrigation) and the other with a water deficit applied during the vegetative phase of the crop (50% of the need). culture water) and the subplots four concentrations of ascorbic acid (0; 200; 400 and 600 mg L<sup>-1</sup>). There was a reduction in stem diameter, plant height, crown volume, crown diameter, relative growth rate of stem diameter and plant height and relative water content when subjected to water deficit in the vegetative phase. The levels of chlorophyll b and carotenoids increased in guava plants cv. Paluma when exposed to water deficit in the vegetative phase. Concentrations of up to 200 mg L<sup>-1</sup> of ascorbic acid intensified the increase in chlorophyll a and concentrations of 600 mg L<sup>-1</sup> of ascorbic acid increased the amount of total chlorophyll in guava plants cv. Palma when exposed to water deficit in the vegetative phase.

**Key words:** *Psidium guajava* L, abiotic stress, elicitors.

## 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é conhecida por sua importância socioeconômica e também devido as características que seu fruto apresenta, que vão desde o consumo *in natura* até a produção de polpa, sucos, néctares, geleias e concentrados (Arango et al., 2020). Em 2022, o Brasil registrou uma produção de 564.764 toneladas de goiaba, com um rendimento médio de 24.956 kg ha<sup>-1</sup>, a região Nordeste se destacou como líder na produção nacional, sendo o estado de Pernambuco o maior produtor, seguido pela Bahia e Ceará, com uma produção de 196.381, 50.431 e 22.844 toneladas e, médias de rendimento de 35.087, 20.020 e 15.435 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, o estado da Paraíba também contribuiu para essa produção, alcançando 2.557 toneladas, alcançando um rendimento médio de 7.565 kg há<sup>-1</sup> (IBGE, 2023).

Apesar da importância da goiabeira para essa região, o semiárido do brasileiro, destaca-se a deficiência hídrica devido a ocorrência da má distribuição das chuvas em termos de período e espaço, bem como altas taxas de evapotranspiração (Gheyi et al., 2012; Silva, et al., 2016). Desta forma, o uso eficiente da água surge como uma opção viável para aumentar os níveis de produtividade nessa região (Miranda, 2021), sendo que, a irrigação utilizada de forma correta tem o potencial de mitigar os impactos da variação sazonal na produção, resultando em níveis de produtividade mais elevados e garantindo um desenvolvimento mais uniforme das plantas (Lemos Filho et al., 2016). Com tudo a redução na disponibilidade de água para as plantas promovem efeitos adversos que comprometem a produção.

Em geral, as plantas quando submetidas a restrição hídrica desenvolvem diversos mecanismos de adaptação, tais como, o fechamento estomático, restrição no crescimento das folhas e ajustamento da estrutura das raízes (Simontacchi, 2015). Além disso, a diminuição da quantidade de água disponível pode ter efeitos prejudiciais no crescimento, na bioquímica e na função fisiológica das plantas (Gava et al., 2016; Lima et al., 2018). Volschenk (2021), estudando os efeitos do déficit hídrico no desempenho da romãzeira e na qualidade dos frutos observou que o ponto em que as árvores de romã atingiram o rendimento relativo máximo ocorreu em intervalos de ETc entre 721 e 953 mm e ouve uma diminuição não linear no rendimento relativo quando a ETc estava abaixo de 721 mm.

Porém, existem técnicas que visam aumentar os teores de compostos funcionais nas plantas, como a aplicação de elicitores (Paim, 2020), onde, possuem a capacidade de induzir respostas de defesa nas plantas quando administrados em pequenas quantidades, o que, por sua vez, aumenta a produção de compostos secundários essenciais (Moreno-Escamilla et al., 2017). Entre esses compostos, o ácido ascórbico se apresenta como uma boa alternativa. O AA é um

antioxidante não enzimático que desempenha um papel importante na neutralização dos radicais livres de oxigênio (Akram et al., 2017). A utilização do AS como um antioxidante natural em plantas desempenha um papel crucial na contraposição do dano oxidativo e no suporte de várias funções metabólicas essenciais para o crescimento das plantas (Silva et al., 2020). Os compostos antioxidantes, como o ácido ascórbico, neutralizam todos os radicais livres gerados durante o metabolismo das plantas, contribuindo para fortalecer a resistência das plantas diante de condições de estresse (El-Sayed et al, 2014).

O ácido ascórbico é de fundamental importância na proteção de proteínas e lipídios em plantas submetidas a situações de escassez hídrica, e intensifica a eficácia das enzimas catalase e superóxido dismutase, ao mesmo tempo em que elevam os níveis de prolina, resultando na redução da geração de peróxido de hidrogênio, conferindo à planta uma maior resistência a diversos estresses ambientais (Naz et al., 2016). A capacidade do ácido ascórbico de reduzir os impactos foi identificada em várias pesquisas, sobretudo no controle dos mecanismos de defesa antioxidante em plantas com déficit hídrico, citado por Penella et al. (2017) em pessegueiro (*Prunus persica*) e Wang et al. (2020) na macieira (*Malus domestica*). Apesar de estudos com a ação do AA sob plantas em condições de déficit hídrico ainda é incipiente em goiabeira, requerendo assim mais estudos afim de observar seu efeito atenuante em plantas de goiabeira.

Nesse cenário, fica clara a necessidade de investigação na busca por estratégias de manejo da irrigação associadas a aplicação foliar de ácido ascórbico como forma de viabilizar a irrigação no cultivo de goiabeira cultivada sob condições de déficit hídrico.

## **2. OBJETIVOS**

## **2.1 Geral**

Avaliar o crescimento e aspectos fisiológicos da goiabeira em função de estratégias do manejo da irrigação na fase vegetativa e aplicação foliar de ácido ascórbico.

## **2.2 Específicos**

Avaliar o crescimento da goiabeira ocasionadas pelo déficit hídrico, durante a fase vegetativa sob diferentes concentrações de ácido ascórbico;

Verificar os efeitos da aplicação foliar de ácido ascórbico sobre os pigmentos fotossintéticos da goiabeira sob déficit hídrico na fase vegetativa da goiabeira;

Determinar o extravasamento de eletrólitos e teor relativo de água da goiabeira irrigada sob déficit hídrico na fase vegetativa sob aplicação de ácido ascórbico.

## **3. REVISÃO DE LITERATURA**

### 3.1 Aspectos gerais da goiabeira

A fruticultura é uma das atividades agrícolas em crescimento tanto a nível Nacional como Mundial, dentre as frutíferas mais cultivadas se destaca a goiabeira (*Psidium guajava*) onde, teve sua origem nas regiões tropicais das Américas, sendo encontrada de maneira espontânea e sua ocorrência sucede desde o território mexicano as áreas do sul do Brasil. (Pereira, 1995). No cenário atual, essa frutífera é cultivada em partes das zonas tropicais e subtropicais do mundo e é considerada um arbusto de pequeno a médio porte que pode atingir de 3 a 6 metros de altura (EMBRAPA, 2010).

Na fase inicial de crescimento das plantas, a camada externa do caule está altamente ativa, é fina e notavelmente lisa, suas cores são uma mistura de marrom-esverdeada, conforme a planta madura a casca do caule se transforma em uma tonalidade mais escura como um castanho-arroxeadado (Costa et al., 2003). As folhas são opostas de formato elíptico-oblongo, suas flores são hermafroditas de coloração branca, se originam de botões individuais ou em agrupamentos de dois ou três botões, sempre na axila das folhas que brotam em ramos maduros, habitualmente ou após a realização da poda (Pereira, 1995).

O fruto é classificado como tipo baga globosa, o processo de frutificação tem início por volta do segundo ou terceiro ano após o transplântio, especialmente quando as plantas são reproduzidas através de sementes, porém, as mudas produzidas por enxertia ou estaquia tem sua floração com sete a oito meses após o transplântio (Costa et al., 2003).

A goiabeira se desenvolve bem em condições onde sua faixa de temperatura é compreendida entre 25°C e 30°C. No entanto, não tolera ventos fortes e geadas. O índice pluviométrico da goiabeira apresenta um desenvolvimento saudável e uma boa produção quando as chuvas anuais atingem aproximadamente 1.000 mm, bem distribuídos durante o ano (Gonzaga Neto et al., 1995). Contudo, em determinadas regiões, ela consegue crescer e frutificar mesmo em locais onde a quantidade de chuva não exceda 900 mm por ano. Nas áreas onde a quantidade de chuvas anuais é menor do que 600 mm, é possível realizar o cultivo da goiabeira, porém, durante o período de estiagem, a planta tende a perder suas folhas e não produzir (SOUZA et al., 1997). Acredita-se que as condições ideais de umidade relativas ao ar para o cultivo da goiabeira estejam entre 50 e 80%. A goiabeira mostra uma adaptação mais eficiente em solos que compreende uma composição areno-argilosos, de preferência profundos e bem drenados, apresentavam uma quantidade considerável de matéria orgânica e apresenta um pH entre 5,5 e 6,0 (Gonzaga Neto et al, 1995).

A Paluma é a variedade de goiabeira mais cultivada pelo país e é usada tanto para consumo in natura quanto para fins industriais, o que se destaca como um dos principais aspectos de sua exploração (Silva, 2022). A cultivar 'Paluma' apresenta grande aceitação pelo mercado consumidor, e sua produção é vista como uma atividade de importância econômica e social (Ribeiro et al., 2021). Esta frutífera está entre as principais frutas tropicais do Brasil, devido ao seu aroma agradável e sabor diferenciado, possuindo um alto valor nutricional (Ribeiro, 2019), apresentando em sua formulação níveis substanciais de vitamina C, glicose, minerais e fibras (Fachi et al., 2018).

No ano de 2022, o Brasil registrou uma produção total de 564.764 toneladas de goiaba, alcançando um rendimento médio de 24.956 kg por ha<sup>-1</sup>. A região Nordeste se destacou como uma das principais produtoras a nível nacional, liderada pelo estado de Pernambuco, seguido por Bahia e Ceará, que apresentaram rendimentos médios de 35.087, 20.020 e 15.435 kg por ha<sup>-1</sup>, respectivamente. A Paraíba também contribuiu para essa produção, totalizando 2.557 toneladas, com um rendimento médio de 7.565 kg por ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2023).

### **3.2 Disponibilidade hídrica no semiárido**

A disponibilidade hídrica no semiárido é um tema crucial, pois a falta de água em quantidade e qualidade adequadas permanece como um obstáculo para o desenvolvimento de regiões, portanto, o fornecimento de água para a população e viabilizar a prática da irrigação ainda não alcançaram de maneira abrangente eficácia suficiente para superar esse desafio (Caetano, 2018).

A sobrevivência da população na região semiárida e o potencial de produção estão intrinsecamente ligados à disponibilidade de água, devido às chuvas pluviométricas serem características pela variabilidade considerável tanto em termos temporais quanto espaciais (Andrade et al., 2017). A área semiárida do nordeste brasileiro se destaca pela presença de chuvas que ocorrem de forma irregulares, agrupadas em um período de chuvas curtos, seguido por um extenso intervalo de estiagem (Perazzo, 2013).

O estudo das tecnologias destinadas a lidar com a convivência com as condições áridas tem emergido e se ampliado como táticas para se adaptar e reduzir os problemas decorrente dessas regiões (Silva et al., 2016). A irrigação surge como método para se obter uma agricultura de grande produtividade nas áreas semiáridas. Ainda que, essa prática apresente alto custo, quando utilizada de forma correta traz benefícios para os produtores fornecendo a quantidade de água necessário e evitando a perda, muitas vezes essa alternativa é proposta como uma

solução para superar a baixa disponibilidade de água, que restringe o progresso da agricultura na região (Castro, 2018).

A avaliação da qualidade da água utilizada na irrigação frequentemente é indicada pela salinidade, sendo expressa através da condutividade elétrica ou pela quantidade total de sólidos dissolvidos, no entanto, uma interpretação precisa da qualidade da água em sistemas de irrigação requer uma análise criteriosa dos parâmetros considerados e sua correlação com os potenciais impactos no solo, nas plantações, na gestão da irrigação (Bernardo, 2006).

De acordo com o Censo Demográfico (IBGE, 2023) em 2022, o estado atual do fornecimento de água para residências em áreas rurais através de sistemas de abastecimento é de 93,3%, destacando que a menor extensão diária de fornecimento de água foi observada na região Nordeste (71,8%), enquanto a região Sul a maior (95,9%), no Nordeste 5,4% das residências contavam com uma fonte alternativa de abastecimento de água, como água da chuva armazenada em cisternas, tanques, recursos hídricos como rios e açudes, ou por meio de caminhões-pipa.

### **3.3 Efeitos do déficit hídrico nas plantas**

A água tem impacto em quase todos os elementos do crescimento da planta, incluindo alterações na estrutura, forma, funcionamento e processos químicos (Bezerra et al., 2003). Segundo Arkin et al. (1978) o déficit hídrico pode afetar o desenvolvimento do dossel vegetativo através da alteração no número total de folhas da planta, na taxa de expansão e na senescência. Esses componentes são importantes na obtenção da área foliar disponível à transpiração e assimilação. Além disso, ao longo do crescimento das plantas, a quantidade e o tamanho das raízes aumentam até o momento em que as plantas começam a florescer, posteriormente, decrescem, resultando em uma menor capacidade de absorção de água (Rossiello, 1995).

A presença da água é crucial para o crescimento das plantas, desempenhando um papel fundamental em diversos processos fisiológicos, participa ativamente no processo fotoquímico da fotossíntese, além de facilitar o transporte e absorção de nutrientes (Campos et al., 2021). A diminuição na capacidade dos estômatos em trocar gases afeta diversas interações entre a planta e o ambiente, uma vez que os estômatos desempenham um papel fundamental no controle da perda de vapor de água e na regulação da troca de energia entre o vegetal e o ambiente circundante (Brunini, 1998).



Oliveira et al. (2020) estudando os efeitos do déficit hídrico na cultura da soja, observaram que, é possível inferir que as plantas de soja que enfrentam condições de déficit hídrico ao longo de seu ciclo de vida tendem a reduzir sua área foliar e, conseqüentemente, o rendimento. No entanto, o impacto significativo no rendimento ocorre apenas quando o déficit hídrico atinge valores abaixo de 50% da capacidade de campo. Berríos et al. (2023) ao avaliarem o efeito da irrigação deficitária tangerineiras sob déficit hídrico, utilizando lâminas de 100% da evapotranspiração da cultura e de 70% da irrigação com déficit sustentado, constataram valores significativamente mais baixos de potencial hídrico do caule, condutância estomática foliar e fotossíntese líquida, em relação às árvores bem irrigadas no período de estudo.

Ao trabalhar com kiwi em diferentes estágios de crescimento submetido a déficit hídrico Yu-xuan et al. (2023), utilizando dois níveis de irrigação com déficit (20% de déficit hídrico e 40% de déficit hídrico) observaram que a redução e água afetaram a qualidade física e química dos frutos. Guedes et al. (2004) ao avaliarem o crescimento do amendoim submetido a déficit hídrico (controle e suspensão total de rega), concluíram que, a partir dos 35 dias o déficit hídrico provoca redução do crescimento de plantas, contudo, sem paralisa-lo, também ocasionou reduções na altura, número de folhas e área foliar das plantas e na matéria seca das folhas e dos caules e a suspensão total de rega promoveu redução na alocação de biomassa para as folhas e caules e aumenta a alocação de biomassa para as raízes.

Em estudo realizado por Machado et al (2009) trabalhando com déficit hídrico em cana-de-açúcar, foi imposto pela suspensão da rega, em três fases distintas do ciclo da planta: a primeira rega foi na fase de crescimento inicial (FCI), a segunda, na fase de crescimento máximo (FMC), e a terceira, na fase de acúmulo de sacarose nos colmos (FAS), constataram que, a deficiência de água durante o estágio inicial de crescimento do genótipo resulta em uma diminuição na produção de biomassa e na concentração de sólidos solúveis, devido a uma menor taxa de abertura dos estômatos e a uma eficiência de carboxilação fotossintética aparentemente menor.

### **3.4 Estratégias de manejo do déficit hídrico**

A análise das relações entre as plantas e a água, assim como o estudo das interações que ocorrem devido à escassez de água nos processos fisiológicos, é de extrema relevância. Isso ocorre porque a falta de água afeta diversos processos fisiológicos das plantas, muitos dos quais refletem mecanismos de adaptação (Peixoto et al., 2006). A existência de longos períodos de

escassez de chuvas e a alta variabilidade climática na região Nordeste do Brasil tornam a prática da escassez necessária para garantir uma produção agrícola segura. (Silva et al., 2013).

Diante do aumento global da necessidade de alimentos e da iminente saturação das terras disponíveis para a agricultura, é necessária a alocação de recursos em inovações tecnológicas que venham a contribuir para o rendimento das áreas agrícolas já em uso. Portanto, a adoção de métodos mais eficazes de manejo de irrigação pode resultar em uma redução significativa do consumo de água e energia, acarretando menor utilização dos recursos (Gava et al., 2015). Na agricultura irrigada, a gestão do sistema desempenha um papel crucial no sucesso da operação. Muitos sistemas são dimensionados, mas enfrentam desafios econômicos devido à aplicação limitada de água, sem levar em conta os parâmetros relacionados ao solo, à planta e à atmosfera que indicam quando e qual é a quantidade ideal de água de controle a ser aplicada (Oliveira et al., 2022).

A prática de irrigação deficitária tem se mostrado eficaz na melhoria da eficiência no uso da água em várias culturas, sem comprometer significativamente o rendimento das safras. Entretanto, a aplicação dessa técnica requer um entendimento preciso da forma como cada cultura responde ao déficit hídrico, visto que, a tolerância à seca varia significativamente de acordo com a genética da planta e o estágio fenológico em que se encontra (LIMA et al., 2012), pois a deficiência de água poderá provocar perdas consideráveis de produtividade e qualidade de frutos (Coelho, 2020). Uma ideia fundamental por trás da irrigação deficitária é que as plantas reagem de maneira diferente ao estresse causado pela falta de água, dependendo da fase de crescimento em que se encontram. Portanto, fornece menos água às plantas em estágios de crescimento não críticos pode não afetar de forma significativa a quantidade de cultivo que elas produzem, embora possa resultar em um crescimento mais lento do que o normal (CHAI et al., 2016).

Entretanto, diversos trabalhos foram desenvolvidos, a fim de, buscar estratégias para o manejo do déficit hídrico. Mesquita et al. (2017) trabalhando com estratégias de irrigação com déficit hídrico em mangueira utilizando 100% da ETc (Evapotranspiração da cultura) e 80, 60, 50 e 40% da Etc, concluiu que com redução da lâmina de irrigação à 40% da ETc reduziu a produtividade da mangueira “Palmer” quando comparado à irrigação plena com 100% da ETc. Utilizando 50% da ETr na fase de maturação fisiológica do fruto possibilitou maior produtividade comparado à aplicação de 50% da ETc nas três fases de desenvolvimento do fruto. A irrigação com déficit hídrico controlado com até 30% da ETc pode ser aplicada na fase de crescimento vegetativo na bananeira ‘BRS Princesa’ Coelho et al (2020)

Lopes et al (2023) em estudo com soja constataram que o déficit hídrico (50% da ET<sub>pc</sub>) em diferentes estádios de desenvolvimento e nas subparcelas das cultivares, propiciou uma redução drástica em todos os parâmetros avaliados (altura de plantas, número de folhas e produção de fitomassa seca da parte aérea). Terassi (2020) concluiu que os déficits hídricos aplicados nas diferentes fases fenológicas da cultura do brócolis afetaram perdas durante os dois primeiros estádios fenológicos e o déficit de 30% da evapotranspiração da cultura (ET<sub>c</sub>) no estágio final da cultura do brócolis houve uma queda de 7% da produtividade e no estágio inicial e intermediário, houve uma queda de 30% e 23% respectivamente.

### **3.5 Ácido ascórbico como atenuante do déficit hídrico**

O ácido ascórbico (AA), é um agente antioxidante não enzimático, uma vitamina solúvel em água de fácil absorção, desempenha um papel crucial como antioxidante nas plantas, está presente em várias partes da planta, comumente encontrando-se em concentrações mais elevadas nas folhas em comparação com outras partes da planta (Krupa-Maliewicz et al., 2015). A forma biologicamente ativa de AA é o ascorbato, que é uma forma aniônica estabilizada por ressonância. Essa forma é obtida quando o grupo hidroxila na posição C3 do ácido ascórbico é desprotonado (Akram et al., 2017).

No que se refere à sua função antioxidante, o ácido ascórbico é empregado pela enzima ascorbato peroxidase (APX) para transformar o peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) em água. Além disso, o ácido ascórbico tem a capacidade de eliminar de forma direta o superóxido, os radicais hidroxila e o oxigênio singlete, adicionalmente, o ácido ascórbico pode atuar como um cofator enzimático (Chen e Gallie 2004). O AA pode desencadear diversos efeitos benéficos no crescimento das plantas, desempenhando função vital como regulador potencial dos mecanismos de defesa das plantas em situações desfavoráveis de condições abióticas (Celi et al, 2023). O ascorbato é o principal agente de controle antioxidante no espaço extracelular das plantas, conhecido como apoplasto, onde desempenha um papel fundamental como um metabólito crucial que está intimamente ligado às funções celulares essenciais (Gratão et al 2005).

Portanto, devido à função do ascorbato como um agente que "limpa" o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>, alterações em seu estado de redução podem influenciar o movimento dos estômatos, especialmente em situações em que sinais como o ácido abscísico (ABA) ou o H<sub>2</sub>O<sub>2</sub> desencadeiam o fechamento dos estômatos (Deuner et al., 2008). O ácido ascórbico desempenha um papel significativo em diversas funções das plantas, sendo sua principal função a eliminação de Espécies Reativas de

Oxigênio (EROs) (Fatah & Sadek, 2020). O AA pode melhorar a tolerância contra estresses abióticos, melhorando o crescimento das plantas, a taxa de fotossíntese, a transpiração, o potencial de defesa oxidativa e os pigmentos fotossintéticos (Akram et al., 2017).

Santos (2020) em estudo com rabanete verificou que a utilização de ácido ascórbico, com cinco concentrações de ácido ascórbico (0, 250, 500, 750 e 1000 ppm), teve impacto nos parâmetros examinados, sem depender da quantidade de água aplicada. No entanto, em circunstâncias de disponibilidade hídrica favorável, o ácido ascórbico demonstrou maior eficácia. Segundo Nunes et al., (2020) trabalhando com sementes de feijão-caupi avaliou que a aplicação do ácido ascórbico em concentrações de 0,25; 0,50; 0,75 e 1,00 mM de AA nos genótipos, proporcionou o desenvolvimento de mudas mais vigorosas e a redução dos danos sob déficit hídrico causados às membranas.

Nesse contexto, o AA é uma molécula onipresente que se mostra eficaz na melhoria da tolerância ao estresse nas plantas (Akram et al., 2017). Como uma molécula antioxidante crucial na redução da superprodução de espécies reativas de oxigênio, o AA desempenha uma função significativa na adaptação das plantas às variadas condições de estresse ambiental, possuindo a capacidade de neutralizar as EROs geradas durante períodos de seca, salinidade, congelamento, exposição a metais pesados e outros estresses abióticos, oferecendo proteção às células contra potenciais danos oxidativos (Celi et al, 2023).

#### **4. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **4.1 Localização da área experimental**

A pesquisa foi realizada em um ambiente de campo dentro da área pertencente à Fazenda Experimental 'Rolando Enrique Rivas Castellón', vinculada ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA da Universidade Federal de Campina Grande – UFCG, localizada no município de São Domingos, Paraíba (06°48'50"S; 37°56'31"W, 190 m). Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo BSh que significa clima semiárido quente, com escassez de chuvas e distribuição irregular durante o ano (Alvares et al., 2013).

#### **4.2 Tratamentos, delineamento estatístico e cultura estudada**

Os tratamentos foram constituídos da combinação de duas estratégias de manejo da irrigação EMI (SE - plantas sob irrigação plena durante todo o ciclo; VE - plantas irrigadas com 50% da necessidade hídrica na fase vegetativa e quatro concentrações de ácido ascórbico (0; 200; 400 e 600 mg L<sup>-1</sup>). As concentrações de ácido ascórbico foram estabelecidas a partir de estudo realizado por Gaafar et al. (2020) em que utilizaram 0; 200 e 400 mg L<sup>-1</sup>, na cultura do feijão. Foram distribuídos, em esquema parcelas subdivididas com três repetições, cada parcela constituída por 3 plantas úteis e uma bordadura, dispostas em espaçamento de 3,5 e 2,5 m entre linhas e entre plantas respectivamente. Esta pesquisa é composta por 152 plantas, destas, 80 plantas correspondem a bordadura.

Foram utilizados dois níveis de reposição de água, sendo um com 100% da necessidade hídrica (irrigação plena) aplicada durante a fase vegetativa e outro com déficit hídrico (50% da necessidade hídrica da cultura), utilizado na fase de desenvolvimento da cultura: vegetativa (VE) - início do estresse hídrico aos 102 DAT até o surgimento da inflorescência. Nesta pesquisa, foi estudada a cultivar Paluma (variedade copa), produzidas a partir de estacas. A Paluma é uma cultivar que possui frutos grandes (acima de 200 g), de formato piriforme, com “pescoço” curto e casca lisa. A sua polpa é espessa (de 1,3 cm a 2,0 cm), firme, de cor vermelho-intensa e de sabor agradável (Silva et al., 2010).

#### **4.3 Preparo da área**

Na fase de preparação do solo, foi realizada uma aração seguida de gradagem, com o objetivo de desagregar o solo e nivelar a área. Em seguida foi realizado o levantamento das leiras, devido a incidência de alagamento no período chuvoso. O solo na região experimental é identificado como Neossolo Flúvico Ta Eutrófico, caracterizado por uma textura predominantemente de areia franca. Antes do transplântio das mudas em campo, foi realizada coletas das amostras de solo, na área experimental, na camada de 0-40 cm que posteriormente

foram misturadas para formar uma amostra composta, cujas características químicas e físicas foram obtidas conforme a metodologia de Teixeira et al. (2017).

#### **4.4 Transplântio e adubação**

As mudas de goiabeira foram transplantadas para o campo em covas de 30 cm x 30 cm x 30 cm quando atingirem de 40 cm de altura após a estaquia. No momento do transplântio, o colo (região entre as raízes e o tronco) das mudas ficou um pouco acima do nível do solo, para evitar a emissão de raízes acima da estaquia. Os tutores tiveram como finalidade a formação de caules eretos e foram utilizados para orientar os ramos laterais, visando à formação de uma copa com arquitetura equilibrada.

A adubação com nitrogênio, fósforo e potássio foi realizada, conforme recomendação de Barbosa & Lima (2010). Foi realizada uma adubação de fundação utilizando superfosfato simples, composto por fósforo, cálcio e enxofre com o objetivo de preparar o solo, fornecendo os nutrientes essenciais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. Já as fontes utilizadas para adubação nitrogenada e potássica foram ureia e cloreto de potássio. Já as adubações com micronutrientes foram realizadas a cada 30 com início aos 30 DAT, sendo aplicadas nas faces adaxial e abaxial, com solução na concentração de 1,0 g L<sup>-1</sup> de Dripsol Micro<sup>®</sup> (1,2% magnésio, 0,85% boro, 3,4% ferro, 4,2% zinco, 3,2% manganês, 0,5% cobre e 0,06% molibdnio), com o propósito de evitar o aparecimento de deficiências nutricionais.

Na fase vegetativa, o nitrogênio foi parcelado a cada 15 dias, iniciando-se aos 20 dias depois do transplântio - DAT. A adubação com potássio ocorreu a cada 30 DAT, realizadas por fertirrigação utilizando-se um injetor Venturi (Cavalcanti, 2008). Os tratos culturais e fitossanitários foram realizados antes e durante o transplântio das mudas, sendo realizado inicialmente a aplicação de nematicida, Nimitz a base de fluensulfona. Sempre monitorando o surgimento de pragas e doenças, adotando-se medidas de controle quando necessário.

#### **4.5 Manejo de Podas**

A planta foi conduzida em haste única até 50 cm de altura após 55 DAT, quando, então, a gema terminal foi eliminada. A partir das brotações que surgiram, foram deixadas quatro pernas bem distribuídas, no sentido dos quatro pontos cardiais. Após atingirem seu amadurecimento, as pernas principais foram podadas, de modo a permanecerem com 30 cm de comprimento, conforme recomendação da EMBRAPA (2010). A poda de formação foi realizada aos 83 DAT, teve como objetivo guiar o crescimento da planta para alcançar uma

distribuição adequada dos ramos, resultando em uma estrutura equilibrada e arejada. Isso possibilitará uma melhor entrada de luz e promoverá a ventilação dentro da copa.

#### 4.6 Manejo de irrigação

O sistema de irrigação adotado foi o localizado por gotejamento, utilizando-se tubos de PVC de 32 mm na linha principal e tubos de polietileno de baixa densidade de 16 mm nas linhas laterais, com gotejadores de vazão 10 L h<sup>-1</sup>. Em cada planta serão instalados, dois gotejadores autocompensantes (modelo GA 10 Grapa), cada um a 15 cm do caule. As plantas serão irrigadas diariamente, às 07:00 horas da manhã, com fornecimento de água, conforme estratégia adotada, sendo a lâmina estimada com base no método de Hargreaves-Samani (1982) e Bernardo et al. (2019), obtida pela Eq. 1 e 2:

$$ET_o = 0,0023 \times Q_o \times (T_{max} - T_{min})^{0,5} \times (T_{med} + 17,8) \dots\dots\dots (1)$$

Em que:

ET<sub>o</sub> - evapotranspiração de referência, mm d<sup>-1</sup>; e T<sub>max</sub> – Temperatura máxima do ar (0C);

T<sub>min</sub> – Temperatura mínima do ar (0C);

T<sub>med</sub> – Temperatura média do ar (0C); e

Q<sub>o</sub> – Irradiância solar extraterrestre (mm dia<sup>-1</sup>) de evaporação equivalente.

$$ET_c = ET_o \times K_c \dots\dots\dots (2)$$

Em que: ET<sub>c</sub> - evapotranspiração da cultura, mm dia<sup>-1</sup>; ET<sub>o</sub> - evapotranspiração de referência de Hargreaves-Samani, mm d<sup>-1</sup>; e K<sub>c</sub> - coeficiente de cultivo, adimensional.

K<sub>c</sub> = coeficiente da cultura, o qual será adotado 0,40 até o florescimento, e de 0,65 do florescimento em diante, de acordo com a Embrapa (2010).

O teor de umidade no solo também foi quantificado, utilizando o Reflectômetro no Domínio do Tempo (TDR), através de emissões de pulsos eletromagnéticos de alta frequência pelo sensor conectado a um cabo coaxial, na qual as reflexões ocorridas durante um determinado tempo são registradas e lidas como distância, de acordo com sua relação com a constante dielétrica (Topp et al., 1980).

#### 4.7 Aplicação foliar de ácido ascórbico

As aplicações foliares com ácido ascórbico foram iniciadas 100 DAT, 72 h antes de iniciar o déficit hídrico nas plantas. Posteriormente as aplicações foram realizadas a cada 20 dias e teve início previsto para 17 h até as plantas atingirem a fase de plena floração. As concentrações de ácido ascórbico foram obtidas pela sua dissolução em água destilada, cujo preparo foi realizado no dia de cada aplicação. As aplicações foliares foram realizadas pulverizando as

faces abaxial e adaxial das folhas, de modo a se obter o molhamento. Nas soluções de pulverização foi adicionado um surfactante (Tween 20 a 0,025%), para quebrar a tensão superficial da água e favorecer a penetração do ácido ascórbico nas folhas. As plantas foram isoladas com estrutura utilizando-se lona plástica durante as aplicações das concentrações de ácido ascórbico para evitar a deriva das soluções.

## 4.8 Variáveis analisadas

### 4.8.1 Variáveis de crescimento

Aos 111 DAT as avaliações de crescimento foram realizadas em intervalos de 30 dias através da altura de plantas (AP), o diâmetro de caule (DC), o diâmetro médio da copa das plantas (DMcopa), e o volume da copa (Vcopa). A AP foi mensurada com auxílio de uma fita métrica, medindo-se da superfície do solo até ponto de inserção do meristema apical. O DC foi medido a uma altura de 4 cm do colo da planta, utilizando-se de um paquímetro digital.

O crescimento do diâmetro do caule e altura das plantas de goiabeira foram avaliadas no período de 111 a 160 DAT, através da taxa de crescimento relativo em diâmetro do caule (TCRDC E TCRAP), obtidas de acordo com Benincasa (2003), conforme Eq. 3.

$$TCR = \frac{(\ln DC_2 - \ln DC_1)}{t_2 - t_1} \dots\dots\dots (3)$$

O Dcopa foi calculado pela média do diâmetro da copa na direção da linha (DL) e do diâmetro da copa na direção da entrelinha (DE). O volume médio da copa (Vcopa) foi calculado a partir da altura da planta (H), DL e DE, utilizando-se a Eq. 4 proposta por Zekri et al. (2003).

$$V_{copa} = \frac{\pi}{6} \times H \times DL \times DE \dots\dots\dots (4)$$

### 4.8.2 Variáveis fisiológicas

A quantificação dos teores de pigmentos fotossintéticos (clorofila *a* e *b*, clorofila total e carotenoides) foram realizadas seguindo o método laboratorial desenvolvido por Cruz et al.

(2007). A partir dos extratos, foram determinadas as concentrações de clorofila *a*, *b* e T e carotenóides nas soluções utilizando-se um espectrofotômetro no comprimento de onda de absorvância (ABS) (649, 665 e 480 nm), utilizando-se as Eq. 5, 6, 7 e 8:

$$Cl\ a = 12,7 A_{665} - 2,69 A_{649} \dots\dots\dots (5)$$



$$Cl\ b = 22,9 A_{649} - 4,68 A_{665} \dots\dots\dots(6)$$

$$Car = (1000A_{470} - 1,82 Cl\ a - 85,02 Cl\ b)/198 \dots\dots\dots(7)$$

$$Cl\ T = Cl\ a + Cl\ b \dots\dots\dots(8)$$

### 4.8.3 Relações hídricas

A determinação do teor relativo de água no limbo foliar determinação do TRA foi feita de acordo com a metodologia de Weatherley (1950), utilizando-se a Eq. 9:

$$TRA = \frac{(MF - MS)}{(MT - MS)} \times 100 \dots\dots\dots(9)$$

Em que:

TRA- teor relativo de água (%);

MF - Massa fresca de folha (g);

MT - Massa túrgida (g); e,

MS - Massa seca (g).

Com o propósito de avaliar a capacidade de desruptura da membrana celular sob condições de déficit hídrico foi determinado o extravasamento de eletrólitos na membrana celular de acordo com Scott Campos et al. (2013), conforme Eq .10:

$$EE = \frac{Ci}{Cf} \times 100 \dots\dots\dots(10)$$

Em que:

EE = extravasamento de eletrólitos na membrana (%);

Ci= condutividade elétrica inicial (dS m<sup>-1</sup>);

Cf= condutividade elétrica final (dS m<sup>-1</sup>).

### 4.9 Análises estatísticas

Os dados foram analisados quanto à normalidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância pelo teste F ( $p \leq 0,05$ ), quando significativo será realizado teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) para as estratégias de manejo da irrigação com déficit hídrico e análise de regressão polinomial linear e quadrática ( $p \leq 0,05$ ) para as concentrações de ácido ascórbico, utilizando o software estatístico SISVAR-ESAL (Ferreira, 2019).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Houve efeito significativo das estratégias de manejo da irrigação sobre o diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), volume de copa (Vcopa), diâmetro de copa (Dcopa) taxa de crescimento relativo para diâmetro do caule (TCRDC) e taxa de crescimento relativo para altura da planta (TCRAP). As concentrações de ácido ascórbico e a interação entre os fatores (EMI × AA) não influenciaram de forma significativa nenhuma das variáveis analisadas, aos 160 DAT.

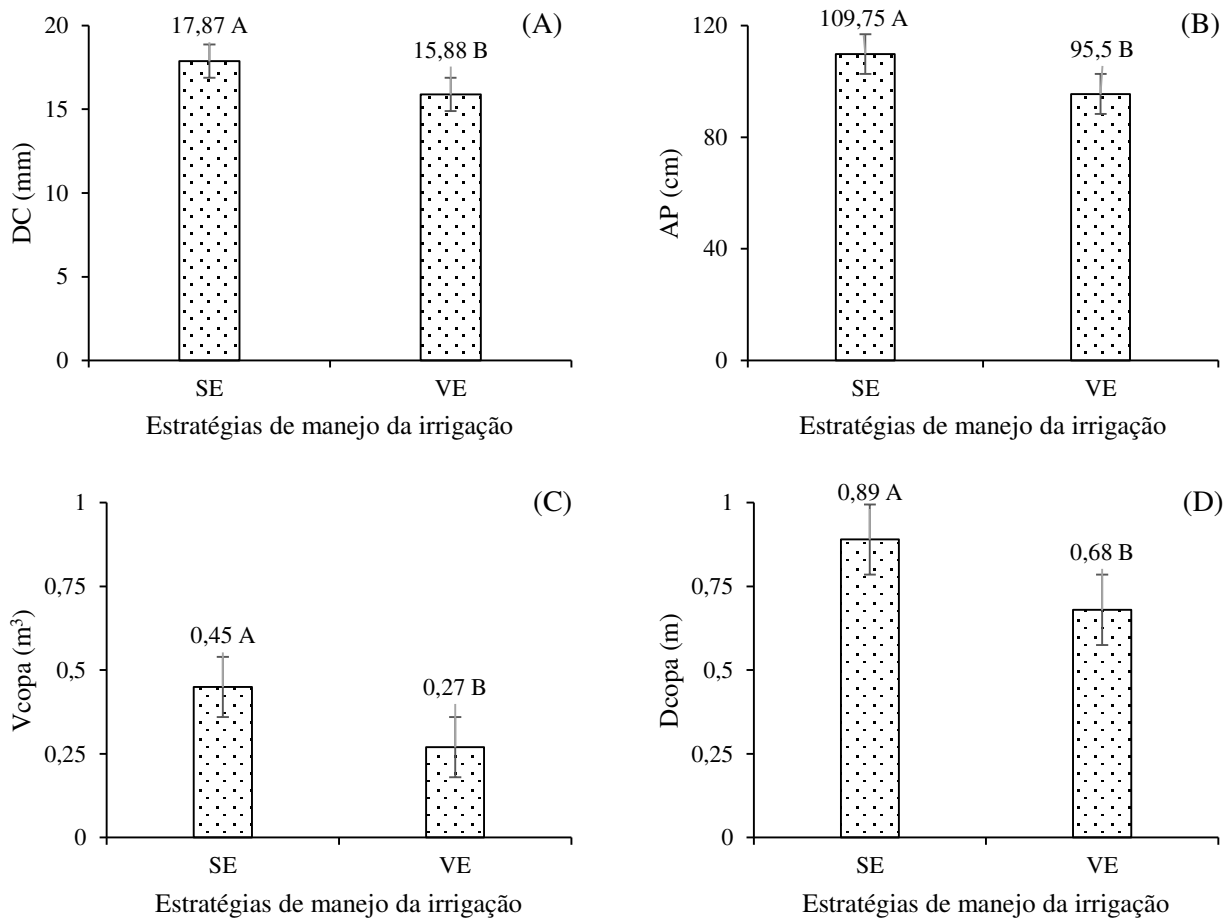
**Tabela 1.** Resumo da análise de variância para diâmetro do caule (DC), altura da planta (AP), volume de copa (Vcopa), diâmetro de copa (Dcopa), taxa de crescimento relativo para diâmetro do caule (TCRDC) e taxa de crescimento relativo para altura da planta (TCRAP) da goiabeira cultivada sob estratégias de manejo da irrigação (EMI) e concentrações de ácido ascórbico (AA), aos 160 dias após o transplantio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		DC	AP	Vcopa	Dcopa	TCRDC	TCRAP
Estratégias de manejo da irrigação (EMI)	1	23,96*	1218**	0,201**	0,273**	0,09*	0,123**
Concentrações de ácido ascórbico (AA)	3	5,06 <sup>ns</sup>	28,4 <sup>ns</sup>	0,010 <sup>ns</sup>	0,005 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	2,90 <sup>ns</sup>	18,40 <sup>ns</sup>	0,01083 <sup>ns</sup>	0,00705 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	3,61 <sup>ns</sup>	63,37 <sup>ns</sup>	0,00006 <sup>ns</sup>	0,00001 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,006 <sup>ns</sup>
Interação (EMI × AA)	3	6,05 <sup>ns</sup>	94,3 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>	0,002 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
Blocos	2	6,81 <sup>ns</sup>	27,12 <sup>ns</sup>	0,030 <sup>ns</sup>	0,037 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
Resíduo	14	2,95	111,3	0,011	0,013	0,01	0,010
CV (%)		10,18	10,28	29,61	14,59	3,87	2,28

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; \* significativo a 0,05; \*\* significativo a 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

O diâmetro do caule e altura de planta reduz de acordo com o decréscimo na disponibilidade de água na goiabeira (Figuras 1A e 1B). Nota-se maiores valores médios na estratégia que não recebeu estresse de 17,87 mm e 109,5 cm respectivamente para diâmetro de caule e altura de planta. Quando comparados com as plantas que receberam estresse na fase vegetativa constata-se um acréscimo de 11,14 e 12,98% na mesma ordem. A falta de água pode limitar o desenvolvimento e, em certas circunstâncias, reduzir o crescimento das plantas devido à restrição na quantidade de células depositadas pelo meristema cambial durante esse intervalo de tempo (Franco 2018), podendo levar à morte das células e, conseqüentemente, à paralisação desses importantes processos de crescimento celular (Lisar et al., 2012). De acordo com Tognon, (2010) a disponibilidade de água desempenha um papel crucial na expansão e alongamento das células, sendo que sua escassez pode resultar na interrupção desses processos

fisiológicos nas plantas, isso ocorre porque as células somente se expandem quando estão turgidas. Rodrigues et al. (2017) trabalhando com cupuaçuzeiro sob dois tipos de regimes hídricos, com e sem restrição hídrica (controles sob regime de irrigação com 300 ml de água por planta) constataram acentuado decréscimo na altura e diâmetro para as progênes submetidas ao déficit hídrico.



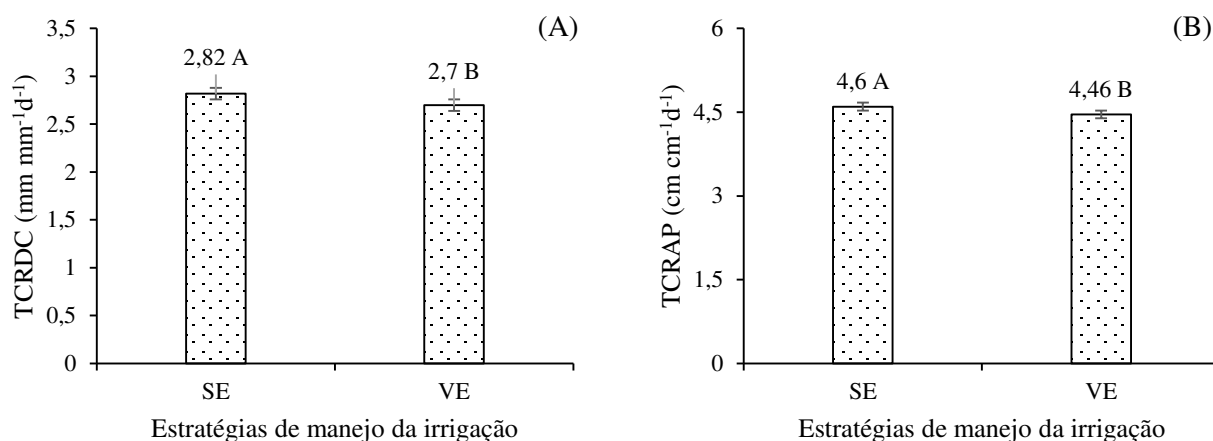
Médias dos tratamentos seguidas por mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). SE - sem estresse ao longo do ciclo da cultura; VE - correspondem ao déficit hídrico na fase vegetativa.

**Figura 1.** Diâmetro do caule – DC (A), altura da planta – AP (B), volume de copa – Vcopa (C), e diâmetro de copa – Dcopa (D) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação aos 160 dias após o transplântio (DAT).

Ocorreu redução no volume da copa (Vcopa) e diâmetro da copa (Dcopa) com o decréscimo na disponibilidade de água na goiabeira (Figura 1C e 1D). Observa-se maiores valores médios na condição sem estresse de  $0,45 \text{ m}^3$  e  $0,89 \text{ m}^2$  para Vcopa e Dcopa respectivamente. Quando comparados com as plantas que receberam estresse, nota-se um aumento de  $37,78 \%$  e  $23,60 \%$ . A forma e o tamanho das plantas podem alterar-se durante o seu desenvolvimento, sendo impactados por diversos fatores, tais como o espaçamento entre as

plantas, as condições do solo e clima, a competição entre as copas das árvores e práticas silviculturais (desbaste e desrama) (Condé et al., 2013). Cabe salientar que, quando uma planta passa por um déficit hídrico, praticamente todos os aspectos de seu crescimento e desenvolvimento são impactados, resultando em alterações em sua anatomia e morfologia, e até mesmo influenciar diversas reações metabólicas (Achakzai, 2009). O déficit hídrico, pode levar a uma diminuição na taxa de fotossíntese e no transporte de nutrientes, e diminuição da absorção de CO<sub>2</sub> a nível celular (Taiz e Zeiger, 2006), provocando redução da área foliar, número de folhas, altura da planta e caule das plantas (Correia e Nogueira, 2004). Pavão (2016) trabalhando com laranjeira cultivada sob lâminas de irrigação de (100, 75, 50 e 25 %) notou redução no volume da copa em que as plantas estavam sob estresse. Lima et al. (2022) em goiabeira sob déficit hídrico usando duas lâminas de água de irrigação (50 e 100% da evapotranspiração real - ETr), observou diminuição no diâmetro de caule com a aplicação da lâmina de 50% da ETr, quando comparada com a lâmina de 100% da ETr.

A redução na quantidade de água disponível inibiu o desenvolvimento da goiabeira sob a taxa de crescimento relativo para diâmetro do caule (TCRDC), e taxa de crescimento relativo para altura da planta (TCRAP) (figura 3A e 3B). Nota-se que as plantas com estresse na fase vegetativa tiveram redução de 4,25 e 3,04 %, respectivamente, em relação as sem estresse. Essa limitação nos valores da TCRAP e TCRDC pode ser resultado de uma diminuição na divisão e expansão celular, isso ocorre devido ao déficit hídrico que as plantas enfrentam durante suas fases iniciais de crescimento (Gonçalves et al., 2022). Segundo Baldo et al. (2009) plantas quando submetidas a deficiência de água compromete o crescimento secundário do caule, reduzindo o diâmetro, assim, isso pode ter sido um elemento que resultou em uma taxa de crescimento relativa mais baixa quando as plantas enfrentaram escassez de água durante a fase vegetativa. Rodrigues et al (2015), trabalhando com cafeeiro sob déficit hídrico no solo constituído de quatro tratamentos (100, 50, 30 e 10% da água disponível no solo), verificou que, a taxa de crescimento da altura e caule do cafeeiro decresceu linearmente com a redução da água disponível no solo.



Médias dos tratamentos seguidas por mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). SE - sem estresse ao longo do ciclo da cultura; VE - correspondem ao déficit hídrico na fase vegetativa.

**Figura 2.** Taxa de crescimento relativo para diâmetro do caule (TCRDC), e taxa de crescimento relativo para altura da planta (TCRAP) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação no período de 111 a 160 respectivamente dias após o transplantio.

Verifica-se efeito significativo da interação entre os fatores (EMI  $\times$  AA) para clorofila a (Cl a) e clorofila total (Cl T). Na estratégia de manejo de irrigação houve efeito significativo sobre o conteúdo relativo de água (CRA%), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE%), clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), e carotenoides totais (CAR).

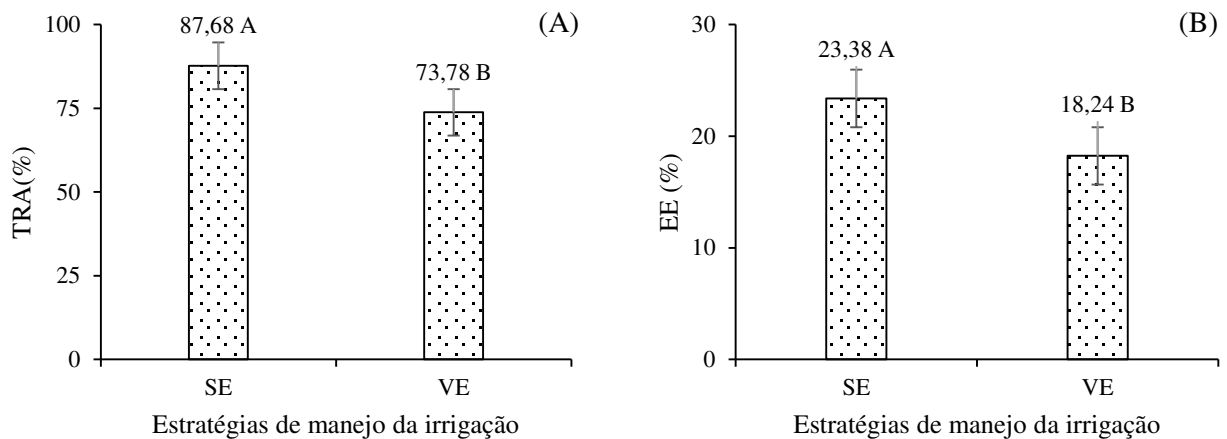
**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para teor relativo de água (TRA%), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar (EE%), clorofila a (Cl a), clorofila b (Cl b), clorofila total (Cl T), e carotenoides totais (CAR) da goiabeira cultivada sob estratégias de manejo da irrigação (EMI) e concentrações de ácido ascórbico (AA), aos 160 dias após o transplantio.

Fonte de variação	GL	Quadrados médios					
		TRA	EE	Cl a	Cl b	Cl T	Car
Estratégias de manejo da irrigação (EMI)	1	1159,2**	158,2*	20,27**	17,17**	21,62 <sup>ns</sup>	1,05*
Concentrações de ácido ascórbico (CAA)	3	59,68 <sup>ns</sup>	2,13 <sup>ns</sup>	2,40*	3,24 <sup>ns</sup>	6,03 <sup>ns</sup>	0,008 <sup>ns</sup>
Regressão Linear	1	163,8 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>	1,04 <sup>ns</sup>	2,92 <sup>ns</sup>	0,24 <sup>ns</sup>	0,02 <sup>ns</sup>
Regressão Quadrática	1	2,50 <sup>ns</sup>	2,98 <sup>ns</sup>	5,92**	5,51 <sup>ns</sup>	17,30 <sup>ns</sup>	0,003 <sup>ns</sup>
Interação (EMI $\times$ AA)	3	74,72 <sup>ns</sup>	22,4 <sup>ns</sup>	7,82**	0,84 <sup>ns</sup>	28,12*	0,12 <sup>ns</sup>
Blocos	2	43,18 <sup>ns</sup>	7,66 <sup>ns</sup>	0,31 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	2,84 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
Resíduo	14	56,37	28,29	0,66	1,02	6,51	0,12
CV (%)		9,3	25,56	4,81	15,04	10,63	8,68

GL - Grau de liberdade; CV - Coeficiente de variação; \* significativo a 0,05; \*\* significativo a 0,01 de probabilidade; <sup>ns</sup> não significativo.

O TRA foi significativamente reduzido à medida que houve redução na quantidade de água para a planta (Figura 3A). As plantas de goiabeira com estresse apresentam redução de

15,85%, quando comparadas com as plantas sem estresse. A diminuição do teor relativo de água nos tecidos foliares conforme o déficit hídrico se agrava, indicando que a planta passou por uma desidratação do protoplasma, podendo ter acentuados processos cruciais de crescimento celular (Peloso, 2017). Segundo Teixeira et al., (2015), esse declínio ocorre devido à escassez de água no solo e à retenção de moléculas de água nas partículas coloidais, impedindo a liberação dessa água para ser utilizada pela planta. Oliveira, (2023), em videira sob estratégias hídricas em condições semiárida, utilizando cinco lâminas de irrigação (70; 85; 100; 115 e 130% da evapotranspiração da cultura – ETc), constatou que, o estresse hídrico no início da fase vegetativa do desenvolvimento da baga, reduz o potencial de crescimento por inibir a divisão celular, restringindo irreversivelmente o número total de células.



Médias dos tratamentos seguidas por mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). SE - sem estresse ao longo do ciclo da cultura; VE - correspondem ao déficit hídrico na fase vegetativa.

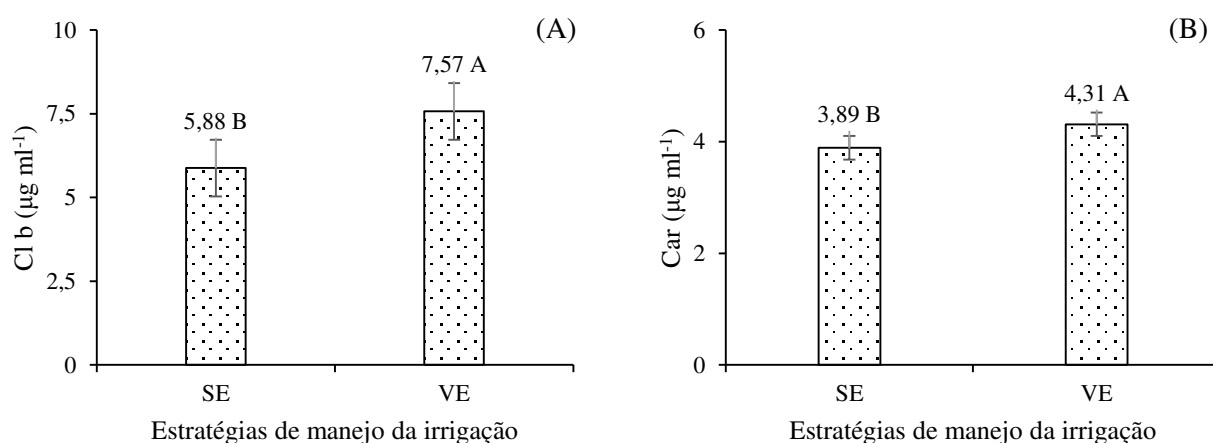
**Figura 3.** Conteúdo relativo de água – TRA (A), extravasamento de eletrólitos no limbo foliar – EE (B) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação aos 160 dias após o transplantio.

Para o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar das plantas de goiabeira (Figura 3B) observa-se diminuição na fase vegetativa, diferindo-se de forma significativa das plantas que receberam o maior de nível de água. Nota-se que as plantas com estresse tiveram redução de 21,98% em relação as sem estresse. Segundo Hall (2001), membranas que são mais resistentes tendem a permitir um vazamento mais lento de eletrólitos. Portanto, resultados diferentes foram encontrados por Peloso et al. (2017), trabalhando com café (*Coffea arabica* L.), observou que, o estresse promovido pelo déficit hídrico aumentou significativamente o EE

em plantas submetidas a menores quantidades de água disponível (AD) quando comparadas com as plantas mantidas a maiores quantidades de AD.

Para os teores de Clorofila b (Figura 4A) e carotenoides totais (figura 4B) verifica-se acréscimo nas plantas quando submetidas ao estresse na fase vegetativa de 22,32 e 9,74% quando comparadas as plantas sem estresse. Acréscimo a produção de carotenoides em plantas cultivadas sob as estratégias de VE, surge como uma opção eficaz para captar e distribuir energia radiante e protetoras da clorofila, participando de um complexo sistema de defesa não enzimático em resposta ao estresse, esse comportamento, que envolve a dissipação do excesso de energia luminosa, é uma maneira utilizada pelas plantas para desempenhar um papel fotoprotetor. Além disso, os carotenoides podem agir como protetores do aparato fotoquímico, mitigando os danos foto-oxidativos nas moléculas de clorofila. (Taiz et al., 2017).

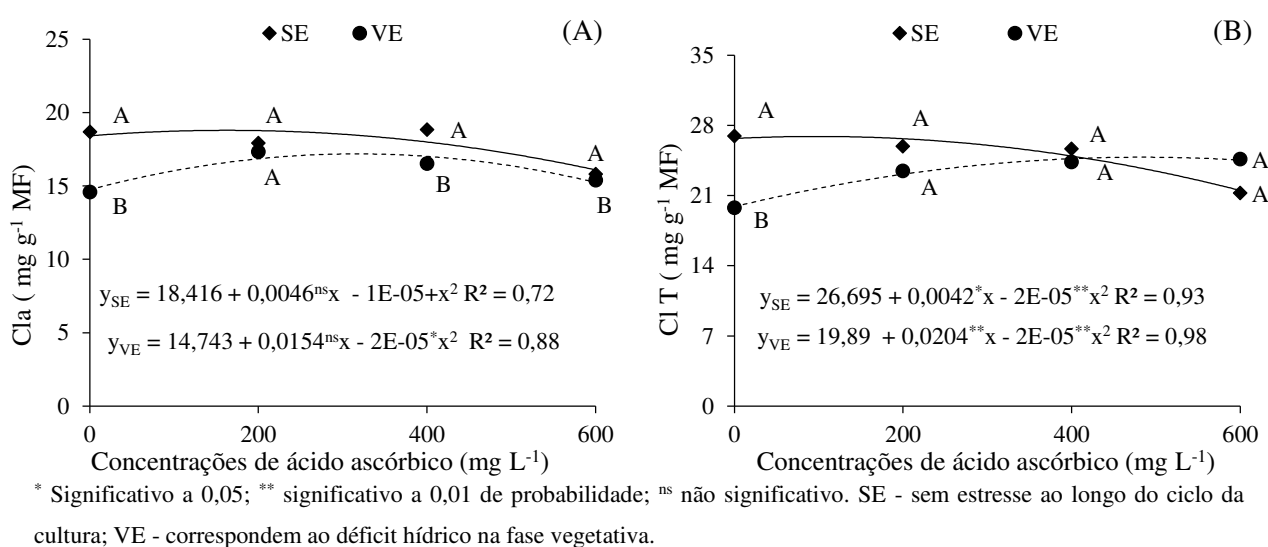
Embora a maioria dos estudos demonstre uma diminuição nos pigmentos após a indução do estresse, essa tendência não foi observada neste trabalho. Os resultados encontrados corroboram os de Moura et al., (2016), estudando sobre pinhão-manso (*Jatropha curcas*), verificou que, os carotenoides não apresentaram diferenças significativas nas três épocas de avaliação, mostrando-se eficazes como fotoprotetores, não sendo afetados pelo déficit hídrico. Ulisses, (2016), não observou redução dos pigmentos após submissão ao estresse, a quantidade de pigmentos nas plantas aumentou quando impostas ao déficit hídrico, com exceção da relação clorofila a/b, que manteve proporções equilibradas.



Médias dos tratamentos seguidas por mesmas letras não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,05$ ). SE - sem estresse ao longo do ciclo da cultura; VE - correspondem ao déficit hídrico na fase vegetativa

**Figura 4.** Clorofila b – Cl b (A) e carotenoides totais – CAR (B) da goiabeira em função das estratégias de manejo da irrigação aos 160 dias após o transplântio.

Os teores de clorofila *a* (Cl *a*) (figura 6A) de goiabeira se comportaram de forma quadrática, sendo os maiores valores encontrados nas plantas de 18,7 mg g<sup>-1</sup> MF quando não se aplicou o ácido ascórbico, e o menor valor de Cl *a* identificado foi na aplicação de 600 mg L<sup>-1</sup> de AA. Para as plantas que receberam o estresse na fase vegetativa os maiores valores achados foram de 17,34 mg g<sup>-1</sup> MF quando submetidos a aplicação de 200 mg L<sup>-1</sup> de AA e os menores de 15,4 mg g<sup>-1</sup> MF, o que representa um decréscimo de 11,18% no teor de Cl *a*, quando se compara maior e menor valor encontrados. As consequências da escassez de água sobre os pigmentos das plantas (clorofila e carotenoides) podem provocar desequilíbrios osmóticos, manifestados pela diminuição da turgescência e do crescimento, podendo resultar na deterioração da clorofila, pigmento é essencial para o processo de fotossíntese (Marques, 2011).



**Figura 5.** Desdobramento da interação entre os fatores estratégias de manejo da irrigação e concentrações de ácido ascórbico, para clorofila *a* – Cl *a* (A) e clorofila total – Cl T (B) da goiabeira aos 160 dias após o transplantio.

Com relação ao teor de clorofila total (Cl T) os maiores valores observados foram de 26,94 mg g<sup>-1</sup> MF obtidos quando não se aplicou o ácido ascórbico nas plantas sem estresse e menor valor de 21,26 mg g<sup>-1</sup> MF, observando-se redução de 21,08% da clorofila total em doses de 600 mg L<sup>-1</sup>. Nas plantas que receberam estresse nota-se maiores valores de 24,65 quando aplicado doses de 600 mg g<sup>-1</sup> MF. A clorofila desempenha um papel vital no complexo pigmento-proteína localizado na membrana do tilacóide, sendo essencial para o processo de fotossíntese, a quantidade de clorofila presente pode indicar o nível de atividade fotossintética, influenciando o crescimento das plantas, além disso, a condição hídrica das plantas, que tem um impacto direto nos processos metabólicos, também se reflete no desenvolvimento vegetal. (Dong et al., 2019).



## 6. CONCLUSÃO

Ocorreu redução do diâmetro do caule, altura da planta, volume de copa, diâmetro de copa, taxa de crescimento relativo do diâmetro do caule a altura da planta quando submetidos ao déficit hídrico na fase vegetativa.

O teor relativo de água nas folhas reduziu quando as plantas de goiabeira cv. Paluma foram submetidos ao déficit hídrico na fase vegetativa.

Houve redução do extravasamento de eletrólitos nas plantas de goiabeira cv. Paluma submetidas ao déficit hídrico na fase vegetativa.

Os teores de clorofila b e carotenoides aumentaram nas plantas de goiabeira cv. Paluma quando expostas ao déficit hídrico na fase vegetativa.

As concentrações de até 200 mg L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico intensificaram o aumento da clorofila *a* e concentrações de 600 mg L<sup>-1</sup> de ácido ascórbico aumentam a quantidade de clorofila total nas plantas de goiabeira cv. Paluma quando exposta ao déficit hídrico na fase vegetativa.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Achakzai, A. K. K. Effect of water stress on imbibition, germination and seedling growth of maize cultivars. *Sarhad Journal of Agriculture*, v.25, p.165-172, 2009.
- Akram, N. A.; Shafiq, F.; Ashraf, M. Ascorbic acid-a potential oxidant scavenger and its role in plant development and abiotic stress tolerance. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 613-620, 2017.
- Almeida, O. A. de. *Qualidade da Água de Irrigação*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2010.
- Andrade, J. A. de; Nunes, M. A. Acesso à água no Semiárido Brasileiro: uma análise das políticas públicas implementadas na região. *Revista Espinhaço*, v.3, p.29, 2017.
- Andrade, V. P. M. D. Estratégias de manejo de irrigação para o cultivo da mangueira ‘Kent’ no Semiárido brasileiro. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi Árido, Mossoró, 2021.
- Arkin, G.F.; Ritchie, J.T.; Maas, S.J. A model for calculating light interception by a grain sorghum canopy. *Transaction AAE*, St Joseph, v.21, p.303-308, 1978.
- Arruda, T. F. de L.; Lacerda, C. N. de.; Silva, A. A. R. da; Azevedo, C. A. V. de.; Souza, A. R. de. Morfologia de goiabeira sob déficit hídrico e aplicação foliar de ácido ascórbico, 2022.
- Ayers, R. S.; Westcot, D. W. *Water quality for agriculture*. Roma, FAO. v.29, n.1, p.174, 1985.
- Baldo, R; Scalon, S. de P. Q; Rosa, Y. B. C. J; Mussury, M.R; Betoni, R; Barreto, W. dos. S. Comportamento do algodoeiro cultivar Delta Opal sob déficit hídrico com e sem aplicação de bioestimulante. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 33, p. 1804-1812, 2009.
- Benincasa, M. M. P. *Análise de crescimento de plantas, noções básicas*. 2. ed. Jaboticabal: FUNEP, 2003. 41 p.
- Bernardo, S.; Soares, A. A.; Mantovani, E. C. *Manual de Irrigação*. 8º ed. Viçosa: Ufv, p. 625, 2066.
- Berríos, P.; Temnani, A.; Zapata-García, S.; Sánchez-Navarro; V.; Zornoza, R.; Pérez-Pastor, A. Effect of deficit irrigation and mulching on the agronomic and physiological response of mandarin trees as strategies to cope with water scarcity in a semi-arid climate. *Scientia Horticulturae*, v. 324, e112572, 2023.
- Bezerra, F. M. L.; Araripe, M. A. E.; Teofilo, E. M.; Cordeiro, L. G.; Santos, J. J. A. dos. Feijão caupi e déficit hídrico em suas fases fenológicas. *Revista Ciência Agronômica*, v. 34, p.13-18, 2003.

- Brunini, O.; Cardoso, M. Efeito do déficit hídrico no solo sobre o comportamento estomático e potencial da água em mudas de seringueira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 33, p. 1053-1060, 1998
- Caetano, T. O. Disponibilidade hídrica das aluviões e as características de uso e demanda de água em comunidades rurais do semiárido pernambucano. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco, 2018.
- Campos, M. de, J.A.; Santos, M. S.; Nacarath, F. F. R. I. Water stress in plants: a review. *Research, Society and Development*, v. 10, e311101523155, 2021.
- Carvalho, J. D. A.; Santana, M. J. D.; Pereira, G. M.; Pereira, J. R. D.; Queiroz, T. M. D. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura da berinjela (*Solanum melongena* L.). *Engenharia Agrícola*, v. 24, p. 320-327, 2004.
- Castro, C. N. de; Agricultura irrigada no semiárido: Sobre uma análise histórica e atual de diferentes opções de política. Texto para Discussão, N. 2369, Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), Brasília, 2018.
- Cavalcanti, F. J. A. Recomendações de adubação para o Estado de Pernambuco: 2. aproximação. 3. ed. Recife: IPA. 2008. 212 p.
- Celi, G. E. A.; Gratão, P. L., Lanza, M. G. D. B., & dos Reis, A. R. Physiological and biochemical roles of ascorbic acid on mitigation of abiotic stresses in plants. *Plant Physiology and Biochemistry*, v. 202, p. 107970–107970, 2023.
- Chai, Q., Gan, Y., Zhao, C. et al. Regulated deficit irrigation for crop production under drought stress. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 36, p. 1-21, 2016.
- Coelho, E. F.; Santos, M. dos R.; Rocha Cruz, R. da O.; Lima, L. W. F.; Barros, D. L. Irrigação com déficit regulado em diferentes fases de cultivo de Bananeira ‘BRS princesa’. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 14, n. 2, p. 3931, 2020.
- Condé, T. M.; de Lima, M. L. M.; de Lima Neto, E. M.; Tonini, H. Morfometria de quatro espécies florestais em sistemas agroflorestais no município de Porto Velho, Rondônia. *Revista Agro@ mbiente*, v. 7, p. 18-27, 2013.
- Cordeiro, G. G. Qualidade de Água para Fins de Irrigação: conceitos básicos e práticos. 2001. Disponível em: [http://www.cpatia.embrapa.br/public\\_eletronica/downloads/SDC167.pdf](http://www.cpatia.embrapa.br/public_eletronica/downloads/SDC167.pdf). Acessado em: 09 de agosto. 2023.
- Cordeiro, G.G. Qualidade de Água para Fins de Irrigação: Conceitos básicos e práticos. EMBRAPA, 2001.

- Correia, K. G.; Nogueira, R. J. M. C. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista Biologia e Ciências da Terra*, v.4, p.7, 2004.
- Costa, A. de F. S. da.; Costa, A. N. da. Tecnologia para a produção de goiaba. Incaper, Vitória, ES, p. 35-36, 2003.
- Costa, M. E.; Morais, F. A. de; Souza, W. C. M. de; Gurgel, M. T.; Oliveira, M. T. Estratégias de irrigação com água salina na mamoneira. *Revista Ciência Agronômica*, v.44, p.34-43, 2013.
- Cruz, J. P. H, Crescimento e eficiência no uso da água de cafeeiro submetido a estratégias de manejo da irrigação. Monografia (graduação em agronomia). Universidade Federal de Uberlândia, Monte Carmelo, 2019.
- Dong, Y.; Wan, Y.; Liu, F.; Zhuge, Y. Effects of exogenous SA supplied with different approaches on growth, chlorophyll content and antioxidante enzymes of peanut growing on calcareous soil. *Journal of Plant Nutrition*, v. 42, p.1869-1883, 2019.
- El-Sayed, O. M., El-Gammal, O. H. M., & Salama, A. S. M. Effect of ascorbic acid, proline and jasmonic acid foliar spraying on fruit set and yield of Manzanillo olive trees under salt stress. *Scientia Horticulturae*, v. 176, p. 32-37, 2014.
- EMBRAPA. A cultura da goiaba. 2.ed. Brasília: Informação tecnológica, 2010. 180p.
- Ezzahar, J.; Chehbouni, A.; hoedjes, J. C. B.; Erraki, S.; Chehbouni, A.; Boulet, G.; Bonnefond, J. M.; de Bruin, H. A. R. The use of the scintillation technique for monitoring seasonal water consumption of olive orchards in a semi-arid region. *Agricultural Water Management*, Amsterdam, v. 89, p. 173-184, 2007.
- Fachi, L. R.; Garbugio, E. L. S.; Ferreira, A. F. N.; Machado, R.F.C.; Krause, W. Quality and correlation of physical and chemical parameters of goiaba cultivar fruits. *Scientific Electronic Archives*, v. 11, p. 36-40, 2018.
- Franco, M. P. Plasticidade de árvores de *Eucalyptus grandis* no contexto das mudanças climáticas: interação do déficit hídrico e da fertilização no crescimento e qualidade do lenho das árvores. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, 2018.
- Gaafar, A. A.; Ali, S. I.; El-Shawadfy, M. A.; Salama, Z. A.; Şekara, A.; Ulrichs, C.; Abdelhamid, M. T. Ascorbic acid induces the increase of secondary metabolites, antioxidant activity, growth, and productivity of the common bean under water stress conditions. *Plants*, v. 9, p. 627-651, 2020.

- Gava, R.; Frizzzone, J. A.; Snyder, R. L.; Almeida, B. M. de; Freitas, P. S. L. de; Rezende, R. Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja. *Brazilian Journal of Biosystems Engineering*, v.10, p.305-315, 2016.
- Gava, R.; Frizzzone, J. A.; Snyder, R. L.; Jose, J. V.; Fraga Junior, E. F.; Perboni, A. Déficit hídrico em diferentes fases da cultura da soja. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.9, n.6, p.349-359, 2015.
- Gonzaga Neto, L.; Soares, J. M. A cultura da goiaba. EMBRAPA, Serviço de Produção de Informação – SPI, v.27, n.1, p. 15-18, 1995.
- Guedes, K. C.; Custódio, R. J. N. M. Avaliação do crescimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) submetido a déficit hídrico. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v. 4, p.1-8, 2004.
- Hall, A. E. Heat Stress and its impact. *Plant Stress*. Ed A Blum. Disponível em: [http://www.plantstress.com/Articles/heat\\_i/heat\\_i.htm](http://www.plantstress.com/Articles/heat_i/heat_i.htm). Acesso em: 16 de Nov de 2023, 2001.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em <Produção agrícola - lavoura permanente. Disponível em <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/15/11954>, 2019> acessado em: 19 de agosto. 2023
- IBGE. Características gerais dos domicílios e dos moradores 2022. Disponível em: [https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102004\\_informativo.pdf](https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/livros/liv102004_informativo.pdf). Acessado em: 25 de nov. 2023.
- Krupa-Małkiewicz, M.; Beata, B.S.; Ostojski, D.; Sędzik, M.; Pelc, J. Effect of ascorbic acid on morphological and biochemical parameters in tomato seedling exposure to salt stress. *Environmental Protection and Natural Resources*, v. 26, p.21-25, 2015.
- Lemos Filho, L.C. de A; Bassoi, L.H.; Farias, M.A. Variabilidade espacial e estabilidade temporal do armazenamento de água em solo arenoso cultivado com videiras irrigadas. *Irriga*, v. 1, p. 319-319, 2016.
- Lima, S.; Frizzzone, J.; Mateos, L.; Fernandez, M. Estimativa da produtividade de água em uma área irrigada no sul da Espanha. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v.6, p.51-60, 2012.
- Lisar, S. Y. S.; Motafakkerazad, R.; Hossain, M. M.; Rahman, I. M. M. Water stress in plants: causes, effects and responses. London: IntechOpen, 2012.
- Lopes, T. S.; Soares, R. W. F.; Pereira Filho, J. V.; Nascimento, T. A. L. do; Santos, N. C. dos; Pereira, C. C. M. S. de. Response of vegetative performance in soybean cultivars submitted to deficit irrigation. *Revista Engenharia na Agricultura*, v. 31, p. 76-84, 2023.

- Machado, R. S.; Ribeiro, R. V.; Marchiori, P. E. R.; Machado, D. F. S. P.; Machado, E. C.; Landell, M. G. D. Respostas biométricas e fisiológicas ao déficit hídrico em cana-de-açúcar em diferentes fases fenológicas. *Agropecuária Brasileira*. v. 44, n.12, p.1575-1582, 2009.
- Maia, A.; Pereira, P.; Rocha, D.; Távora, F. J.; Barros, L. Efeito do déficit hídrico no crescimento de plantas de feijão de corda. *Enciclopédia Biosfera*. v. 9, p.876, 2013.
- Marques, R. P.; Freire, C. S.; Nascimento, H. H. C.; Nogueira, R. J. M. C. Relações hídricas e produção de pigmentos fotossintéticos em mudas de *Eugenia uniflora* L. sob condições de salinidade. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 4, p. 497-509, 2011.
- Mesquita, N. L. S.; Santos, M. dos R.; Soares, P. P. S.; Júnior, P. C.; Silva, B. da L. Produção e eficiência de uso da água em mangueira “Palmer” sob estratégias de irrigação com déficit hídrico. IV INOVAGRI International Meeting, 2017.
- Miranda, J. R. Desempenho da palma forrageira irrigada com déficit hídrico e baixa frequência de irrigação no semiárido brasileiro. 2021. 121 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Centro de Tecnologia e Recursos Naturais, Universidade Federal de Campina Grande, Paraíba, Brasil, 2021
- Mochel Filho, W. D. J.; Carneiro, M. S. D. S.; Andrade, A. C.; Pereira, E. S.; Andrade, A. P. D.; Cândido, M. J.; Magalhães, J. A.; Rodrigues, B. H. N.; Santos, F. J. S.; Costa, N. L. Produtividade e composição bromatológica de *Panicum maximum* cv. Mombaça sob irrigação e adubação azotada. *Revista de Ciências Agrárias*, v.39, p.81-88, 2016.
- Moreno-Escamilla, J. O., Alvarez-Parrilla, E., de la Rosa, L. A., Núñez-Gastélum, J. A., González-Aguilar, G. A.; Rodrigo-García, J. Effect of different elicitors and preharvest day application on the content of phytochemicals and antioxidant activity of butterhead lettuce (*Lactuca sativa* var. capitata) produced under hydroponic conditions. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 65, p. 5244-5254, 2017.
- Moura, A. R. D., Nogueira, R. J. M. C., Silva, J. A. A. D., & Lima, T. V. D. Relações hídricas e solutos orgânicos em plantas jovens de *Jatropha curcas* L. sob diferentes regimes hídricos. *Ciência Florestal*, v. 26, p. 345-354, 2016.
- Naz, H.; Akram, N. A.; Ashraf, M. Impact of ascorbic acid on growth and some physiological attributes of cucumber (*Cucumis sativus*) plants under water-deficit conditions. *Journal of Botany*, v.48, p.877-883, 2016.
- Nunes, J. A. M. H.; Silveira, T. J.; Silva, P.; Nunes, K. Carvalho. “Velocidade de infiltração pelo método do infiltrômetro de anéis concêntricos em latossolo vermelho de cerrado”. *Enciclopedia Biosfera*, v. 8, p.15, 2012.

- Nunes, L. R. D. L., Pinheiro, P. R., Silva, J. B. D., & Dutra, A. S. Efeitos do ácido ascórbico na germinação e vigor de sementes de feijão-caupi sob estresse hídrico. *Revista Ciência Agronômica*, v. 51, e20196629, 2020.
- Oliveira, A. V. D.; Uzarte, A. C. D. S.; Gaspar, C. M.; Mendonça, C. P. D.; Gianello, L. F. V.; Santos, M. G.; Porfírio, V. R. D. S. Manejo da irrigação na cultura do milho. Monografia (curso técnico em: agronegócio). Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza. 2022.
- Oliveira, C. P. M. D. Fisiologia, produtividade e qualidade de uva de mesa submetida a estratégias hídricas em condições semiárida. Tese de doutorado. Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2023.
- Oliveira, F. D. A. D.; Carrilho, M. J. D. O.; Medeiros, J. F. D.; Maracajá, P. B.; de Oliveira, M. K. Desempenho de cultivares de alface submetidas a diferentes níveis de salinidade da água de irrigação. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, p. 771-777, 2011.
- Oliveira, S. de A.; Andrade, S. de R. M.; Machado, A. D. V. C.; Rodrigues, L. N. Efeito do Déficit hídrico em Cultivo de Soja. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/219098/1/SOLANGE-RESUMO-Efeito-do-Estresse-Hidrico.pdf>>. Acesso em: 13 out. 2023.
- Paim, B. R. Efeito da aplicação de déficit hídrico sob a qualidade de alface (*Lactuca sativa* L.). Dissertação (Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal de Pelotas, 2020.
- Pavão, G. C. Produtividade e qualidade de frutos de laranjeira valência fertirrigadas sob déficit hídrico controlado na região centro-sul do estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto Agronômico, 2016.
- Peloso, A. D. F., Tatagiba, S. D., Reis, E. F. D., Pezzopane, J. E. M., & Amaral, J. F. T. D. Limitações fotossintéticas em folhas de cafeeiro arábica promovidas pelo déficit hídrico. *Coffee Science*, v. 12, p. 389 - 399, 2017.
- Peloso, A. F.; Tatagiba, S. D.; Amaral, J. F. T.; Pezzopane, J. E. M. Teor relativo de água e danos celulares em folhas de *Coffea arabica* L. submetidas ao déficit hídrico. Congresso brasileiro de pesquisas cafeeiras, 43, p.2, 2017.
- Penella, C.; Calatayud, Á.; Melgar, J. C. Ascorbic acid alleviates water stress in young peach trees and improves their performance after rewatering. *Frontiers in Plant Science*, v. 8, p. 1627, 2017.

- Perazzo, A. F.; Santos, E. M.; Pinho, R. M. A.; Campos, F. S.; Ramos, J. P. D. F.; Aquino, M. M. D.; Bezerra, H. F. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. *Ciências Rurais*, v. 43, p. 1771-1776, 2013.
- Pereira, F. M. Cultura da goiabeira. Jaboticabal: Funep, 1995.
- Pereira, T.; Carlos, L.A.; Oliveira, J.G.; Monteiro, A.R. Características físicas e químicas de goiaba cv. cortibel (*Psidium guajava*) estocadas sob refrigeração em filmes X-Tend. *Alimentos e Nutrição*, v. 16, p. 11-16, 2005.
- Pimentel, C.; Rossiello, R.O.P. Entendimento sobre relações hídricas. In: simpósio internacional sobre estresse ambiental: O milho em perspectiva, 1995, Belo Horizonte, MG. Anais...EMBRAPA/CNPMS, 1995. v.1. 449p. p.131-146.
- Remigio, Q. C.M. Controle de qualidade do produto goiabada em indústria de alimentos do Sertão do Moxotó. Monografia (curso de agronomia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2019.
- Ribeiro, M. D. S.; Sousa, V. F. O.; Pereira, M.; Bomfim, M. H. B. S. R.
- Ribeiro, R.L. Aplicação de cálcio pré-colheita em goiabeira (*Psidium guajava*) cv. paluma. Dissertação (mestrado em horticultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp Campus de Botucatu, 2019.
- Rodrigues, J. D. B., Fernandes, J. R. Q., Alves, R. M., da Cunha, R. L. M., Bastos, A. J. R., & Teixeira, A. L. Comportamento morfológico no período de crescimento de progênies de cupuaçuzeiro em resposta a restrição hídrica. *Ciência & Tecnologia*, v. 9, p.1-6, 2017.
- Rodrigues, R. R.; Pizetta, S. C.; Silva, N. K. C.; Ribeiro, W. R.; Reis, E. F. D. Crescimento inicial do cafeeiro conilon sob déficit hídrico no solo. *Coffee Science*, v. 11, p. 33 - 38, jan./mar. 2016
- Santos, O. F. D. Aplicação foliar de ácido ascórbico em plantas de rabanete e seu potencial na tolerância à deficiência hídrica. Tese (Doutorado em agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp, 2020.
- Silva, A.L.; Mendes, A. M. S.; Oliveira, A. de R.; Paranhos, B.A.J.; Santos, C. A. F.; Silva, D. J.; Bastos, D. C.; Batista, D. da C.; Barbosa, F.R.; Oliveira, J. E de M.; Araújo, J. L. de P.; Pinto, J.M; Castro, J.M. de Cunha.; Soares, J. M.; Bossoi, L. H.; Neto, L. G.; Moura, M. S. de B.; Calgaro, M.; Lima, M. A. de C.; Lima, M. F.; Correia, R.C.; Petrete, V. G. A cultura da goiaba. Embrapa Informação Tecnológica. 2 ed. Brasília, 2010.
- Silva, C. B. da ; Alves, C. F. G.; da Silva, J. C.; de Albuquerque Neto, J. C.; dos Santos, M. A. L.; da Silva, J. V. Efeitos da aplicação do ácido ascórbico em mudas de couve folha



- (*Brassica oleracea*) cultivadas em diferentes níveis salinos. *Revista Ciência Agrícola*, v. 18, p. 23-26, 2020.
- Silva, J.S. Cultivo da goiabeira'paluma'com porta enxerto'híbrido'sob diferentes lâminas de irrigação no Vale do submédio São Francisco. Monografia (Bacharelado em Agronomia). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Petrolina, 2022.
- Silva, K.; Costa, F.; Formiga, A.; BrasiL, Y.; Lira, R.; Silva, A. Processamento mínimo de pimentão verde „Otto“ produzido no sertão da paraíba. *Gastronomia: da tradição à inovação*. In: II Congresso Internacional de Gastronomia e Ciência de Alimentos, 1 ed. Ceará: Fortaleza, 2016, 1357p.
- Silva, S. da D.; Medeiros, V de P.; Silva, A. da B. Tecnologias sociais hídricas para convivência com o Semiárido: o caso de um assentamento rural do município de Cabaceiras-PB. *Holos*, v. 1, p. 295-309, 2016.
- Silva, S. S. da; Soares, L. A. A., Lima, G. de S., Nobre, R. G.; Gheyi, H. R. Alocação de fitomassa pela mamoneira sob estresse salino e doses de nitrogênio. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 8, p. 30, 2013.
- Simontacchi, M.; Galatro, A.; Ramos-Artuso, F.; Santa-María, G. E. Plant survival in a changing environment: the role of nitric oxide in plant responses to abiotic stress. *Frontiers in Plant Science*, v. 6, p. 977, 2015.
- Soares, L. A. dos A.; Mendes Dias, K. M.; Machado Nascimento, H.; Soares de Lima, G.; Alves Oliveira, K. de J.; Soares da Silva, S. Estratégias de manejo do déficit hídrico em fases fenológicas do algodoeiro colorido. *Irriga*, v. 25, p. 656-662, 2020.
- Souza, E. F.; Bernardo, S.; Couto, F. A. A. Influência da irrigação na goiabeira (*Psidium guajava* L. var. Ogawa III). II: florescimento e vingamento dos frutos. In: Simpósio Brasileiro sobre a Cultura da goiabeira, 1., 1997, Jaboticabal. Anais. Jaboticabal:UNE/FCAV/ FUNEP GOIABRAS, 1997. p. 171.
- Suassuna, J. Semi-árido: proposta de convivência com a seca. *Cadernos de estudos sociais*, v. 23; n. 1-2, p. 139-141, 2007.
- Taiz, L.; Zeiger, E.; Moller, I. M.; Murphy, A. *Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal*, 6ª Ed. Porto Alegre: Artmed, 888p, 2017.
- Teixeira, D. T., Nogueira, G. A., Maltarolo, B., Ataíde, W. L., & Neto, C. O. Alterações no metabolismo do nitrogênio em plantas de noni sob duas condições hídricas. *Enciclopédia Biosfera*, v. 11, p.89, 2015.

- Teixeira, P. C.; Donagemma, G. K.; Fontana, A.; Teixeira, W. G. (org.) Manual de métodos de análise de solo. 3.ed. Brasília: Embrapa, 2017. 573p.
- Terassi, D. D. S. Níveis de déficit hídrico em diferentes estádios fenológicos da cultura do brócolis. Dissertação (pós-graduação em agronomia). Universidade Estadual de Maringá, 2020.
- Tognon, G. B. Potencial ornamental, propagação, rendimento de óleos essenciais e resposta à deficiência hídrica de ipoméias. 2010. 133 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2010.
- Topp, G.C.; Davis, J.L.; Annan, A.P. Electromagnetic determination of soil water content: Measurement in coaxial transmission lines. *Water Resources Research*, v.16, p.574-582, 1980.
- Velasco-Arango, V. A., Bernal-Martínez, A. A., Ordóñez-Santos, L. E., & HleaP-Zapata, J. I. Characterization of guayaba epicarp (*Psidium guajava* L.) as a natural alternative for use in processed food products. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y agroindustrial*, v. 18, p. 26-35, 2020.
- Volschenk, T. Effect of water deficits on pomegranate tree performance and fruit quality – A review. *Agricultural Water Management*, v. 246, p. 106499–106499, 2021.
- Wang, Y.; Feng, C.; Zhai, Z.; Peng, X.; Wang, Y.; Sun, Y.; Li, T. The apple microR171i-SCARECROW-LIKE PROTEINS26. 1 module enhances drought stress tolerance by integrating ascorbic acid metabolism. *Plant Physiology*, v. 184, p. 194-211, 2020.
- Yu-xuan, Z. H. A.; Fei, C. H. E. N.; Zhi-hui, W. A. N. G.; Shou-zheng, J. I. A. N. G.; Ning-bo, C. U. I. Effects of water and fertilizer deficit regulation with drip irrigation at different growth stages on fruit quality improvement of kiwifruit in seasonal arid areas of Southwest China. *Journal of Integrative Agriculture*, v. 22, p. 3042-3058, 2023.
- Zanella, E. M. Considerações sobre o clima e os recursos hídricos do semiárido nordestino. *Caderno Prudentino de Geografia*, v. 1, p.126–142, 2014.