



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

**POLÍMERO HIDRORETENTOR NA MITIGAÇÃO DO DÉFICIT  
HÍDRICO DE MUDAS DE GOIABEIRA**

**MARIA LUANA OLIVEIRA SILVA**

POMBAL - PB

2023

MARIA LUANA OLIVEIRA SILVA

**POLÍMERO HIDRORETENTOR NA MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO DE  
MUDAS DE GOIABEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Orientadora: Profa. Dra. Lauriane A. dos A. Soares

Co-orientador: Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes

POMBAL - PB

2023

S586p

Silva, Maria Luana Oliveira.

Polímero hidroretentor na mitigação do déficit hídrico em mudas de goiabeira / Maria Luana Oliveira Silva. – Pombal, 2023.

45 f. : il. color

Monografia (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. Kilson Pinheiro Lopes".

Referências.

1. Goiaba – Cultura. 2. Escassez Hídrica. 3. Goiabeira (*Psidium guajava* L.). 4. Condicionador de Solo. 5. Retenção de Umidade. I. Soares, Lauriane Almeida dos Anjos. II. Lopes, Kilson Pinheiro. III. Título.

CDU 634.42(043)

MARIA LUANA OLIVEIRA SILVA

## **POLÍMERO HIDRORETENTOR NA MITIGAÇÃO DO DÉFICIT HÍDRICO EM MUDAS DE GOIABEIRA**

Trabalho de conclusão de curso apresentado à coordenação do curso de Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, Campus Pombal, como um dos requisitos para a obtenção do grau de Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: **18/09/2023**

### **BANCA EXAMINADORA:**



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

 Documento assinado digitalmente  
KILSON PINHEIRO LOPES  
Data: 06/10/2023 19:27:35-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Co-orientador - Prof. Dr. Kilson Pinheiro Lopes  
(Universidade Federal de Campina Grande – CCTA – UAGRA)



Examinador – MSc. Iara Almeida Roque  
(Universidade Federal de Campina Grande – UFCG)



Examinador – MSc. Maíla Vieira Dantas  
(Universidade Federal de Campina Grande – CTRN – PPGEA)

POMBAL-PB

2023

## DEDICATÓRIA

Aos meus avós Francisca e Enoque, Maria do Socorro (*In memorian*) e Caitano por trazerem em seu legado traços de muito trabalho e amor, ao meu tio Antonio Caitano (*In memorian*) que sempre se fez presente e acolheu esse sonho da minha graduação como dele, o meu muito obrigada!

Dedico!

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus pelo dom da vida, por ser fonte de determinação, cuidado e amor, pela saúde e sabedoria necessárias.

A meus pais, Luciene e Gilmar, meu irmão e cunhada, José Jonas e Joseane, pelo incentivo e mão amiga de sempre.

A meu namorado, Mateus, por ser meu parceiro, meu amigo e meu amor, você tornou essa jornada mais leve. A meus queridos sogros e meu cunhado, Denise e Nestor, Thiago.

A minha querida orientadora, Lauriane por todas as orientações e pela disponibilidade. A Kilson, meu co-orientador, que contribuiu com minha formação ao longo de 2 anos de trabalho pelo PET, agradeço a confiança.

Agradeço a meus amigos de infância e aos que a universidade me proporcionou, Fernanda Domingos, Cláudio Lacerda, Juliana Cariri, Letícia Medeiros, Francisca Pereira (Niele), Raquel Ferreira, Nadiana Praça, Ranille Inácio, Solange Gonçalves, Samary Santos.

A todos que contribuíram de alguma forma com o trabalho, desde as avaliações até ajuda realização de tratos culturais, Valeska, Luderlândio, Lauro, Filipe, Sávio, Jardel, Mirraely, Alena, Claudiene, Ana Paula Nunes, Larissa Brito e Rafaela.

Aos membros da banca, Iara Roque e Maíla Vieira pela disponibilidade e contribuições. Por fim, a Universidade Federal de Campina Grande, pelo acolhimento e conhecimento repassado.

## EPÍGRAFE

“Talvez não tenha conseguido fazer o melhor, mas lutei para que o melhor fosse feito. Não sou o que deveria ser, mas Graças a Deus, não sou o que era antes”.

(Marthin Luther King)

SILVA, M. L. O. **Polímero hidroretentor na mitigação do déficit hídrico em mudas de goiabeira**. 2023. 45f. Monografia (Graduação em Agronomia). Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar. Pombal, PB.

## RESUMO

A goiabeira é de grande importância socioeconômica no semiárido Nordeste, entretanto, sua produção ainda é limitada pela baixa disponibilidade hídrica dessa região. Por isso estratégias de manejo da irrigação aliadas ao uso de polímeros hidroretentores, podem garantir uma melhor produção dessa cultura tendo em vista que essa tecnologia atua retendo umidade no solo por mais tempo. Neste contexto, objetivou-se avaliar o efeito do polímero hidroretentor nos aspectos morfofisiológicos da goiabeira submetida ao manejo da irrigação com diferentes turnos de rega. O experimento foi conduzido em casa de vegetação pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar da Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, PB. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, em esquema fatorial  $5 \times 4$ , referentes a cinco turnos de rega - TR (1, 2, 3, 4 e 5 dias após cada evento de irrigação) e quatro doses de polímero hidroretentor (0, 2, 4 e 6 g dm<sup>-3</sup>) com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 unidades experimentais. O manejo da irrigação com intervalo de 5 dias mostrou-se eficaz quando associado a dose de hidrogel com 2 g dm<sup>-3</sup> pelo aumento dos teores de clorofila *b*. Ocorreu maior acúmulo no teor de clorofila *a* da goiabeira cv. Paluma quando se utilizou a dose estimada de 6 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel, independente do turno de rega. A dose de 6 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel intensificou os efeitos negativos do déficit hídrico causados pelo turno de rega de 5 dias no crescimento e fitomassas da goiabeira cv. Paluma.

**Palavras-chave:** *Psidium guajava* L., escassez hídrica, condicionador de solo, retenção de umidade.

SILVA, M. L. O. **Hydroretentor polymers in mitigating water deficit in guava tree seedlings**. 2023. 45f. Monograph (Graduation in Agronomy). Federal University of Campina Grande, Center for Science and Agri-food Technology. Pombal, PB.

### ABSTRACT

The guava tree has significant socioeconomic importance in the Northeastern semi-arid region of Brazil; however, its production is still limited due to the low water availability in this region. Therefore, irrigation management strategies combined with the use of hydroretentor polymers can ensure better crop production, as this technology helps retain moisture in the soil for a longer period. In this context, the objective was to evaluate the effect of the hydroretentor polymer on the morphophysiological aspects of guava trees subjected to irrigation management with different irrigation intervals. The experiment was conducted in a greenhouse at the Center for Agrofood Science and Technology of the Federal University of Campina Grande, Pombal, PB. The experimental design used was randomized blocks in a  $5 \times 4$  factorial scheme, involving five irrigation intervals (1, 2, 3, 4, and 5 days after each irrigation event) and four doses of hydroretentor polymers (0, 2, 4, and  $6 \text{ g dm}^{-3}$ ) with three replicates and two plants per plot, totaling 120 experimental units. Irrigation management with a 5-day interval proved to be effective when combined with a hydrogel dose of  $2 \text{ g dm}^{-3}$  due to the increased chlorophyll b content. There was a greater accumulation of chlorophyll a content in the Paluma guava tree when the estimated dose of  $6 \text{ g dm}^{-3}$  of hydrogel was used, regardless of the irrigation interval. The dose of  $6 \text{ g dm}^{-3}$  of hydrogel intensified the negative effects of water deficit caused by the 5-day irrigation interval on the growth and phytomass of the cv. Paluma guava.

**Keywords:** *Psidium guajava* L., water scarcity, soil conditioner, moisture retention.

## LISTA DE TABELA

	Pág.
<b>Tabela 1</b> Características químicas e físicas do solo utilizado no experimento.....	21
<b>Tabela 2</b> Resumo da análise de variância para clorofila <i>a</i> (Cl <i>a</i> ), clorofila <i>b</i> (Cl <i>b</i> ), carotenóides (Car), conteúdo relativo de água (CRA) e extravasamento de eletrólitos (EE) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega (TR) e doses de hidrogel (DH), aos 175 dias após a semeadura.....	26
<b>Tabela 3</b> Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de plantas (AP) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega (TR) e doses de hidrogel (DH), aos 175 dias após a semeadura.....	29
<b>Tabela 4</b> Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega (TR) e doses de hidrogel (DH), aos 175 dias após a semeadura.....	32

## LISTA DE FIGURAS

	Pág.
<b>Figura 1</b> Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.....	20
<b>Figura 2</b> Clorofila <i>a</i> - Cl <i>a</i> da goiabeira cv. Paluma em função dos turnos de rega (A) e doses de hidrogel (B), carotenóides - Car (C) em função das doses de hidrogel e clorofila <i>b</i> - Cl <i>b</i> (D) da goiabeira cv. Paluma em função dos turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.....	27
<b>Figura 3</b> Conteúdo relativo de água - CRA (A) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e extravasamento de eletrólitos - EE (B) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.....	29
<b>Figura 4</b> Número de folhas - NF (A), área foliar - AF (B), diâmetro de caule -DC (C) e altura de plantas - AP (D) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.....	32
<b>Figura 5</b> Fitomassa seca da parte aérea – FSPA (A) e fitomassa seca total - FST (B) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.....	34
<b>Figura 6</b> Relação raiz / parte aérea - R/PA (A) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e índice de qualidade de Dickson - IQD (B) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.....	35

## SUMÁRIO

<b>RESUMO.....</b>	<b>vii</b>
<b>ABSTRACT .....</b>	<b>viii</b>
<b>LISTA DE TABELA .....</b>	<b>ix</b>
<b>LISTA DE FIGURAS.....</b>	<b>x</b>
<b>1. INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>2. OBJETIVOS .....</b>	<b>14</b>
2.1 Geral.....	14
2.2 Específicos .....	14
<b>3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....</b>	<b>15</b>
3.1. Aspectos gerais da goiabeira.....	15
3.2. Variabilidade do turno de rega em regiões semiáridas .....	18
3.4. Polímero hidroretentor .....	20
<b>4. MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>23</b>
4.1 Localização .....	23
4.2 Tratamentos e delineamento estatístico .....	23
4.3 Semeadura e manejo nutricional.....	24
4.4. Manejo de irrigação e tratos culturais .....	25
4.5. Variáveis analisadas.....	25
4.6. Análises estatísticas .....	28
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>29</b>
<b>6. CONCLUSÕES.....</b>	<b>38</b>
<b>7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>39</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) tem elevada relevância socioeconômica para o mercado frutícola brasileiro, com grande expansão devido ao aumento de demandas por frutas frescas e produtos agroindustriais (QUINTAL et al., 2017). A importância econômica da goiaba está associada ao seu consumo *in natura*, sendo utilizada em produtos agroindustriais como sucos, polpas, sorvetes, geleias, devido ao seu valor nutricional relacionado aos seus altos teores de ácido ascórbico, vitamina A e vitaminas do grupo B, fósforo, potássio, ferro e cálcio, sendo também rica em fibras (ARANGO et al., 2020).

O Nordeste brasileiro destaca-se na produção de goiaba sendo responsável por uma área de aproximadamente 5 mil hectares e um acúmulo de 292 mil toneladas de goiaba (IBGE, 2020). Entretanto, o estado da Paraíba apresenta uma produção de apenas 2.360 toneladas e uma área de 327 ha, fazendo-se necessária a adoção da prática da irrigação devido aos períodos de seca (VIDAL; XIMENES, 2016; IBGE, 2020). Essa redução na produção de goiaba no semiárido brasileiro ocorre devido à baixa disponibilidade de água, ocasionada por precipitações concentradas em alguns meses do ano, seguidos de extensos períodos de estiagem e elevada evapotranspiração ao longo do ano, o que acarreta crises hídricas nessa região (ALMEIDA et al., 2021).

A fim de garantir o sucesso no aproveitamento da água pelas plantas através do manejo da irrigação, é necessário a utilização de técnicas que estabeleçam o período ideal de irrigação, visando evitar desperdícios deste recurso (BAYER et al., 2013), permitindo assim, um manejo adequado dos recursos hídricos, considerando a forma e a quantidade correta de irrigar, baseando-se na capacidade de armazenamento de água no solo e no consumo hídrico das plantas (PINHEIRO, 2019). Nesse sentido, o manejo de irrigação pode ocorrer através do turno de rega, conhecido também como intervalo entre irrigações, que exerce influência sobre fatores como rendimento da cultura assim como eficiência no uso da água agrícola, além de tudo, o turno de rega considerado ótimo é variável sendo afetado por particularidades como condições do solo, climáticas e irrigação além de elementos da própria cultura (ZHANG et al., 2019).

Além disso, a aplicação de polímeros hidroretentores também conhecido como hidrogel tem sido estudada em diversas culturas, considerando que estes podem mitigar os efeitos do estresse hídrico em plantas (SYVERTSEN; DUNLOP, 2004; FELIPPE et al., 2020; JORGE et al., 2022), por possuírem a capacidade de absorver, reter, armazenar e liberar água de acordo com a demanda hídrica da planta, além disso, pode promover melhorias nas propriedades físicas e hidráulicas do solo (MAIA et al., 2017). Esse polímero possui como características a presença

de propriedades biodegradáveis, não impactando negativamente o ambiente, não é tóxico, composto por copolímero de acrilamida e acrilato de potássio. Ademais, desempenhando papel de condicionador de solo, torna adequada as condições de crescimento e desenvolvimento do vegetal, começa também o procedimento de reserva de água, a qual beneficiará as plantas (MAIA et al., 2017).

Por essa razão, devem ser intensificadas pesquisas envolvendo espécies potenciais para região semiárida, destacando-se a goiabeira, avaliando sua tolerância ou sensibilidade ao déficit hídrico, considerando o manejo de irrigação e a utilização do hidrogel, levando em consideração que os estudos envolvendo a associação entre esses fatores na goiabeira são escassos, dessa forma, através de estudos que possibilitem a aquisição de conhecimento científico, é possível traçar estratégias de manejo da irrigação nos cultivos em regiões com baixa disponibilidade de água para irrigação.

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Geral**

Avaliar a morfofisiologia, as relações hídricas e a qualidade de mudas de goiabeira cv. Paluma cultivadas sob turnos de rega e doses de polímero hidroretentor.

### **2.2 Específicos**

- Analisar os teores de pigmentos cloroplastídeos e relações hídricas da goiabeira sob distintos turnos de rega e doses de polímero hidroretentor;
- Mensurar o crescimento e acúmulo de fitomassa da goiabeira cultivada sob turno de rega variável e doses de polímero hidroretentor;
- Determinar o índice de qualidade de Dickson de mudas de goiabeira em função de diferentes turnos de rega e doses de polímero hidroretentor;
- Desenvolver técnicas de manejo em goiabeira que proporcione maior economia de água;

### 3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

#### 3.1. Aspectos gerais da goiabeira

A goiabeira (*Psidium guajava* L.) é pertencente à família Myrtaceae, a qual engloba 70 gêneros e 2800 espécies (COLOMBO; CAVICHIOLI, 2019). Essa frutífera tem como centro de origem a América Tropical, sendo cultivada em todas as regiões subtropicais e tropicais devido sua rusticidade (ALENCAR et al., 2016).

Em 2010, a produção mundial de goiaba contabilizado pelo mercado internacional foi de 5.237.300 toneladas de frutas, onde o Brasil ocupou a quarta posição no ranking com produção estimada em 377.800 toneladas (BELARMINO, 2015). Segundo o autor, em 2012, no Brasil, o cultivo dessa fruta, ocorreu de forma mais expressiva na Região Sudeste onde o Estado de São Paulo foi o principal produtor com 77,87% do volume produzido, seguido pela região Nordeste com 73,55% em Pernambuco, além dessas, o Sul também existe cultivo bastante importante destacando o Estado do Rio Grande do Sul com 48,76% contabilizando em peso gera 5.994 toneladas o que representa 1,74% da produção nacional, seguido por Minas Gerais com 4,59% e Ceará com 3,64% do volume total brasileiro no referido ano.

A goiabeira foi introduzida em diversos projetos de fruticultura irrigada no Nordeste brasileiro, devido a demanda de consumo no mercado interno e externo (BARBOSA; LIMA, 2010). Existem diversos métodos de utilização da goiaba, como na agroindústria para produção de polpa, doces e sucos, tal qual o consumo *in natura* o que garante a relevância econômica (COLOMBO; CAVICHIOLI, 2019). Destacando-se diversos benéficos a saúde devido a presença de compostos bioativos em sua constituição, mais especificamente a polpa da goiaba, é rica em carotenoides,  $\beta$ -caroteno, licopeno e compostos fenólicos (MENEZES et al., 2017).

A goiabeira pode atingir de 1,8 metros a 7 metros de altura, sendo a maioria de seus ramos curvos com folhas opostas de formato elíptico-oblongo e pecíolos de 3 a 16 cm, seu caule possui coloração marrom quando adultos e marrom-esverdeado quando ainda jovens, suas folhas são largas e de cor verde, além de flores brancas com pétalas encurvadas, as quais surgem sempre dos ramos novos, são de coloração branca, possuindo de quatro a seis pétalas e anteras de cor amarela, que favorecem a polinização (NASEER et al., 2018; MOON et al., 2018). Ainda de acordo com os autores, os frutos variam de pequeno a médio porte sendo do tipo baga, com coloração e outras particularidades como coloração da polpa, tamanho e forma variando de acordo com a cultivar.

Os frutos de goiaba cv. Paluma são considerados grandes, com peso superior a 200 gramas, com sabor agradável o que se deve também ao elevado teor de açúcar, cerca de 10° Brix, além do mais, casca é lisa e amarela, o fruto apresenta formato periforme, a polpa é caracterizada como vermelho bastante intenso, além disso, apresenta firmeza, poucas sementes, com espessura variando de 1,3 cm a 2,0 cm, dessa forma, é considerada encorpada (NACHTIGAL, 2015). De acordo com o referido autor, as plantas são marcadas pelo elevado vigor, apresentam produtividade bastante acentuada sendo mais de 50 t ha ano-1, outra característica de bastante notoriedade é a tolerância à ferrugem (*P. psidii*), apresentam crescimento lateral, essa cultivar foi desenvolvida pela Unesp/FCAV e sua dispersão no mercado para os produtores ruais ocorreu somente na década de 1970.

A coloração da polpa é uma particularidade decisiva em relação a utilidade da fruta, por isso, nas áreas de exploração com fins comerciais são compostas, em sua maioria, por goiaba com polpa de coloração vermelha, isso se dá pelo fato de que essa característica apresenta elevada demanda por parte das indústrias de processamento como também pelos consumidores para consumo in natura na região Nordeste (CASTRO; RIBEIRO, 2020). Na ótica dos autores, a goiaba de polpa branca apresenta nicho mercado restrito à sua disponibilidade em casas especializadas e supermercados.

As condições edafoclimáticas que propiciam o melhor desenvolvimento da goiabeira são aquelas com precipitação entre 1000 e 2000 mm, além de faixa de temperatura entre 23 a 30 °C, apresenta alta tolerância a seca assim como a temperaturas elevadas, suportando até 46 °C, no entanto, é bastante sensível ao frio, não tolerando geadas (BARBOSA; LIMA, 2010). Na ótica dos autores, solos de textura areno-argiloso, pH variando de 5,5 a 6,5, com boa drenagem, ricos em matéria orgânica são ideais para o cultivo da goiabeira, muito embora essa frutífera se adeque a diversos tipos de solo. Aspectos como umidade do solo, altitude, radiação solar assim como umidade relativa e temperatura exercem máxima influência sobre o crescimento e desenvolvimento das plantas, destes supracitados, o manejo cultural somente é capaz de controlar a umidade do solo, sendo controlada através da prática de irrigação (COSTA; LIMA, 2008).

O teor de ácido ascórbico nos frutos se torna menor pela influência da altitude elevada, tendo em vista que essa variável causa efeito na temperatura do ar, assim quanto mais elevada a altitude, maioria a tendencia de redução da temperatura (COSTA; LIMA, 2008). Desse modo, segundo os autores, os locais cuja altitude é baixa culminam em temperaturas mais altas, o que resulta no melhor desenvolvimento de culturas com adaptabilidade a climas tropicais. Nesse

sentido, Rozane et al. (2003) afirmam que o Brasil apresenta destaque por possuir grandes áreas com condições edafoclimáticas desejáveis a produção em escala comercial da goiabeira, o que é favorável para o país devido à ampliação da produção agrícola, exportação assim como para a indústria além do potencial nutritivo da fruta.

A propagação da goiabeira pode ocorrer tanto de forma sexuada, onde o material utilizado é sementes, como também por meio assexual, em que a propagação ocorre através de partes vegetativas por meio de técnicas como estaquia, enxertia micropropagação assim como a associação dessas técnicas (FISCHER et al. 2015). Ainda segundo os autores, a propagação assexual de mudas de espécies frutíferas com fins comerciais mostra-se como uma opção mais vantajosa levando em consideração que não ocorre variabilidade genética, ou seja, a muda é idêntica a planta matriz, além disso, ocorre redução do período juvenil, o que torna a produção de mudas mais rápida, particularidades estas contrárias ao que ocorre na reprodução sexuada, a qual também é empregada na produção de mudas frutíferas, no entanto, ocasiona variabilidade populacional o que é importante na obtenção de novas cultivares.

O ponto de colheita da fruta varia conforme algumas particularidades, tais como a distância entre a área de produção de o local de comercialização e o meio de transporte, além disso, é comum considerar principalmente, o nicho de mercado, seja para consumo in natura ou processamento na indústria (COSTA; LIMA, 2008). Ademais, é preciso considerar fatores como consistência da fruta, tamanho assim como coloração da casca, tendo em vista que para comercialização em mercados mais próximos o ideal é selecionar frutos de coloração verde em transição com fundo moderadamente amarelo, porém quando a comercialização se dá em local distante, o adequado é colher frutos mais verdes e firmes, visando a preservação da qualidade do fruto (MARTINS et al., 2015).

Costa e Lima (2008) evidenciam a importância do cuidado durante a colheita para não causar danos mecânicos levando em consideração que estes são porta de entrada para microrganismos, os quais ocasionam a deterioração dos frutos, assim como condições da aceleração da biossíntese do etileno, cuja finalidade é o amadurecimento. Os autores destacam também que para evitar interferência da temperatura nos processos metabólicos, se faz necessário que a colheita seja realizada nas horas em que a temperatura é mais baixa, ou seja, nas primeiras horas de trabalho.

### **3.2. Variabilidade do turno de rega em regiões semiáridas**

O manejo de irrigação de forma apropriada é definido como a soma de técnicas que visam a projeção, instalação, assim como monitoramento e operação de um sistema de irrigação com a finalidade de alcançar o completo rendimento de cunho econômico da cultura explorada, além disso, esse manejo é essencial para usar a água de modo eficiente e impedir desperdícios, considerando aspectos relacionados ao clima, capacidade de armazenamento de água no solo, características da cultura e tipo de sistema de irrigação (MENDONÇA; RASSINI, 2005).

Durante o manejo de irrigação, determinar o turno de rega é uma aplicação básica, cuja finalidade deve ser o fornecimento de água as plantas em quantidade satisfatória a fim de evitar o estresse hídrico, reduzindo o desperdício de água assim como a lixiviação de nutrientes e degradação ambiental, em paralelo a isso, promover aumento produtividade bem como da qualidade da produção (MAROUELLI et al., 2011).

A elevação da produtividade e qualidade no processo produtivo de frutíferas e hortaliças objetivando aumentar os lucros por meio do técnicas de irrigação, cujo objetivo é diminuir ao máximo a quantidade de água aplicada às culturas, unicamente pode ser alcançado por meio do manejo de irrigação que ocasiona um determinado grau de déficit hídrico a cultura ao longo de um, ou até mesmo, mais estádios fenológicos da cultura (MAROUELLI et al., 2011). Para isto, devem ser consideradas algumas particularidades, como as características físico-hídricas do solo, de operação do sistema de irrigação, da área assim como o estágio fenológico da cultura (BRAGA; CALGARO, 2010).

A adoção de turnos de rega mais longos configura-se como uma estratégia para promover o déficit hídrico em culturas, a exemplo do tomateiro na fase vegetativa com turnos entre 7 e 12 dias, que é aplicado com o intuito de beneficiar por meio da redução do uso da água, a obtenção de sistema radicular mais profundo assim como diminuição da incidência de doenças (MAROUELLI; SILVA, 2005). Neste sentido, uma frequência de irrigação adequada pode estabelecer um equilíbrio entre a umidade do solo e as condições de oxigênio na zona radicular das culturas, reduzindo o encharcamento, das raízes e mantendo o potencial hídrico do solo equilibrado (KANG; WAN, 2005).

O estresse hídrico provocado em determinadas fases de crescimento das frutíferas, pode ocasionar elevação no rendimento assim como na qualidade dos frutos, porém, o estresse caracteriza-se como crítico quando a baixa absorção de água de água pelas raízes, devido à escassez de água no solo, não alcança a compensação causada pela evapotranspiração ideal da árvore (JAT et al., 2021). Dessa forma, os autores destacam a importância de provocar um

estresse no nível necessário, por meio da aplicação precisa de água, com a finalidade de beneficiar a produção de goiaba em regiões com escassez de água.

Assim, é perceptível que o suprimento de água frequente e uniforme é importante para atender às necessidades de água das plantas (YAVUZ et al., 2015; ZHANG et al., 2019). No entanto, a frequência de irrigação adequada é afetada pela textura do solo, condições climáticas, precipitação e taxa de irrigação (BRAGA; CALGARO, 2010). Neste sentido, devem ser intensificadas pesquisas para identificação de frequências de irrigação adequadas para as condições de clima e solo característicos do semiárido brasileiro.

O turno de rega exerce influência também sobre gramíneas conforme consta no estudo de Conutinho et al. (2015), em que avaliou as características morfogênicas de capim-buffel, submetido a regime de turno de rega de 2, 4, 6, 8 e 10 dias, onde concluiu que essa gramínea é passível de sofrer alterações em suas características morfogênicas, produtivas e estruturais de acordo com as modificações nos turnos de rega, sendo que o turno de rega de 2 dias apresenta melhor desenvolvimento do capim. De acordo com Marouelli e Silva (2005), em seu estudo com a cultura do tomate, o turno de rega de 2 dias no decorrer do estágio vegetativo ocasionou melhor produtividade, além disso, não há relação entre o regime hídrico nesse estágio e o teor de sólidos solúveis assim como a acidez titulável.

### **3.3. Efeito do estresse hídrico nas plantas**

Durante seu crescimento e desenvolvimento as plantas são submetidas a diversas situações ambientais que provocam estresse, seja em conjunções agrícola ou mesmo natural, dessa forma, o tipo de estresse abiótico mais prejudicial, com efeito negativo na produtividade da cultura, é o déficit hídrico cujo efeito provoca efeito mais limitante na agricultura, sendo assim, as plantas possuem mecanismo que aumentam a tolerância à seca, o qual difere conforme a espécie (SELEIMAN et al., 2021). Segundo os autores, algumas estratégias como diminuição na perda de transpiração por meio da condutância estomática, aumento no comprimento das raízes assim como dinâmica da relação raiz/parte, enrolamento das folhas, elevação na eficiência da transpiração, regulação osmótica e hormonal bem como a senescência retardada podem ser empregadas por plantas submetidas a condições de déficit hídrico.

O estresse hídrico, ocasionado pela carência na disponibilidade hídrica, é danoso as plantas tanto durante o crescimento vegetativo como também reprodutivo tendo em vista a ocorrência da desidratação celular a qual é prejudicial a processos fisiológicos básicos, como

exemplo menciona-se reduções no potencial de pressão ( $\Psi$ P) e no volume assim como maior concentração de íons podendo tornar-se citotóxicos (TAIZ et al., 2017). De acordo com os autores, como efeito da deficiência hídrica, ocorre o fechamento estomático pela concentração de ácido abscísico (ABA), inibindo a fotossíntese e reduzindo trocas gasosas, além da geração de ERO's (espécies reativas de oxigênio) que, quando disponível além da medida, oxidam os pigmentos fotossintéticos, deterioram DNA tal qual provocam inibição na síntese de proteínas.

O estresse provocado pela falta de água leva a elevação na produção de ácido abscísico (ABA), quando plantas e sementes em estágio de desenvolvimento são submetidas a tais condições, ocorre elevação para microgramas por grama de tecido fresco, porém, no caso de cultivo de modo que ocorre fornecimento adequado de água, os níveis de ABA são mais baixos, sendo capaz de existir poucos nanogramas por grama de tecido fresco (PAULILO et al., 2015). Segundo os autores, a sinalização desse hormônio ocasiona o fechamento dos estômatos.

Nessas condições de fechamento estomático, cuja finalidade é de regulação do balanço hídrico da planta, ocorre redução acentuada na transpiração assim como na absorção de  $\text{CO}_2$  pela planta, o que causa interferência na fotossíntese (PES; ARENHARDT, 2015). De acordo com os autores, como efeito indireto provocado pela falta de água, ocorre também murchamento das folhas, tal fato culmina na diminuição da superfície de absorção de luz, o que influencia na fotossíntese.

Reduções na quantidade de água, mesmo que sejam mínimas, são capazes de provocar limitações nas taxas de crescimento, pois o crescimento celular apenas ocorre em situação de turgidez celular (PES; ARENHARDT, 2015), ademais, nessas circunstâncias, pode ocorrer diminuição nas atividades metabólicas e até morte celular, ocasionada pela restrição de água no protoplasma (VIEIRA et al., 2010). Em relação ao desenvolvimento, pode ocorrer florescimento de modo antecipado assim como aceleração da senescência, fatores que geram redução no ciclo das culturas (PES; ARENHARDT, 2015).

### **3.4. Polímero hidroretentor**

O hidrogel pode ser definido como uma rede de polímeros caracterizada como reticulada, onde o efeito da água causa o intumescimento ocasionado pela reação, de caráter simples, de um ou vários monômeros (AHMED, 2015). Os polímeros hidroretentores podem ter origem natural, como produtos derivados de amido, como também sintéticos, a exemplo dos derivados de petróleo, destacando a principal limitação do produto é o custo elevado (NAVROSKI et al., 2015).

Em relação a poliacrilamida, seu comportamento é definido pelo grau de ligações cruzadas, as quais são fornecidas pelo ácido acrílico que mantendo as longas cadeias de acrilato unidas, isso influi na capacidade de retenção de água o que faz com que o alto grau de reticulação apresente capacidade moderadamente baixa (WANG; GREGG, 1990). O polímero hidrorretentor Forth gel para plantio é composto por copolímero de acrilamida e acrilato de potássio, cujo pH varia entre 5 a 9, caracterizado como pó de coloração branca, apresenta, como valor de densidade relativa,  $0,8 \text{ g/cm}^3$ , no entanto, podem ocorrer pequenas variações (FORTH GEL, 2014).

Os polimetacrilatos assim como as poliacrilamidas apresentam capacidade de absorção eficiente, embebendo centenas de vezes o seu próprio peso em água (GERVÁSIO; FRIZZONE, 2004). Os materiais poliméricos, chamados de hidrogéis, estão sendo usados com a finalidade de atenuar os efeitos ocasionados pela escassez hídrica (FREITAS et al., 2019). Esses produtos foram submetidos a testes desde a época de 1960, em vertentes como horticultura, agricultura e até mesmo paisagismo (GERVÁSIO; FRIZZONE, 2004).

Os polímeros hidrorretentores, são considerados uma alternativa para reduzir problemas relacionados a deficiência hídrica devido a interação oriunda da superfície de contato das raízes com as partículas de hidrogel hidratadas presentes no solo possibilitam o aproveitamento de água no solo e, conseqüentemente, redução na frequência de irrigação (FERNANDES et al., 2015). Navroski et al. (2016) afirmam que o hidrogel promove melhorias nas características do solo, como densidade úmida e umidade atual, os quais foram ocasionados devido a hidratação do solo pela ação do hidrogel mesmo submetido a quantidade mínima de água presente no solo. Os benefícios ocasionados pelos polímeros hidrorretentores, se dão devido sua habilidade de absorção e retenção de água (NAVROSKI et al., 2015).

Os benefícios relacionados a disponibilidade da água para as plantas, se devem ao fato de que os hidrogéis de poliacrilamida proporcionam melhorias nas propriedades físico-químicas dos solos, reduzindo a necessidade de fertilizantes resultando em melhorias no desenvolvimento morfofisiológico das plantas de *Eucalyptus dunnii* (NAVROSKI et al., 2016; DEMARTELAERE et al., 2020). Entretanto, os polímeros hidrorretentores apresentam desempenho deficiente em ambientes cujo solo apresenta salinidade, ocasionando diminuição em sua capacidade de armazenamento de água, apesar disso, essa tecnologia apresenta-se como boa alternativa no que diz respeito ao uso da água de maneira eficaz, a exemplo dos solos de textura arenosa (CALVALCANTI et al., 2013).

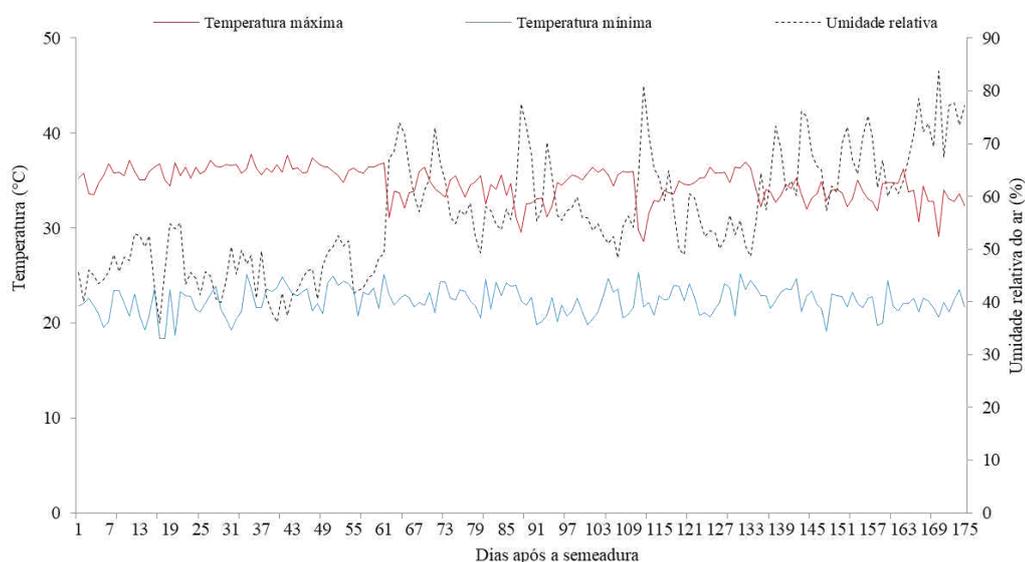
Apesar do hidrogel ser capaz de auxiliar na melhor retenção de água nos substratos, é preciso estar atento a alguns fatores que podem influenciar no modo de ação do produto, um exemplo disso é a adição de fertilizantes químicos assim como a composição do solo, além disso, independentemente do produto ser usado na forma seca ou pré-hidratado, não ocorre alteração no seu modo de ação, e mesmo que o polímero hidrorretentor, porventura, desidrate no substrato, sua capacidade de reidratar é conservada, no entanto, o potencial de hidratação do produto é afetado pela condutividade elétrica, tendo em vista que quanto maior essa variável, menor é o potencial de hidratação do polímero (NEVES et al., 2022).

Os polímeros hidrorretentores são capazes de alterar radicalmente o volume retido devido a interação com fatores químicos, tais como pH, espécies moleculares, força iônica e composição do solvente; não se deve esquecer dos fatores físicos que também podem ocasionar interferência, por exemplo, campo elétrico e magnético, som e pressão assim como a temperatura (AHMED, 2015). Freitas et al. (2019) afirmam que existem alguns fatores inerentes ao ambiente de inserção do hidrogel, particularmente a radiação ultravioleta e os sais presentes no meio ocasionam a degradação da cadeia de poliacrilamida, por consequência disso, ocorre liberação de acrilamida, a qual é considerada tóxica e não biodegradável, também associam uma maior degradação do hidrogel na presença de ureia e ferro.

## 4. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.1 Localização

A pesquisa foi desenvolvida no período de 04 de setembro de 2022 a 25 de fevereiro de 2023, 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°46'13" de latitude e 37°48'06" de longitude, a uma altitude de 184 m. Os dados meteorológicos coletados durante a condução do experimento estão dispostos na Figura 1.



**Figura 1.** Dados climáticos de temperatura máxima e mínima (°C) e umidade relativa do ar (%) durante a condução do experimento.

### 4.2 Tratamentos e delineamento estatístico

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, no esquema fatorial 5 × 4 correspondentes a cinco turnos de rega - TR (1, 2, 3, 4 e 5 dias após cada evento de irrigação) e quatro doses de polímero hidroretentor – DH (0, 2, 4 e 6 g dm<sup>-3</sup> de substrato), com três repetições e duas plantas por parcela, totalizando 120 unidades experimentais. Os turnos de rega e as doses de polímero hidroretentor utilizados no experimento foram baseados em pesquisa desenvolvida por Pereira (2017).

### 4.3 Semeadura e manejo nutricional

As sementes de goiabeira cv. Paluma foram adquiridas do pomar de goiabeira no setor de fruticultura da Fazenda experimental ‘Rolando Enrique Rivas Castellón’ pertencente ao Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar - CCTA – UFCG, Campus de Pombal - PB. Essa cultivar foi escolhida por ser vigorosa e com tolerância a pragas e doenças, principalmente à ferrugem (*Puccinia psidii* Wint.).

A semeadura foi realizada em sacolas plásticas com dimensões 10 × 18 cm, sendo preenchidas com 0,5 dm<sup>3</sup> de substrato na proporção de 2:1 (em base de volume), de solo e areia. As sacolas foram dispostas em bancadas metálicas a uma altura de 0,8 m do solo. No preenchimento das sacolas foi utilizado um solo de textura franco-arenosa, coletado na profundidade de 0,30 m, 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 foram determinados conforme metodologia de Teixeira et al. (2017) (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.

Ao substrato preparado foram acrescidas as dosagens de hidrogel conforme os tratamentos (2, 4 e 6 g dm<sup>-3</sup> de substrato), da marca comercial Forth Gel<sup>®</sup> submetido a hidratação por um período de 30 minutos conforme recomendações do fabricante, posteriormente incorporado ao solo, durante o enchimento das sacolas, no mesmo dia ocorreu saturação do solo e, após 24 h, foi realizada a semeadura.

A emergência das plântulas teve início aos 15 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, divididas em três aplicações, utilizou-se ureia como fonte para nitrogênio, MAP para o fornecimento de fósforo e o KCl para potássio. Para o fornecimento de micronutrientes, foi realizada a cada 20 DAS pulverizações foliares com o composto Dripsol micro (Mg<sup>2+</sup> = 1,1%; B = 0,85 %; Cu (Cu-EDTA) = 0,5%; Fe (Fe-EDTA) = 3,4 %; Mn (Mn-EDTA) = 3,2%; Mo = 0,05%; Zn = 4,2%; 70% de agente quelante EDTA) na concentração de 1 g L<sup>-1</sup>.

#### 4.4. Manejo de irrigação e tratos culturais

Nos primeiros 30 DAS, as mudas receberam água todos os dias e a partir deste período foram aplicados os turnos de irrigação, perdurando até os 175 DAS. Para cada evento de irrigação dos cinco turnos de rega, a determinação do volume a ser aplicado foi realizada por lisimetria de pesagem, onde por diferença fazia-se a reposição da lâmina de irrigação, conforme Equação 1.

$$V_i = [(P_i - P_f) \times 1] \quad (1)$$

Em que:  $V_i$  = volume de irrigação por recipiente (mL);

$P_i$  = peso inicial por recipiente antes da drenagem (kg);

$P_f$  = peso final do recipiente após drenagem (kg); e,

Constante 1 = massa específica da água.

Os tratos culturais aplicados obedeceram às recomendações técnicas preconizadas para a formação de mudas de goiabeira (BARBOSA e LIMA, 2010).

#### 4.5. Variáveis analisadas

##### 4.5.1. Pigmentos fotossintetizantes

A avaliação dos pigmentos fotossintetizantes da goiabeira foi feita aos 175 DAS, sendo coletadas amostras foliares na parte central do limbo para quantificação dos teores de clorofila *a*, clorofila *b* e carotenóides, conforme método analítico recomendado por Lichtenthaler (1987), por meio de amostras de cinco discos do limbo da 3ª folha madura a partir do ápice. A partir dos extratos, os quais tiveram preparação concluída após 72 h, foram determinadas as

concentrações em solução de acetona 80%, utilizando um espectrofotômetro de absorção nos comprimentos de absorvância de 470, 646 e 663 nm, conforme as Equações 2, 3 e 4:

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

$$\text{Clorofila } b \text{ (Cl } b) = 21,50 \text{ A}_{646} - 5,10 \text{ ABS}_{663} \quad (3)$$

$$\text{Carotenóides totais (Car)} = \frac{1000 \text{ ABS}_{470} - 1,82 \text{ Cl}a - 85,02 \text{ Cl}b}{198} \quad (4)$$

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

#### 4.5.2. Conteúdo relativo de água

Imediatamente após as determinações dos pigmentos fotossintetizantes, foram coletadas três folhas totalmente expandidas para determinação do conteúdo relativo de água (CRA) no limbo. Para isso, 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 foi feita conforme Weatherley (1950), pela Equação 5.

$$CRA = \frac{Mf - Ms}{Mt - Ms} \times 100 \quad (5)$$

Em que: CRA = teor relativo de água (%);

MF= massa fresca de folha (g);

MT= massa túrgida (g);

MS = massa seca (g).

#### 4.5.3. Extravasamento de eletrólitos

Aos 175 DAS, o extravasamento de eletrólitos no limbo foliar foi obtido de acordo com Scotti-Campos et al. (2013), para tanto, foram coletados na 3ª folha do ápice caulinar 10 discos foliares de 113 mm<sup>2</sup> de área, os quais foram acondicionados em beckers, com 50 mL de água bidestilada e fechados hermeticamente com papel alumínio. Os beckers foram mantidos à temperatura de 25°C, por 24 horas, onde foi procedida a condutividade elétrica inicial (Ci).

Posteriormente, os beckers foram conduzidos à estufa, com ventilação forçada de ar e submetidos à temperatura de 80°C por 90 minutos, onde novamente realizou-se a medição da condutividade elétrica final (Cf), sendo obtido assim o percentual de extravasamento de eletrólitos conforme Eq. 6:

$$\%EE = \frac{C_i}{C_f} \times 100 \dots \dots \dots (6)$$

Em que: %EE =extravasamento de eletrólitos no limbo foliar;  
 Ci= condutividade elétrica inicial (dS m<sup>-1</sup>); e,  
 Cf= condutividade elétrica final (dS m<sup>-1</sup>).

#### 4.5.4. Crescimento

O crescimento das mudas de goiabeira foi analisado aos 175 DAS, sendo avaliados:

a) Número de folhas (NF)

Na contagem, foram consideradas as folhas desenvolvidas com comprimento superior a 3 cm e com coloração característica da espécie.

c) Altura da planta (AP)

Comprimento da parte aérea, em centímetros, do nível do solo (colo da planta) até a gema apical do ramo principal.

d) Diâmetro do caule (DC)

Determinado a 2 cm do solo, com uso de paquímetro digital, com leituras em ‘mm’.

e) Área foliar (AF)

Determinada com o auxílio de régua graduada obtida medindo-se o comprimento da nervura principal, conforme Equação 7 (LIMA et al., 2012):

$$AF_{planta} = \sum AF = 0,3205 \times L^{2,0412} \quad (7)$$

Em que: AF<sub>planta</sub> = área foliar da planta (cm<sup>2</sup>)

L = comprimento da nervura principal (cm)

#### 4.5.6. Produção de fitomassa e qualidade das mudas

Na mesma época (175 DAS), também foram avaliadas a fitomassa seca de folhas, caule e raízes, cujos somatórios resultaram na fitomassa seca da parte aérea (FSPA) e fitomassa seca total (FST). 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.

A qualidade das mudas foi determinada através do índice de qualidade de Dickson - IQD (DICKSON et al., 1960), de acordo com a Eq. 8:

$$IQD = (FST) / \left[ \left( \frac{AP}{DC} \right) + \left( \frac{FSPA}{FSR} \right) \right] \quad (8)$$

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).

#### **4.6. Análises estatísticas**

Os dados obtidos foram avaliados pelo teste 'F', nos casos de significância foi realizada análise de regressões lineares e polinomiais para os turnos de rega e doses de polímero hidrorretentor, utilizando-se do software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA et al., 2019).

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

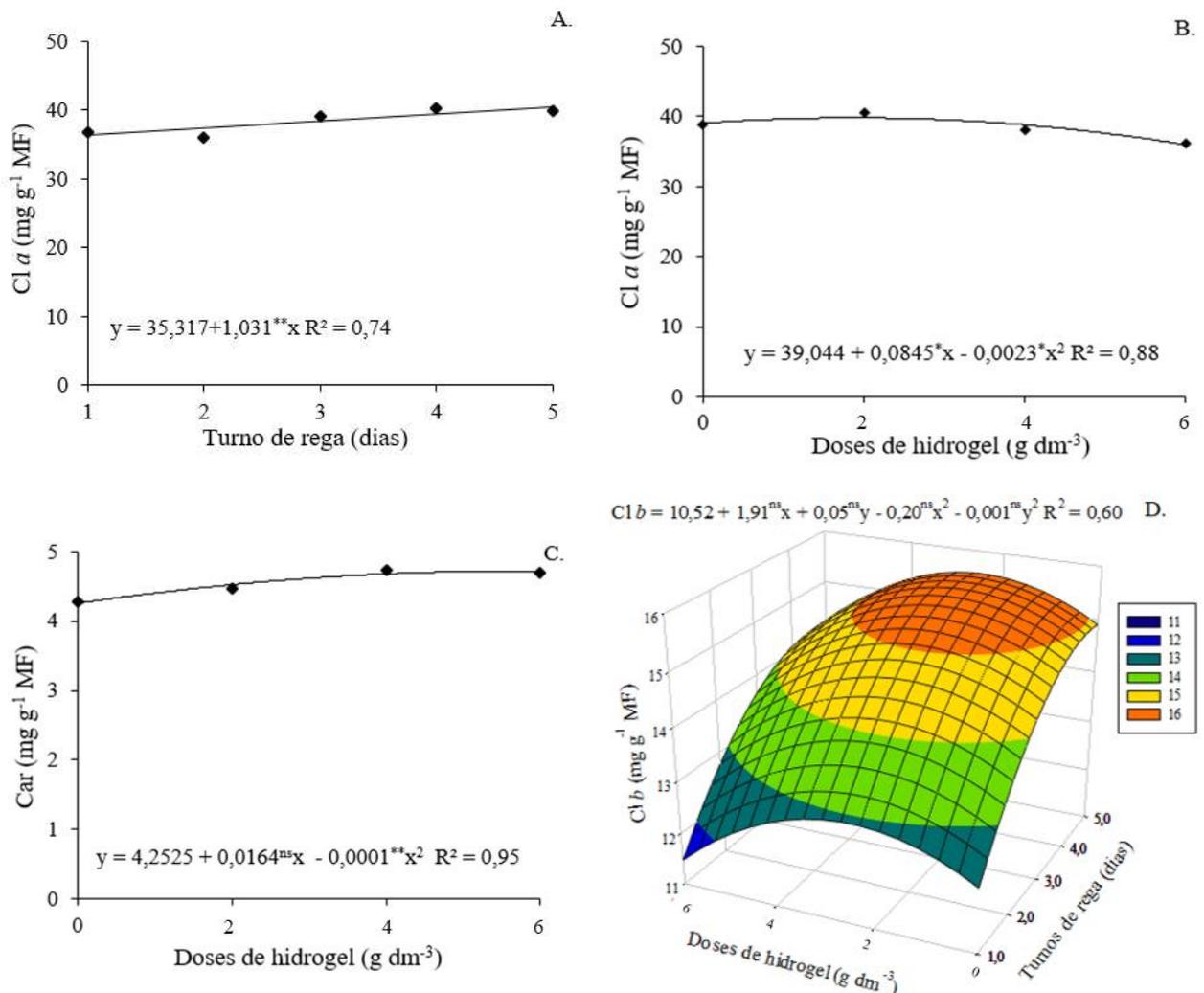
Observa-se interação significativa para os fatores turnos de rega e doses de hidrogel (TR × DH) para clorofila *b* (Cl *b*) e extravasamento de eletrólitos (EE) das plantas da goiabeira cv. Paluma aos 175 dias após a semeadura (Tabela 2). De maneira isolada, as doses de hidrogel influenciaram significativamente a clorofila *a* (Cl *a*) e os carotenóides da goiabeira. Já os diferentes turnos de rega influenciaram significativamente a clorofila *a* (Cl *a*) e *b* (Cl *b*), o conteúdo relativo de água (CRA) e o extravasamento de eletrólitos da goiabeira cv. Paluma, aos 175 dias após a semeadura.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para clorofila *a* (Cl *a*), clorofila *b* (Cl *b*), carotenóides (Car), conteúdo relativo de água (CRA) e extravasamento de eletrólitos (EE) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega (TR) e doses de hidrogel (DH), aos 175 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio				
		CL <i>a</i>	Cl <i>b</i>	Car	CRA	EE
Turnos de rega (TR)	4	42,68**	18,54*	0,41 <sup>ns</sup>	226,63**	12,08*
Regressão linear	1	127,22**	58,80**	0,00008**	222,93*	6,90 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	1,50 <sup>ns</sup>	7,19 <sup>ns</sup>	1,06*	52,37**	34,71**
Doses de hidrogel (DH)	3	48,13**	6,88 <sup>ns</sup>	0,68**	22,30 <sup>ns</sup>	5,39 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	78,79*	4,76 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	38,75 <sup>ns</sup>	3,31 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	49,12*	12,05 <sup>ns</sup>	1,47**	0,05 <sup>ns</sup>	6,75 <sup>ns</sup>
TR × DH	12	17,91 <sup>ns</sup>	9,70**	0,42 <sup>ns</sup>	71,64 <sup>ns</sup>	7,22*
Bloco	2	18,36 <sup>ns</sup>	9,87 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>	162,03 <sup>ns</sup>	30,77 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	13,23	4,49	0,19	21,05	5,05
CV (%)		9,47	15,08	9,77	5,35	17,39

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

O teor de clorofila *a* (Cl *a*) das plantas de goiabeira cv. Paluma aumentou 2,91% em função do acréscimo unitário do turno de rega (dias); quando se compara o valor estimado de Cl *a* da goiabeira irrigadas a cada 5 dias com as que foram irrigadas todos os dias, observa-se um aumento de 3,03 mg g<sup>-1</sup> MF (Figura 2A). Este comportamento está associado ao mecanismo de defesa da planta, que sob condições de estresse hídrico aumenta a produção de Cl *a* em decorrência do maior desenvolvimento dos cloroplastos e no número de tilacóides, garantindo um maior acúmulo de estruturas como aminoácidos e proteínas que resultam na ativação de um mecanismo de proteção ao sistema fotossintético da planta (NÓBREGA et al., 2020).



<sup>ns</sup>, <sup>\*\*</sup>, <sup>\*</sup> não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ , respectivamente.

**Figura 2.** Clorofila *a* - Cl *a* da goiabeira cv. Paluma em função dos turnos de rega (A) e doses de hidrogel (B), carotenóides - Car (C) em função das doses de hidrogel e clorofila *b* - Cl *b* (D) da goiabeira cv. Paluma em função dos turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.

O teor de clorofila *a* (Cl *a*) apresentou um comportamento quadrático em plantas de goiabeira submetidas a diferentes doses de hidrogel, onde o maior valor observado foi de 39,47  $mg\ g^{-1}\ MF$  em plantas que receberam 6  $g\ dm^{-3}$  do hidrogel. O menor valor de Cl *a* (39,04  $mg\ g^{-1}\ MF$ ) foi constatado nas plantas de goiabeira cultivadas sob a dose de 0  $g\ L^{-1}$  de hidrogel, o que representa um decréscimo de 1,06 % no teor de Cl *a*, quando se compara maior e menor valor encontrados (Figura 2B). De acordo com Kumar et al. (2020) o polímero hidroretentor ocasiona diversos benefícios na estrutura do solo, tais como melhorar a porosidade, densidade

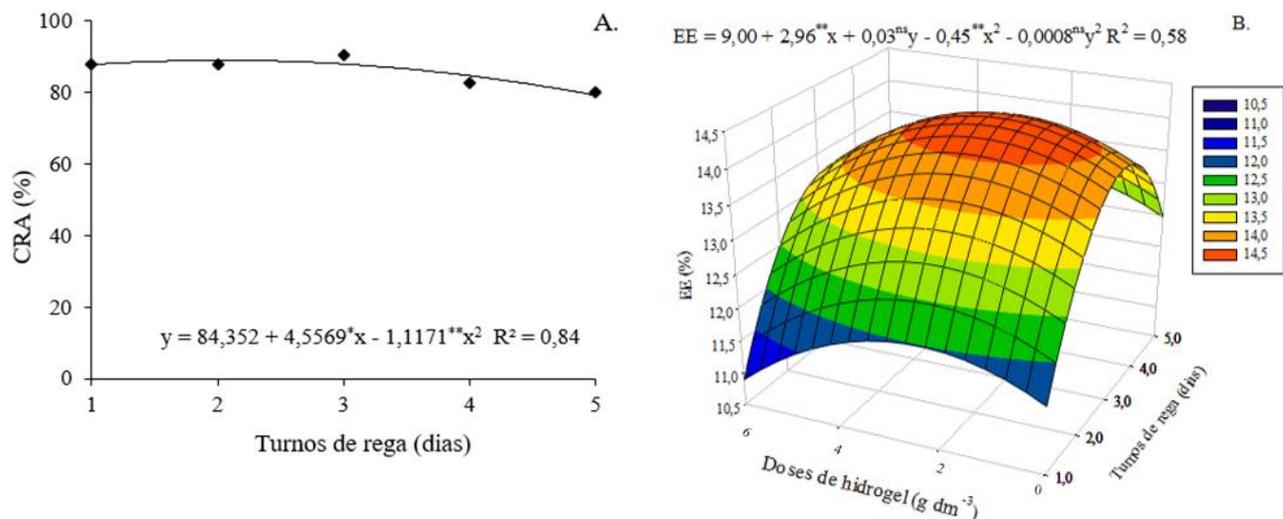
aparente, capacidade de retenção de água e permeabilidade, proporcionando maior absorção de água e nutrientes para a planta, com reflexos positivos na clorofila *a*.

Os dados de teor de carotenóides (Car) das plantas de goiabeira cv. Paluma sob diferentes doses de hidrogel apresentaram um comportamento quadrático, destacando-se a dose de 6 g dm<sup>-3</sup> que apresentou média de 4,35 mg g<sup>-1</sup> MF e a partir deste valor, ocorreu um decréscimo de 2,29 % até atingir o menor valor encontrado de 4,25 mg g<sup>-1</sup> MF, constatado em plantas que não foram cultivadas em solo com hidrogel (Figura 2C). Segundo Rizwan et al. (2021), o hidrogel ocasiona uma difusão de nutrientes no solo através da interação química desenvolvida entre hidrogel e solutos, melhorando a eficiência de liberação.

Para o teor de clorofila *b* da goiabeira cv. Paluma (Figura 2D), a dose de 2 g dm<sup>-3</sup> do hidrogel combinada ao manejo da irrigação com intervalo de 5 dias, proporcionou maiores valores desta variável, com média observada de 15,67 mg g<sup>-1</sup> MF; já o menor valor de Cl *b* foi estimado em 11,63 mg g<sup>-1</sup> MF, ou seja, 25,78% inferior ao maior valor estimado, em plantas irrigadas diariamente e uso de 6 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel. Esses resultados corroboram com o estudo que avaliou quatro doses do polímero hidrorretentor Biogel Aqua Plus<sup>®</sup> (0,0; 1,0; 2,5 e 5,0 g L<sup>-1</sup>) e três turnos de rega (diário; irrigação em dias alternados e irrigação a cada dois dias) em goiabeira cv. Paluma, onde se constatou que o índice de clorofila foi superior com o uso da dose 1,9 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel e irrigação em dias alternados e irrigação a cada dois dias (PEREIRA, 2017).

O hidrogel desempenha papel de regulador na atividade de enzimas antioxidantes no que diz respeito a adaptação ao estresse por déficit hídrico nas plantas, o que ocasiona aumento na tolerância das plantas por meio da manutenção da homeostase celular assim como a atenuação dos efeitos adversos da falta de água sobre as plantas (SELEIMAN et al., 2021). Segundo os autores, essa técnica promove aumento potencial da produtividade das plantas sob déficit.

O conteúdo relativo de água (CRA) da goiabeira cv. Paluma foi superior em plantas irrigadas a cada 2 dias, com valor de 88,99%, sendo este superior em 11 % as plantas que apresentaram menor valor de CRA (79,2%), correspondendo aquelas que receberam irrigação com turno de rega de 5 dias (Figura 3A). A redução no teor de água no solo ocasionada por maiores períodos sem irrigação, gerando déficit hídrico, ocasionou um desajuste no potencial hídrico, em que potencial do apoplasto se torna mais negativo do que o do simplasto, o que reduz o potencial de turgor e volume (teor de água nos tecidos foliares) (TAIZ et al., 2017).



<sup>ns,\*\*,\*</sup> não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ , respectivamente.

**Figura 3.** Conteúdo relativo de água - CRA (A) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e extravasamento de eletrólitos - EE (B) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.

Plantas de goiabeira cv. Paluma cultivadas sob  $2 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel e irrigadas a cada 3 dias, mostraram médias de extravasamento de eletrólitos (EE) superiores, com valor estimado em 14,11%, já as plantas cultivadas sob  $6 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel e irrigadas diariamente apresentaram valores inferiores de EE, quando comparados aos demais tratamentos, com média de 10,43% (Figura 3B). Estes resultados sugerem que doses mais elevadas de hidrogel garantem maior integridade de membranas celulares, impedindo a sua ruptura e perda do conteúdo interno (LIU et al., 2022).

Observa-se interação significativa entre os fatores diferentes turnos de rega e doses de hidrogel (TR  $\times$  DH) para as variáveis número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de plantas (AP) de goiabeira cv. Paluma, aos 175 dias após a semeadura (Tabela 3).

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância para o número de folhas (NF), área foliar (AF), diâmetro de caule (DC) e altura de plantas (AP) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega (TR) e doses de hidrogel (DH), aos 175 dias após a semeadura.

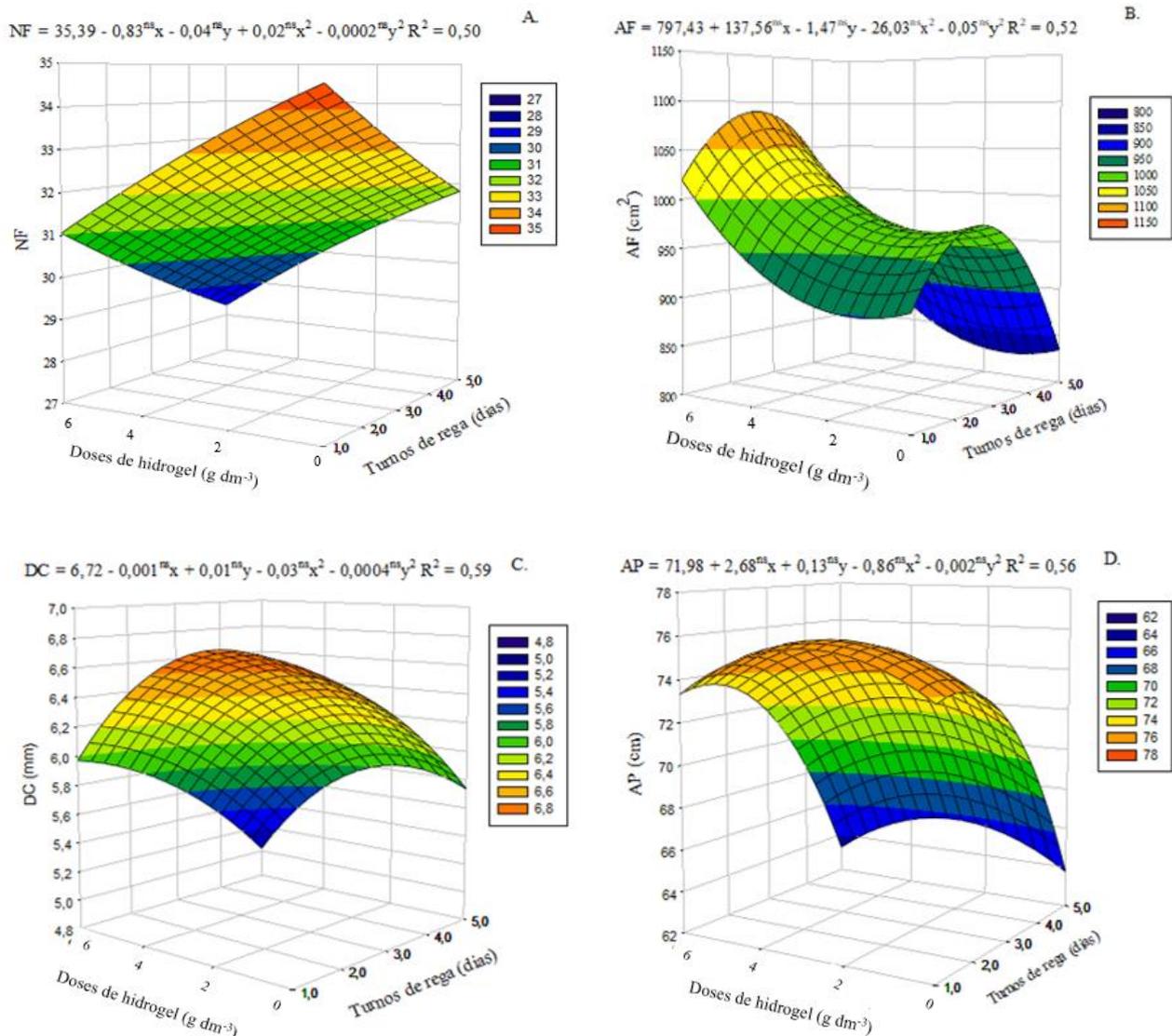
Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		NF	AF	DC	AP
Turnos de rega (TR)	4	24,07 <sup>ns</sup>	86926,52 <sup>**</sup>	5,09 <sup>**</sup>	362,33 <sup>**</sup>
Regressão linear	1	57,40 <sup>*</sup>	41582,93 <sup>ns</sup>	6,77 <sup>**</sup>	754,25 <sup>**</sup>
Regressão quadrática	1	0,09 <sup>ns</sup>	113830,23 <sup>**</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	125,58 <sup>**</sup>

Doses de hidrogel (DH)	3	61,98**	44304,27*	2,52**	25,21 <sup>ns</sup>
Regressão linear	1	104,43**	102326,75**	4,28**	1,97 <sup>ns</sup>
Regressão quadrática	1	0,41 <sup>ns</sup>	29384,21 <sup>ns</sup>	1,68*	56,16*
TR × DH	12	29,76**	91043,69**	0,75**	116,04**
Bloco	2	0,45 <sup>ns</sup>	89623,27 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	31,12 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	10,46	14238,99	0,34	14,70
CV (%)		10,28	12,47	9,68	5,38

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

De acordo com a Figura 4A, as plantas de goiabeira cv. Paluma irrigadas diariamente e que não receberam aplicação do hidrogel no solo, apresentaram médias superiores para número de folhas com média estimada de 34,58 folhas. A goiabeira cv. Paluma irrigada no 5º dia após cada evento de irrigação, emitiu menor NF em relação aos demais tratamentos (28,62 folhas) quando se utilizou  $6 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel, valores inferiores em média de 5,96 folhas. O menor número de folhas emitidos sob irrigação com intervalos de 5 dias está associado aos menores valores de CRA na goiabeira, influenciando diretamente a redução da divisão e alongamento celular (SANTOS et al., 2020).

As plantas de goiabeira cv. Paluma apresentaram maior área foliar (AF) ( $975,84 \text{ cm}^2$ ), quando cultivadas sem o hidrogel associadas ao manejo da irrigação com frequência de 3 dias (Figura 4B). Este valor representa um acréscimo de 41,96% de AF, quando comparadas às plantas irrigadas a cada 5 dias e cultivadas sob solo com  $6 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel com AF de  $566,28 \text{ cm}^2$  (Figura 4B). A redução na área foliar da goiabeira sob estresse hídrico refletiu em uma menor superfície transpirante, sendo este comportamento também considerado uma estratégia de defesa para garantir menor perda de água para a atmosfera (FÁTIMA et al., 2019).



<sup>ns</sup>, não significativo

**Figura 4.** Número de folhas - NF (A), área foliar - AF (B), diâmetro de caule -DC (C) e altura de plantas - AP (D) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.

Observando a Figura 4C, verifica-se que a dose de  $2 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel e a irrigação diária proporcionou maior diâmetro de caule (DC) para a goiabeira cv. Paluma (6,72 mm), sendo este tratamento superior em 23,73% as menores médias de DC, apresentadas em plantas irrigadas a cada 5 dias associada a dose de  $6 \text{ g dm}^{-3}$  do hidrogel com DC de 5,125 mm (Figura 4C). Segundo Jat et al. (2022) a redução no DC, assim também como nas demais variáveis de crescimento na goiabeira submetida a restrições hídricas acarreta um aumento da biossíntese de

ácido abscísico (ABA) e redução da síntese de citocianinas nas raízes, ramos e gemas, afetando o crescimento vegetativo das plantas.

A altura de planta (AP) da goiabeira cv. Paluma cultivadas sob irrigação a cada dois dias e dose de 4 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel (75,9 cm) foi superior em comparação aos demais tratamentos, onde se verifica o menor valor estimado (63,88 cm) em plantas cultivadas sem a presença do hidrogel e irrigadas a cada 5 dias tiveram AP de 12,02 cm (Figura 4D). Segundo Sá et al. (2023) a restrição hídrica ocasiona um fechamento estomático em virtude da redução do potencial osmótico do solo; este processo acarreta uma menor entrada de CO<sub>2</sub> diminuindo e taxas de transpiração e, conseqüentemente, resulta em uma menor fotossíntese. Isso ocorre porque o CO<sub>2</sub> é designado para produzir glicose no ciclo de Calvin-Benson, ademais, os produtos resultantes desse ciclo são essenciais, tendo em vista que grande parte da energia contida nos compostos orgânicos produzidos é empregado pelas próprias plantas por meio de processos metabólicos (MOREIRA, 2013).

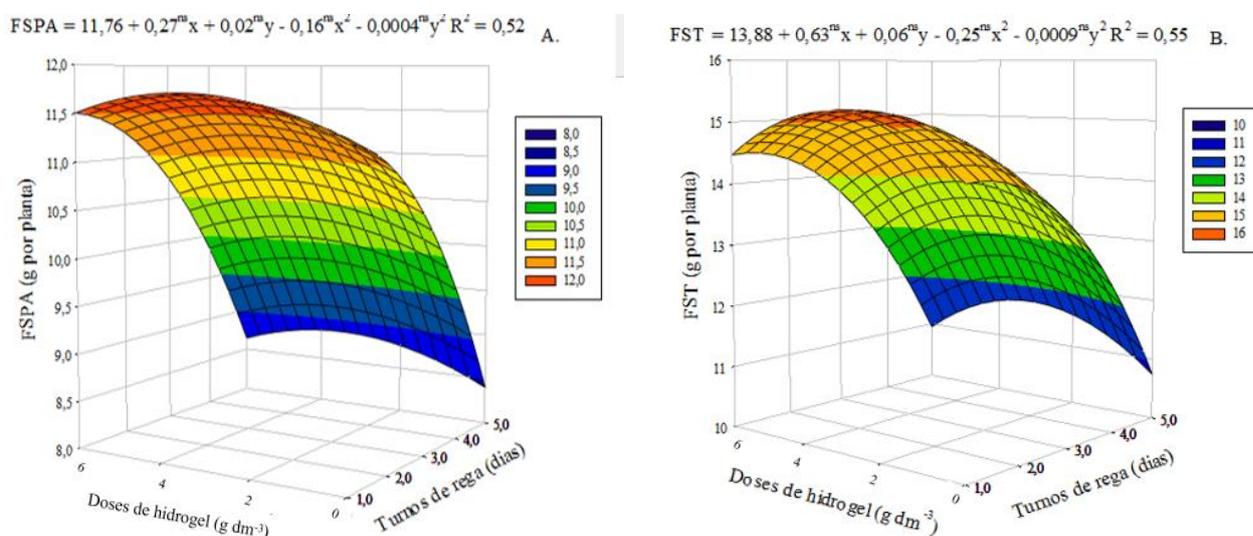
Ocorreu interação significativa entre os fatores diferentes turnos de rega e doses de hidrogel (TR × DH) para fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da goiabeira cv. Paluma. A relação raiz / parte aérea (R/PA) foi influenciada apenas pelos diferentes turnos de rega (TR), aos 175 dias após a semeadura (Tabela 4).

**Tabela 4.** Resumo da análise de variância para fitomassa seca da parte aérea (FSPA), fitomassa seca total (FST), relação raiz/parte aérea (R/PA) e índice de qualidade de Dickson (IQD) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega (TR) e doses de hidrogel (DH), aos 175 dias após a semeadura.

Fonte de variação	GL	Quadrado médio			
		FSPA	FST	R/PA	IQD
Turnos de rega (TR)	4	54,03**	77,72**	0,009**	0,68**
Regressão linear	1	61,96**	93,08**	0,003*	1,07**
Regressão quadrática	1	4,57 <sup>ns</sup>	10,76*	0,001**	0,0001 <sup>ns</sup>
Doses de hidrogel (DH)	3	3,14 <sup>ns</sup>	9,00**	0,004 <sup>ns</sup>	0,14*
Regressão linear	1	0,45 <sup>ns</sup>	0,33 <sup>ns</sup>	0,00003 <sup>ns</sup>	0,21*
Regressão quadrática	1	1,22 <sup>ns</sup>	8,60*	0,011 <sup>ns</sup>	0,03 <sup>ns</sup>
TR × DH	12	13,33**	17,53**	0,015 <sup>ns</sup>	0,19**
Bloco	2	5,91 <sup>ns</sup>	7,02 <sup>ns</sup>	0,004 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>
Resíduo	38	1,29	2,04	0,004	0,04
CV (%)		10,93	10,60	22,26	22,57

<sup>ns</sup>, \*\*, \* não significativo, significativo a p ≤ 0,01 e a p ≤ 0,05, respectivamente, GL-grau de liberdade, CV-coeficiente de variação.

Verifica-se que a dose de 2 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel e irrigação diária ocasionaram maior fitomassa seca da parte aérea (FSPA) da goiabeira cv. Paluma (11,57 g por planta); já as plantas irrigadas com o turno de rega de 5 dias e 6 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel, tiveram reduções na FSPA, com média estimada em 6,17 g por planta, ou seja, um decréscimo de 5,4 g por planta, quando comparadas as plantas irrigadas diariamente (Figura 5A). Para Mendonça et al. (2013), doses adequadas de hidrogel proporcionam melhor retenção e economia de água, menor condutividade elétrica do solo e menor custo de implantação; já doses mais elevadas geram inchaço do solo levando a perda do produto, solo e possível estrangulamento radicular.



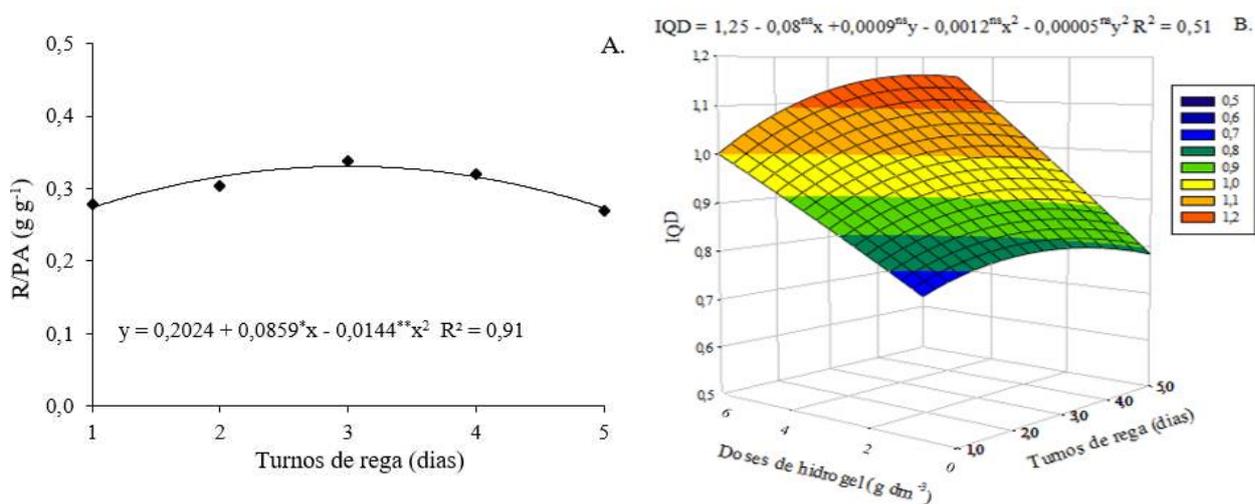
<sup>ns</sup>. não significativo

**Figura 5.** Fitomassa seca da parte aérea – FSPA (A) e fitomassa seca total - FST (B) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.

Os maiores valores para a variável fitomassa seca total (FST) de goiabeira cv. Paluma (Figura 5B) foram constatados em plantas sob irrigação diária e dose de 4 g dm<sup>-3</sup> de hidrogel, com média estimada em 15,22 g por planta. Esse valor representa um acréscimo de 4,4 g por planta em comparação a FST das plantas cultivadas sob irrigação com frequência de 5 dias e sem o uso do hidrogel, com média de 10,78 g por planta. A produção de espécies reativas de oxigênio como radicais superóxido (O<sub>2</sub><sup>-</sup>), peróxido de hidrogênio (H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>) e oxigênio singlete (<sup>1</sup>O<sub>2</sub>), ocorrem em maior proporção em estruturas como cloroplastos, mitocôndrias, membranas plasmáticas e paredes celulares, pela perda de elétrons do O<sub>2</sub> das reações de transporte de elétrons ou como subproduto de vários processos metabólicos, quando as plantas se encontram

em condição de estresse abióticos; as ERO's são responsáveis pela oxidação de estruturas e metabólitos importantes (BIANCHI et al., 2016).

Os dados para relação raiz/parte aérea (R/PA) das plantas de goiabeira cv. Paluma cultivadas sob diferentes turnos de rega (Figura 6A) mostraram um comportamento quadrático, onde a maior relação raiz/parte aérea ( $0,33 \text{ g g}^{-1}$ ) foi observada quando as plantas receberam o manejo da irrigação com intervalo de 3 dias. A redução na absorção de água interfere diretamente no teor de  $\text{NO}_3^-$  que estar parcialmente ligado a biossíntese, conjugação, transporte e sinalização de auxinas, hormônio responsável pela expansão radicular (LÚCIO, 2019). Pereira (2017) estudando a goiabeira cv. Paluma obteve o mesmo resultado, em que o melhor resultado foi obtido no turno de rega de 3 dias.



<sup>ns,\*\*,\*</sup> não significativo, significativo a  $p \leq 0,01$  e a  $p \leq 0,05$ , respectivamente.

**Figura 6.** Relação raiz / parte aérea - R/PA (A) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e índice de qualidade de Dickson - IQD (B) da goiabeira cv. Paluma em função de diferentes turnos de rega e doses de hidrogel, aos 175 dias após a semeadura.

O maior índice de qualidade de Dickson (IQD) foi constatado em plantas de goiabeira cv. Paluma cultivadas sem o uso do hidrogel e irrigadas diariamente com IQD de 1,16 (Figura 6B); já o menor IQD (0,69) foi apresentado por plantas manejadas com turno de rega de 5 dias e uso do hidrogel com dose de  $6 \text{ g dm}^{-3}$ . Seguindo as mesmas tendências de CRA e as variáveis de crescimento e fitomassas, observa-se que a irrigação com o turno de rega de 5 dias, proporcionou mudas de qualidade inferior aos demais tratamentos, como reflexos da menor absorção de água, fechamento estomático, dano celular e redução na fotossíntese (FAROOQ et al., 2020).

## 6. CONCLUSÕES

O manejo da irrigação com intervalo de 5 dias mostrou-se eficaz quando associado a dose de hidrogel com  $2 \text{ g dm}^{-3}$  com aumento dos teores de clorofila *b*.

Ocorreu maior acúmulo no teor de clorofila *a* da goiabeira cv. Paluma quando se utilizou a dose estimada de  $6 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel, independente do turno de rega.

O conteúdo relativo de água nas folhas apresentou melhor comportamento quando a muda de goiabeira cv. Paluma foi submetida ao turno de rega de 2 dias;

A dose de  $6 \text{ g dm}^{-3}$  de hidrogel intensificou os efeitos negativos do déficit hídrico causados pelo turno de rega de 5 dias no crescimento e fitomassas da goiabeira cv. Paluma.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: A review. **Journal of Advanced Research**. v. 6, p. 105–121, 2015.
- ALENCAR, R. D.; LEITE, G. A.; MENDONÇA, V.; LIMA, F. V. de; PEREIRA, G. A.; FARIAS, W. C. de. Adubação potássica na produção e qualidade pós-colheita de goiaba ‘Paluma’ no semiárido potiguar. **Comunicata Scientiae**, v. 7, p. 139-148, 2016.
- ALMEIDA, A. H. B. de; ALMEIDA, H. S. A. de; OLIVEIRA, M. K. T. de. Perspectivas da gestão hídrica no semiárido brasileiro para a irrigação. **Disciplinarum Scientia Naturais e Tecnológicas**, v. 22, p. 119-132, 2021.
- ARANGO, V. A. V.; MARTÍNEZ, A. A. B.; SANTOS, L. E. O.; ZAPATA, J. L. H. Caracterización del epicarpio de guayaba (*Psidium guajava* L.) como alternativa natural para uso en productos alimenticios procesados. **Biotechnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial**, v.18, p.26-36, 2020.
- BARBOSA, F. R.; LIMA, M. F. **A cultura da goiaba**. 2ª edição revista e ampliada – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 180 p.
- BAYER, A.; MAHBUB, I.; CHAPPELL, M.; RUTER, J.; VAN IERSEL, M. W. Water use and growth of *Hibiscus acetosella* “Panama Red” grown with a soil moisture sensor controlled irrigation system. **HortScience**, v.48, p.980-987, 2013.
- BELARMINO, L. C. Panorama da economia da goiaba no Brasil: locais de produção e comercialização, preços de mercado, custos e viabilidade dos negócios. In: NACHTIGAL, J. C.; MARTINS, C. R.; NACHTIGAL, G. de F. **Sistema de produção de goiabas para pequenos produtores do Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2015. p. 11-23.
- BIANCHI, L.; GERMINO, G. H.; SILVA, M. de A. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta iguazu**, v.5, p.15-32, 2016.
- BRAGA, M. B.; CALGARO, M. **Sistema de produção de melancia**. Embrapa semiárido, revista eletrônica, p. 1-5, 2010. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Melancia/SistemaProducaoMelancia/irrigacao.htm>>. Acesso em: 10 de Jun. 2023
- CASTRO, J. M. DA C. e; RIBEIRO, J. M. **Pesquisa e desenvolvimento para a cultura da goiabeira: a contribuição da Embrapa Semiárido**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2020. 82 p.

- COLOMBO, R. H.; CAVICHIOLI, F. A. Custo de produção na cultura da goiaba. **Revista Interface Tecnológica**, v. 16, p. 470–479, 2019.
- COSTA, A. de F. S. da; LIMA, I. de M. **Cultura da goiaba: Minicurso. Frutas para todos: estratégias, tecnologias e visão sustentável**. Vitória: INCAPER: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 2008.
- COUTINHO, M. J. F.; CARNEIRO, M. do S. de S.; EDVAN, R. L.; SANTIAGO, S.; ALBUQUERQUE, D. R. Características morfogênicas, estruturais e produtivas de capim-buffel sob diferentes turnos de rega. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, p. 216-224, 2015.
- DEMARTELAERE, A. C. F.; PRESTON, W.; PRESTON, H. A. F.; FEITOSA, S. dos S.; SILVA, T. B. M.; RODRIGUES, A. L. dos S.; FERREIRA, M. dos S.; SILVA, R. M. da; ROSADO, A. K. H. B.; MEDEIROS, D. C. de. Uso do hidrogel na família das aliaceas: *Allium fistulosum* e *Allium cepa*. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, p. 90411-90420, 2020.
- 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.
- FAROOQ, A.; BUKHARI, S. A.; AKRAM, N. A.; ASHRAF, M.; WIJAYA, L.; ALYEMENI, M. N.; AHMAD, P. Exogenously applied ascorbic acid-mediated changes in osmoprotection and oxidative defense system enhanced water stress tolerance in different cultivars of safflower (*Carthamus tinctorious* L.). **Plants**, v.9, p.1-15, 2020.
- FÁTIMA, R. T. de; JESUS, E. G. de; GUERRERO, A. C.; ROCHA, J. L. A.; BRITO, M. E. B. Adubação silicatada como atenuante do estresse hídrico no crescimento e trocas gasosas do alface. **Engenharia na Agricultura**, v.27, p. 170-178, 2019.
- FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; AGUIAR, N. S. de; PEREIRA, M. de O.; MORAES, C.; AMARAL, M. Efeito do hidrogel no crescimento de mudas de *Eucalyptus benthamii* submetidas a diferentes frequências de irrigação. **Floresta**, v. 46, p. 215-225, 2016.
- FERNANDES, D. A.; ARAUJO, M. M. V.; CAMILI, E. C. Crescimento de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Revista de Agricultura**, v. 90, p. 229-236, 2015.
- 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.
- FISCHER, D. L. de o.; FISCHER, C.; PASA, M. da S.; LIMA, A. P. F. de; NACHTIGAL, J. C. Propagação da goiabeira. In: NACHTIGAL, J. C.; MARTINS, C. R.; NACHTIGAL, G.

- de F. Sistema de Produção de Goiabas para Pequenos Produtores do Rio Grande do Sul. 1ª ed. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, 2015. p. 31-40.
- FORTH GEL PARA PLANTIO, **Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos - FISPQ**. Cerquilha - SP: TECNUTRI DO BRASIL. 2014. Disponível em: <[https://forthjardim.com.br/files/forth-gel\\_FISPQ.pdf](https://forthjardim.com.br/files/forth-gel_FISPQ.pdf)>. Acesso em: 02 de Out. 2023.
- FREITAS, J. S.; OLIVEIRA, L. F. C. de; ABREU, E. C. de F.; ALMEIDA, A. E. da S. Fotodegradação de hidrogel de poliacrilamida na presença de substâncias químicas para o uso na agricultura. **Revista Matéria**, v. 24, p. 1-8, 2019.
- GERVÁSIO, E. S.; FRIZZONE, J. A. Caracterização físico-hídrica de um condicionador de solo e seus efeitos quando misturado a um substrato orgânico. **Irriga**, v. 9, p. 94-105, 2004.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Sidra - Produção Agrícola 2020**. Disponível em:< <http://www.sidra.ibge.gov.br>> Acesso em: 24 jan. 2023.
- JAT, R.; SINGH, V. P.; ABED, S. A.; AL-ANSARI, N.; SINGH, P. K.; VISHWAKARMA, D. K.; CHOUDHARY, A.; AL-SADOON, M. K.; POPAT, R. C.; JAT, S. K. Deficit irrigation scheduling with mulching and yield prediction of guava (*Psidium guajava* L.) in a subtropical humid region. **Frontiers in Environmental Science**, v.13, p.1-19, 2022.
- JAT, R.; SINGH, V. P.; RAL, R.; SINGH, O.; SINGH, P. K. Effect of deficit irrigation regimes and mulching on VNR bihi guava agronomical and fruit quality performance. **Biological Forum—An International Journal**, v. 13, p.153-159, 2021.
- JORGE, M. H. A.; MELO, R. A. de C. e; SILVA, J. da; GUEDES, I. M. R. **Produção de mudas de pimentão em substratos com hidrogel nanocompósito e variações de turno de rega**. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022. 22 p.
- KANG, Y.; WAN, S. Effect of soil water potential on radish (*Raphanus sativus* L.) growth and water use under drip irrigation. **Scientia Horticulturae**, v.106, p.275-292, 2005.
- KUMAR, R.; YADAV, S.; SINGH, V.; KUMAR, M.; KUMAR, M. Hydrogel and its effect on soil moisture status and plant growth: A review. **Journal of Pharmacognosy and Phytochemistry**, v.9, p.1746-1753, 2020.
- LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: photosynthetic biomembrane pigments. **Methods in Enzymology**, v.148, p.350-382, 1987.
- LIMA, G. S.; GHEYI, H. R.; NOBRE, R. G.; SOARES, L. A. dos A.; XAVIER, D. A.; SANTOS JÚNIOR, J. A. dos. Water relations and gas exchange in castor bean irrigated with saline water of distinct cationic nature. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, p. 1581-1594, 2015.

- 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.
- LIU, Y.; WANG, J.; CHEN, H.; CHENG, D. Environmentally friendly hydrogel: A review of classification, preparation and application in agriculture. **Science of the Total Environment**, v.846, e.157303, 2022.
- LÚCIO, J. C. B. **Auxinas dependem de peróxido de hidrogênio nas respostas das raízes de tomateiro à deficiência de nitrogênio**. Dissertação (Mestrado em produção vegetal), Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal-SP, 2019, 41p.
- MAIA, A.; MAIA, A. F.; VIANNA, N.; BERGER, T.; SOARES, M.; AGUILA, J. S. D. Manejo em casa de vegetação do porta-enxerto de videira so4 com polímeros hidroretentores. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 9, p. 1-5, 2017.
- MARQUELLI, W. A.; OLIVEIRA, A. S.; COELHO, E. F.; NOGUEIRA, L. C.; SOUSA, V. F. Manejo da água de irrigação. In: SOUSA, V. F.; MARQUELLI, W. A.; COELHO, E. F.; PINTO, J. M.; COELHO FILHO, M. A. (Ed.). **Irrigação e fertirrigação em fruteiras e hortaliças**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 157-232.
- MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. de C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estágio vegetativo do tomateiro para processamento industrial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, p. 661-666, 2005.
- MARTINS, C. R.; NACHTIGAL, J. C.; MIGLIORINI, L. C.; BARRETO, C. F. Colheita. In: NACHTIGAL, J. C.; MARTINS, C. R.; NACHTIGAL, G. de F. **Sistema de produção de goiabas para pequenos produtores do Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. p. 77-79.
- MENDONÇA, F. C.; RASSINI, J. B. **Curso teórico prático de manejo e projeto de irrigação em pastagens**. Embrapa Pecuária Sudeste, 2005. 59p.
- MENDONÇA, T. G.; URBANO, V. R.; PERES, J. G.; SOUZA, C. F. Hidrogel como alternativa no aumento da capacidade de armazenamento de água no solo. **Water Resources and Irrigation Management**, v.2, p.87-92, 2013.
- MENEZES, P. E.; DORNELLES, L. L.; FOGAÇA, A. de O.; BOLIGON, A. A.; ATHAYDE, M. L.; BERTAGNOLLI, S. M. M. Composição centesimal, compostos bioativos, atividade antioxidante e caracterização fenólica da polpa de goiaba. **Disciplinarum Scientia Saúde**, v. 17, p. 205-217, 2017.

- MOON, P.; FU, Y.; BAI, J.; PLOTTO, A.; CRANE, J.; Chambers, A. Assessment of fruit aroma for twenty-seven guava (*Psidium guajava*) accessions through three fruit developmental stages. **Scientia Horticulturae**, v.238, p.75-383, 2018.
- MOREIRA, C. **Fotossíntese**. Revista de Ciência Elementar, Casa das Ciências (revista online), v. 1, P. 15-19, outubro, 2013. Disponível em: <<https://rce.casadasciencias.org/rceapp/rev/1/1/>>. Acesso em 03 de Out. 2023.
- NACHTIGAL, J. C. Cultivares. In: NACHTIGAL, J. C.; MARTINS, C. R.; NACHTIGAL, G. de F. **Sistema de produção de goiabas para pequenos produtores do Rio Grande do Sul**. 1ª ed. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2015. p. 53-55.
- NASEER, S.; HUSSAIN, S.; NAEEM, N.; PERVAIZ, M.; RAHMAN, M. The phytochemical and medicinal value of *Psidium guajava* (guava). **Fitociência Clínica**, v. 4, p.1-8, 2018.
- NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; CUNHA, F. da S.; BERGHETTI, A. L. P.; PEREIRA, M. de O. Redução da adubação e melhoria das características dos substratos com o uso do hidrogel na produção de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden. **Ciência Florestal**, v. 26, p. 1155-1165, 2016.
- NAVROSKI, M. C.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. de O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, v. 45, p. 315-328, 2015.
- NEVES, O. S. C.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. Retenção de água em substratos com hidrogel: influência das características do material e nível de adubação. **Ciência Florestal**, v. 31, p. 1751-1767, 2022.
- NÓBREGA, J. S.; BRUNO, R. de L. A.; FIGUEIREDO, F. R. A., SILVA, T. I. da; FÁTIMA, R. T. de; RIBEIRO, J. T. A. F.; NASCIMENTO, R. G. da A. Acúmulo de biomassa e pigmentos fotossintéticos em plantas de *Mesosphaerum suaveolens* (L.) Kuntze sob estresse salino e doses de ácido salicílico. **Research, Society and Development**, v.9, p.1-13, 2020.
- NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. (1991) - Ensaio em ambiente controlado. In: Oliveira, A.J. (Ed.) - **Métodos de pesquisa em fertilidade do solo**. Brasília: Embrapa SEA. p. 189-225.
- PAULILO, M. T. S.; VIANA, A. M.; RANDI, A. M. **Fisiologia Vegetal**. Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2015. 182p.

- PEREIRA, E. C. **Diversidade genética, frequência de irrigação e doses de polímero hidrorretentor na produção de goiabeira**. Tese (Doutorado Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró – RN, 2017, 93p.
- PES, L. Z.; ARENHARDT, M. H. **Fisiologia vegetal**. Santa Maria, RS: Universidade Federal de Santa Maria, Colégio Politécnico, Rede e-Tec Brasil, 2015. 81 p.
- PINHEIRO, A. A. **Manejo da irrigação utilizando umidade do solo e dados climáticos em lavoura de cafeeiro conilon**. 73f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre-ES, 2019.
- QUINTAL, S.S.R.; VIANA, A.P.; CAMPOS, B.M.; VIVAS, M.; AMARAL JÚNIOR, A.T. Analysis of structures of covariance and repeatability in guava segregating population. **Revista Caatinga**, v.30, p.885-891, 2017.
- RIZWAN, M.; GILANI, S. R.; DURANI, A. I.; NASEEM, S. Materials diversity of hydrogel: Synthesis, polymerization process and soil conditioning properties in agricultural field. **Journal of Advanced Research**, v.33, p.15-40, 2021.
- ROZANE, D. E.; OLIVEIRA, D. A. de; LÍRIO, V. S. Importância econômica da cultura da goiabeira. In: Rozane, D.E, Couto, F.A.A. (eds.). **Cultura da goiabeira: tecnologia e mercado**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, p.1-19, 2003.
- SÁ, L. C. de; LAZAROTTO, M.; AVRELLA, E. D.; HILGERT, M. A.; FIOR, C. S. Estresse hídrico e salino no crescimento inicial de mudas de *Toona ciliata* var. australis. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v.43, e.202002108, p.1-11, 2023.
- SANTOS, G. C. L.; GARCIA, P. H. M.; VIANA, T. B. L.; BORGES, P. F.; ARAUJO, L. S.; GONZAGA NETO, S. Crescimento e eficiência do uso da água do sorgo sob distintos regimes hídricos contínuos. **Archivos de Zootecnia**, v.69, p.164-171, 2020.
- SCALON, S. de P. Q.; FORESTI, A. C.; REIS, L. C.; NAZZI, S. S.; CONTI, I. M.; SILVERIO, J. M.; SANTOS, C. C. Tecnologias para mitigar o déficit hídrico em *Eugenia myrcianthes* Nied. In: SANTOS, C. C.; SCALON, S. de P. Q. (org.). **Ecofisiologia e nutrição de espécies frutíferas e arbóreas**. Nova Xavantina, MT: Pantanal Editora, 2020. 150p.
- SCOTTI-CAMPOS, P.; PHAM-THI, A.-T.; SEMEDO, J. N.; PAIS, I. P.; RAMALHO, J. C.; MATOS, M. C. Physiological responses and membrane integrity in three *Vigna* genotypes with contrasting drought tolerance. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, v. 25, p.1002-1013, 2013.
- SELEIMAN, M. F.; AL-SUHAIBANI, N.; ALI, N.; AKMAL, M.; ALOTAIBI, M.; REFAY, Y.; DINDAROGLU, T.; ABDUL-WAJID, H. H.; BATTAGLIA, M. L. Drought stress

- impacts on plants and different approaches to alleviate its adverse effects. **Plants**, v.10, p.259, 2021.
- SILVEIRA, P. M. da; RAMOS, M. M.; OLIVEIRA, R. A. de. **Manejo da Irrigação do feijoeiro com o uso do irrigâmetro**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, p. 1-4, 2009. EMBRAPA, Circular Técnica, Goiás-GO, 2009. 4p.
- SYVERTSEN, J. P.; DUNLOP, J. M. Hydrophilic gel amendments to sand soil can increase growth and nitrogen uptake efficiency of citrus seedlings. **HortScience**, v. 2, p. 267-271, 2004.
- TAIZ, L.; ZAIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento Vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2017.
- TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. Rio de Janeiro, Embrapa. 2017. 573p.
- VIDAL, M. de F.; XIMENES, L. F. **Comportamento recente da fruticultura nordestina: área, valor da produção e comercialização**. Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste - ETENE, v. 1, n. 2, p. 1-9, 2016. Disponível em: <[https://198.17.121.65/s482-dspace/bitstream/123456789/1141/1/2016\\_CDS\\_2%20Fruticultura.pdf](https://198.17.121.65/s482-dspace/bitstream/123456789/1141/1/2016_CDS_2%20Fruticultura.pdf)>. Acesso em 30 de Abr. 2022
- VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S. de; SANTOS, A. R. dos; SILVA, J. dos S. **Manual de fisiologia vegetal**. São Luiz: EDUFMA, 2010. 230 p.
- WANG, Y.; GREGG, L.L. Hydrophilic polymers their response to soil amendments and effect on properties of a soilless potting mix. **Journal of the American Society for Horticultural Science**, v.115, p.943-948, 1990.
- WEATHERLEY, P. E. Studies in the water relations of the cotton plant. I- The field measurements of water deficits in leaves. **New Phytologist**, v.49, p.81-97, 1950.
- XAVIER, A. V. O.; LIMA, G. S. de.; GHEYI, H. R.; SILVA, A. A. R. da.; SOARES, L. A. dos. A.; LACERDA, C. N. de. Gas exchange, growth and quality of guava seedlings under salt stress and salicylic acid. **Revista Ambiente & Água**, v.17, p.1-17, 2022.
- YAVUZ, D.; YAVUZ, N.; SEYMEN, M.; TÜRKMEN, Ö. Evapotranspiration, crop coefficient and seed yield of drip irrigated pumpkin under semi-arid conditions. **Scientia Horticulture**, v.197, p.33-40, 2015.
- ZHANG, L.; ZHANG, H.; NIU, Y.; HAN, W. Mapping maize water stress based on UAV multispectral remote sensing. **Remote Sensing**, v.11, p. 605, 2019.