



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
(AGROECOLOGIA)

FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO E HIDROGEL NO CONSUMO
HÍDRICO E CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO
EM LISÍMETRO

JOSINALDO DA SILVA HENRIQUE

BANANEIRAS-PB

JANEIRO/2021

JOSINALDO DA SILVA HENRIQUE

**FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO E HIDROGEL NO CONSUMO
HÍDRICO E CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO
EM LISÍMETRO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Área de concentração: Agroecologia e Desenvolvimento Rural Sustentável

Linha de pesquisa: Ciências Agrárias, Indicadores e Sistemas de Produção Sustentáveis

Comitê de Orientação:

Prof. D.Sc. Manoel Alexandre Diniz Neto– Orientador principal

Prof. D.Sc Alex da Silva Barbosa- Coorientador

D.Sc. Thiago de Sousa Melo

BANANEIRAS – PB

JANEIRO/2021

FICHA CATALOGRÁFICA

H519f Henrique, Josinaldo da Silva. Frequência de irrigação e hidrogel no consumo hídrico e crescimento do maracujazeiro amarelo em lisímetro / Josinaldo da Silva Henrique. - Bananeiras, 2021.

50 f.

Orientação: Manoel Alexandre Diniz Neto. Coorientação: Alex da Silva Barbosa, Thiago de Sousa Melo.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Passiflora edulis Sims. 2. Polímero hidroretentor. 3. Manejo hídrico. 4. Biometria. 5. Umidade do solo. I. Diniz Neto, Manoel Alexandre. II. Barbosa, Alex da Silva. III. Melo, Thiago de Sousa. IV. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

CDU 631.5

FREQUÊNCIA DE IRRIGAÇÃO E HIDROGEL NO CONSUMO HÍDRICO E
CRESCIMENTO DO MARACUJAZEIRO AMARELO EM LISÍMETRO

JOSINALDO DA SILVA HENRIQUE

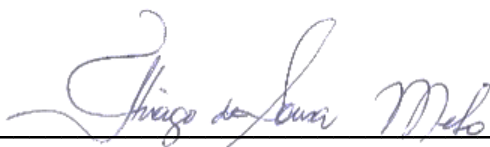
Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Aprovado em: 29/01/2021

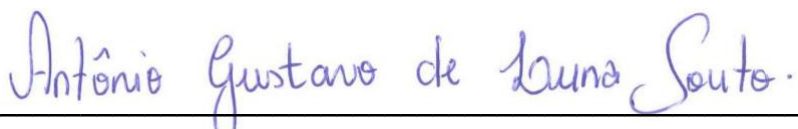
COMISSÃO EXAMINADORA



Prof.º Dr. Manoel Alexandre Diniz Neto (PPGCAG/UFPB)
Orientador



Prof.º Dr. Thiago de Sousa Melo (PNPD/PPGCAG/UFPB)
Membro Interno



Prof.º Dr. Antônio Gustavo de Luna Souto (PDJ/PPGAgro/UFPB)
Membro Externo

Aos meus pais, Cícero Henrique da Silva e Maria José da Silva Henrique; aos meus avós maternos, Antonio Ricardo da Silva e Naide Ferreira de Sousa, e avós paternos Henrique Patrício da Silva e Joana Dina da Conceição; aos queridos irmão, João Paulo, Josivania, Ricardo e Lucas; ao meu sobrinho Enzo Gabriel; A minha amada esposa Marciele; Aos meus tios, em especial Severino Henrique da Silva e Antônio Patrício da Silva (*in memoriam*).

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus pai poderoso que sempre me guiou por todos os lugares e sempre sendo bem recebido por todos.

Aos meus pais que sempre estiveram presente na minha vida e me ofereceram o que tenho de mais valioso, a minha a dignidade e o respeito.

A toda minha família, esposa, avós, bizavós, tios, primos que de uma forma ou de outra contribuíram para meu crescimento pessoal.

Ao orientador, Dr. Prof. Lourival Ferreira Cavalcante (*in memoriam*) que sempre esteve disponível no período de orientação dessa pesquisa.

Ao comitê de orientação, Professor Manoel Alexandre Diniz Neto, Thiago de Sousa Melo e o Prof. Alex da Silva Barbosa

Aos Amigos de turma, Sara Beatriz, Ericka, Amanda Dias, Jazy, Roberto Balbino, Cid Eduardo, Túlio, Moisés Paiva, Moisés Bittar, Ivan Sérgio, Paulo Marks, Janaina, Gil, Giuliana Karém, Liliane (Lili), Manuela Moraes (Manú), Marcos Idelfino, Aline Dantas, Luciano Raposo, João Henrique, Thiago Coaracy, David (Sossego), Milena Nascimento e Jômane.

Ao Laboratório de Tecnologia de Sementes do CCHSA, na pessoa de Luciano Raposo e a professora Gilvaneide pela disposição.

Aos professores do programa, minha eterna gratidão por fazer parte de todo um processo de formação, pois sem eles não existiria o curso.

Aos amigos companheiros do Movimento Estudantil de minha cidade de Belém-PB (AUSB), na pessoa de Erick, Jordy, Bruno, Pedro Matias e todo o corpo institucional.

Aos companheiros do campo de trabalho ao longo do tempo, Ivan Sérgio, Márcio André de Lima, Manassés, Moisés Barros, Soraya, muito obrigado por tudo.

Ao PPGCAG, CAPES pelo apoio do financeiro da bolsa durante os períodos.

Aos secretários do programa, Tones, Avanir e Neire que sempre estiveram aptos a ajudar quando necessário.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
---	------------------	----

2	REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1	Irrigação e polímeros hidroabsorventes	12
2.2	Exigências hídrica e irrigação do maracujazeiro amarelo	13
2.3	Polímeros hidroretentores na agricultura	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1	Localização, Clima e Solos	16
3.2	Delineamento Experimental	17
3.3	Substrato, análise química e física do solo e água de irrigação	17
3.4	Espaçamento dos lisímetros	18
3.5	Variáveis avaliadas	21
3.6	Análise de Dados	22
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	23
5	CONCLUSÕES	38
	REFERÊNCIAS.....	39

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Localização do experimento no município de Bananeiras-PB, A e B.	16
Figura 2. Substrato peneirado em peneira com malha de 4 mm (A) e substrato peneirado e adicionado os ingredientes (B).	17
Figura 3. Lisímetro sendo testado o nível da água para propiciar a drenagem correta (A), substrato com o hidrogel, farinha de osso e silicato de potássio.	18
Figura 4. Lisímetros distribuídos e instalados sobre os blocos de cerâmicas (A e B)....	19
Figura 5. Volume de pluviosidades ocorridas na área próxima ao experimento no período de novembro/2019 a maio/2020.	21
Figura 6. Diâmetro caulinar (mm) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente	25
Figura 7. Condutividade elétrica do lixiviado (mS cm^{-1}) ao transplantio (A) e aos 60 dias após o transplantio(B) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente.	32
Figura 8. Tempo final de drenagem (min) ao transplantio (A) e aos 60 dias após o transplantio(B) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente.	34
Figura 9. Umidade ao nível de capacidade de campo ($\text{Ucc}\%$) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente.	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização da água utilizada para irrigação das plantas.....	19
Tabela 2. Resumo da análise de variância, referentes a altura da planta (AP) e diâmetro caulinar (DC) no transplantio e aos 42, 63 e 76 dias após o transplantio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.	24
Tabela 3. Resumo da análise de variância, referente ao número de ramos produtivos (NRP) aos 110, 140 e 180 dias após transplantio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.	28
Tabela 4. Resumo da análise de variância referente a condutividade elétrica do lixiviado (CEL), tempo de inicial de drenagem (Tid) e tempo final de drenagem (Tfd) ao transplantio, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.	30
Tabela 5. Resumo da análise de variância, referentes a umidade ao nível de capacidade de campo (Ucc) e consumo hídrico diário das plantas (ChD) aos 30, 60 e 120 dias após transplantio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.	36

RESUMO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é cultivado em países de clima tropical e subtropical, sendo o Brasil o maior produtor mundial, com a região Nordeste contribuindo com 62,30%. Objetivou-se avaliar o efeito da frequência de irrigação no consumo hídrico do maracujazeiro amarelo sem e com polímero hidrorretentor em lisímetro. Os tratamentos foram distribuídos em blocos casualizados, com quatro repetições de duas plantas por parcela, usando o fatorial 2 x 3, referente ao solo sem e com polímero hidrorretentore três frequências de irrigação. As variáveis avaliadas, altura de plantas (AP), diâmetro de caule (DC), número de ramos produtivos (NRP), condutividade elétrica da água lixiviada (CE), consumo hídrico diário (Chd), umidade na capacidade de campo (Ucc), tempo inicial (TiD) e tempo final de drenagem (TfD). Não houve interação do polímero e as frequências o número de ramos produtivos, por outro lado, o polímero hidroabsorvente influenciou ($p \leq 0,05$) o NRP aos 110, 140 e 180 dias após transplantio. Assim, percebe-se que esses tratamentos com hidrogel[®] contribuíram para uma liberação de água para as plantas ao longo do tempo. O uso do hidrogel torna-se viável com o uso das frequências de irrigação ao crescimento do maracujazeiro amarelo (*P. edulis*), mesmo apresentando diminuição aos 63 dias após o transplantio no diâmetro do caule. O polímero é eficiente na retenção e liberação de água para as plantas, mantendo os menores consumo diários nas plantas de maracujá amarelo. O hidrogel torna-se um produto indispensável para a agricultura, portanto é necessário outras pesquisas que viabilize o custo-benefício desse insumo.

Palavras-chave: *Passiflora edulis* Sims; polímero hidrorretentor; manejo hídrico; biometria; umidade do solo.

ABSTRACT

Yellow passion fruit (*Passiflora edulis* Sims) is cultivated in climate countries tropical and subtropical, with Brazil being the largest producer in the world, with the Northeast region contributing 62.30%. water consumption of yellow passion fruit without and with water-retaining polymer in a lysimeter. The treatments were distributed in randomized blocks, with four replications of two plants per plot, using the 2 x 3 factorial, referring to the soil without and with water-retaining polymer and three irrigation frequencies. The variables evaluated were plant height (AP), stem diameter (DC), number of productive branches (NRP), electrical conductivity of leached water (EC), daily water consumption (Chd), humidity in field capacity (Ucc), initial time (TiD) and final drain time (TfD). There was no interaction of the polymer and the frequencies the number of productive branches, on the other hand, the hydroabsorbent polymer influenced ($p \leq 0.05$) the NRP at 110, 140 and 180 days after transplanting. Thus, it is clear that these treatments with hydrogel® contributed to a release of water for the plants over time. The use of hydrogel becomes viable with the use of irrigation frequencies to the growth of yellow passion fruit (*P. edulis*), even with a decrease 63 days after transplanting in the diameter of the stem. The polymer is efficient in retaining and releasing water for the plants, keeping the lowest daily consumption in yellow passion fruit plants. The hydrogel becomes an indispensable product for agriculture, so further research is needed to make the cost-effectiveness of this input viable.

Keywords: *Passiflora edulis* Sims; water-retention polymer; water management; biometry; soil moisture.

1 INTRODUÇÃO

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims) é cultivado em países de clima tropical e subtropical, exercendo grande importância econômica e social no Brasil, sendo o maior produtor mundial de frutos, seguido do Peru, Colômbia e Equador (SEAGRI, 2015).

Em 2018 a produção nacional de maracujá foi 602.651 t, enquanto a produtividade média foi de apenas 14,1 t ha⁻¹ e a região Nordeste contribuiu com 62,3% da produção nacional (IBGE, 2018). Entre as passifloráceas cultivadas comercialmente no Brasil, o maracujazeiro amarelo ou azedo é o mais expressivo, devido a maior preferência pelos frutos no mercado interno, onde no qual responde por 95% dos pomares comerciais (MELETTI; BRÜCKNER, 2001).

O maracujazeiro amarelo é exigente em água, conforme Freire *et al.* (2011), necessitando de pelo menos 10 L planta⁻¹ dia⁻¹ para suprir as necessidades hídricas da planta em produção (SOUSA *et al.*, 2003; GONDIM *et al.*, 2009). Desta forma, o manejo da água assume significativa importância para o incremento da produção e qualidade dos frutos (FARIAS *et al.*, 2005; FREIRE *et al.*, 2014).

Nesse contexto, a aplicação de polímeros hidroabsorventes se destaca como insumo, pois é aplicado próximo ao sistema radicular da planta, o que reduz as perdas de água e nutrientes do solo e permite maior eficiência de uso dos recursos do solo pelas plantas (CAVALCANTE *et al.*, 2018). No estudo de Carvalho, Cruz e Martins (2013) foi comprovado que os polímeros hidrotentores mantêm a umidade do solo por um longo período sem comprometer o crescimento das plantas e na produção. Demartelaere *et al.* (2008) colheram a maior produtividade de frutos comerciáveis de meloeiro-*Cucumis melo* L. (36,12 t ha⁻¹) e a menor produtividade de fruto refugo (2,33 t ha⁻¹) nas plantas do solo sem polímero hidrotentor. Com relação à produtividade total, diferença entre os resultados das plantas desenvolvidas no solo sem e com o polímero foi de 21,82%, permitindo que a irrigação seja realizada com menor frequência (AZEVEDO *et al.*, 2014).

Após formação do gel com adição de água, o polímero absorve água, aumenta de volume em até 200%, melhora a disponibilidade hídrica, reduz a perda por evaporação e, subsequentemente, libera gradualmente a água para as plantas (BENNETT *et al.*, 2015).

O emprego de hidrogéis na agricultura é mais frequente na produção de mudas de cafeeiro-*Coffea arabica* L., uma vez que promove maior capacidade de retenção de água no substrato (AZEVEDO *et al.*, 2002; AZEVEDO *et al.*, 2000), de porta-enxerto de

tangerineira ‘Cleópatra’-*Citrus reshni* (CRUZ *et al.*, 2008), de Pinus-*Pinus greggii* Engelm (MALDONADO-BENITEZ *et al.*, 2011), Eucalipto-*Eucalyptus urophylla* (Souza *et al.* 2006), *Eucalyptus urograndi* (SAAD *et al.* 2009, LOPES *et al.* 2010), Casuarina-*Casuarina glauca* Sieber (EL HADY; GHALY; WANAS, 2008) outras nove espécies arbóreas (ORIKIRIZA *et al.* 2009) e em mudas de maracujazeiro amarelo (HAFLE *et al.*, 2008; MENDONÇA *et al.*, 2013; OLIVEIRA, 2019). Nesse sentido, Cavalcante (2017) constatou que as fontes de variação não influenciaram o crescimento das plantas de maracujazeiro amarelo em altura 45 dias após o transplântio, mesmo assim foi possível um incremento de 90%.

Santos *et al.* (2015) avaliaram o uso de hidrogel na cultura do alface-*Lactuca sativa* e os resultados também proporcionou efeito positivo na massa fresca das raízes (MFR), sendo obtidos maiores valores quanto maior a dosagem de polímero utilizada. A maior umidade do solo na presença do hidrogel pode ter proporcionado maior absorção de água pelas raízes e, conseqüentemente, maior MFR.

O hidrogel deve manter o solo mais úmido e as plantas produzirem mais nas mesmas frequências de irrigação em comparação às dos lisímetros sem o polímero hidroretentor e conseqüentemente reduzir o volume de água aplicado para o crescimento da planta. Dessa forma objetivou-se avaliar o efeito da frequência de irrigação no consumo hídrico do maracujazeiro amarelo sem e com polímero hidroretentor em lisímetro.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Irrigação e polímeros hidroabsorventes

O maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims), oriundo da América Tropical possui mais de 150 espécies nativas do Brasil, fortemente explorado nos países tropical e subtropical (FALEIRO; FARIAS NETO; RIBEIRO JÚNIOR, 2008). A cultura ainda é muito distribuída geograficamente e possui grande variabilidade genética, pertencente à família Passifloraceae e gênero *Passiflora* o mais importante economicamente (FERREIRA, 2005). Com raízes pivotantes ou axial, as mesmas encontram-se distribuídas até os primeiros 40 cm de profundidade com mais 70 a 85% das raízes secundárias (SOUSA *et al.*, 2002). A planta tem característica trepadeira, caule lenhoso e lignificado na base do solo, assim o ápice é herbáceo e menos lignificado. As gemas vegetais surgem no caule, onde será originado folhas novas, uma gavinha de fixação da planta e um botão floral (CUNHA; BARBOSA; FARIA, 2004). Folhas simples, com bordos lisos ou cerradas e alternadas na planta. Flores completas, solitárias, autoincompatíveis, axilares, com brácteas foliares, com pendúculos e diploclamídeo, disponível com cálice, coroa pentâmeros e cinco estames. Suas anteras são grandes e grãos de pólen amarelo e denso. Seus frutos variam de globoso, ovóide e piriforme e massa entre 30 a 300 gramas, diâmetro podendo atingir os 9 cm e cores variantes entre amarelo, roxa, esverdeada, avermelhada, e uma quantidade média superior de 200 sementes (CUNHA; BARBOSA; FARIA, 2004; MEDEIROS, 2013).

Segundo Tupinambá *et al.* (2012) cerca de 90% da produção mundial está concentrada no Brasil, que além de possuir maior produção e consumo no mundo de Passifloraceas. A produção brasileira em 2019 foi de 593.423 t de acordo com o IBGE e com produtividade de 14,23 t ha⁻¹, e com uma contribuição do Nordeste de 64, 50%. A Bahia é o maior produtor do Nordeste (168.457 t) e as maiores produtividades são obtidas no Distrito Federal (27,68 t ha⁻¹), em Santa Catarina (23,76 t ha⁻¹) no Ceará (23,31 t ha⁻¹) e no Espírito Santos (22,88 t ha⁻¹). A Paraíba apresenta uma área plantada de 1073 ha, produção de 9.967 kg e uma produtividade de 9,29 t ha⁻¹ (IBGE, 2019).

Além dos frutos possuírem valor econômico, outros órgãos da planta também possuem valores a ser explorados, a exemplo da polpa, sementes, casca, flores, folhas e os ramos, caracterizando como uso múltiplo do maracujá. Esse uso possibilita o seu aproveitamento desde o consumo dos frutos in natura com o maracujá-doce, produção de suco (maracujá amarelo), produção de flores (ornamental), bem como produção de

matéria-prima com propriedades funcionais e medicinais para indústrias de alimentos, condimentos, cosméticos e farmacêutica (maracujá funcional-medicinal)(FALEIRO; JUNQUEIRA, 2016).

2.2 Exigências hídrica e irrigação do maracujazeiro amarelo

A irrigação tem grande importância para o meio agrícola, pois contribui para o desenvolvimento das culturas e produção contínua, aumentando cada vez mais a produtividade agrícola para alimentar o mundo. A mesma tem sua importância pelo fato de ser usado a água como o principal insumo de produção em um momento crítico para tal uso, onde é necessário ter a responsabilidade ambiental e sendo possível o seu reuso da água e utilização tecnologias que diminuam seu uso na agricultura, conforme Moruzzie Leão (2019) e Carrasqueira *et al.*, (2019). A FAO estima que a área irrigada nos países em desenvolvimento irá aumentar algo em torno de 54% até 2030 e a quantidade de água utilizada pela agricultura apenas 14%, isto graças as melhorias na prática e no manejo da irrigação (RODRIGUES, 2015).

Para Carvalho *et al.* (2013) a melhoria no manejo de irrigação, têm-se testado diferentes composições de substratos para a produção de mudas frutíferas, visando tanto ao aspecto econômico quanto à qualidade. Assim, a utilização de polímeros hidroabsorventes favorece a retenção de água no substrato, reduzindo a frequência de irrigação durante o processo de produção de mudas de maracujazeiro. As exigências hídricas das culturas são fatores extremamente importantes em projetos de irrigação, uma vez que irá mostrar um valor próximo ao consumo de água a ser utilizado no local.

O maracujazeiro amarelo, indicaram valores de coeficiente de cultura(kc) entre 0,42 e 1,12, com coeficientes maiores registrados nos estádios fenológicos de florescimento e formação dos frutos(SILVA; KLAR, 2002). No semiárido cearense, a ETc média das plantas de maracujazeiro foi de 5,71 mm dia⁻¹ dos 101 aos 162 dias após o transplântio das mudas (SOUZA *et al.*, 2009).

O manejo hídrico torna-se necessário mesmo em áreas de maiores volumes corpos de água e maiores pluviosidades e deve ser intensificado nas regiões de maior escassez. A economia de água de irrigação pode ainda minimizar a ocorrência de doenças e custos de produção de energia, aumentando a produtividade e dando maior lucratividade ao produtor (HANSON *et al.*, 2009; MAROUELLI; SILVA; SILVA, 2012).

As principais áreas irrigadas de maracujá amarelo, na Paraíba e no Rio Grande do Norte, são caracterizadas pela alta evaporação, mal uso da drenagem e até mesmo a

utilização de água proveniente de mananciais que apresentam condutividade elétrica superior a 1,5 dS m⁻¹, que podem provocar modificações morfológicas, estruturais e metabólicas nas plantas, comprometendo o crescimento, floração, qualidade do fruto, redução do ciclo da cultura e produtividade (GURGEL *et al.*, 2010; NEVES *et al.*, 2010; SILVA *et al.*, 2009).

Esse uso inadequado de água imprópria ao cultivo é resultado de falta de investimento para a cultura e dessa maneira os produtores acabam usando o recurso hídrico disponível para sua finalidade agrícola e obtendo baixa produção. As respostas para essas questões devem-se basear em parâmetros locais determinados pela pesquisa, e não em generalizações práticas específicas que tiveram sucesso em outras regiões (COSTA; MAENO; ALBUQUERQUE, 1999).

2.3 Polímeros hidroretentores na agricultura

O surgimento dos polímeros hidroretentores a base de poliacrilamida, se deu na década de 50 por uma empresa americana. Na época, a capacidade de retenção de água deionizada não ultrapassava 20 vezes a sua massa. Com a expiração da patente nos anos 70, uma empresa britânica melhorou as propriedades de retenção de água do polímero, elevando a capacidade de retenção de 20 para 40 vezes e de 40 para 400 vezes no ano de 1982. No entanto, o produto não teve êxito, como esperado, principalmente pelo preço ser elevado, o que inviabilizava a sua utilização na agricultura e também pela escassez de pesquisas para fomentar as recomendações de uso e aplicação dos hidrogéis para fins agrícolas (WOFFORD JR, 1992.; WOFFORD JR.; KOSKI, 1990).

Os tipos de hidrogel[®] ou polímeros hidroretentores são os mais utilizados na agricultura brasileira e esses materiais são compostos essencialmente por monômeros derivados do ácido acrílico denominados de acrilamida, que, juntos, formam o polímero poliacrilamida (LIMA; SOUZA, 2011). Polímeros sintéticos desempenham papel importante nos usos agrícolas como materiais estruturais propiciando clima benéfico para o crescimento das plantas em abrigos protegidos da chuva, vento e insetos ou estufas e no campo na fumigação e irrigação para disponibilidade mais eficiente de água às plantas (EKEBAFE, 2011). No entanto, os principais requisitos para uso dos polímeros são as propriedades físicas como transmissão, estabilidade, permeabilidade ou intempéries; como materiais inertes e não como moléculas ativas.

Os polímeros de hidrogel[®] comportam-se com pouca toxicidade aos vegetais, sendo biocompatíveis, baixo custo, com durabilidade no solo de, pelo menos, três anos,

biodegradável, transparente e com capacidade de intumescimento em contato com água (SARAVANAN *et al.*, 2007; AOUADA; MATTOSO, 2009; AHMED, 2015; TAVAKOL *et al.*, 2016). Os géis naturais podem ser de dois tipos, à base de polissacarídeos ou à base de polipeptídeos (proteínas) (AHMED, 2015). Os principais representantes dessa classe de géis são os obtidos a partir da celulose, da quitina e alginato (CHANG; ZHANG, 2011; GONSALVES *et al.*, 2011; FOOD INGREDIENTES BRASIL, 2013).

A capacidade de retenção de água pelos polímeros hidrogel[®] está vinculada aos grupos hidrofílicos presentes na estrutura química, sendo eles -OH-CONH-, -COO- e -SO₂H⁻. A capacidade de expansão está relacionada ao fenômeno osmótico responsável pelo transporte do solvente para o interior do polímero, sendo contrabalanceado por uma força elástica retrativa (YONEZAWA *et al.*, 2017). O uso dos polímeros biodegradáveis são cada vez mais comuns na agricultura e tem substituído o plástico, caso contrário o solo ficará contaminado por vários anos e sua função deixa de ter sentido. Nunes, Uchôa e Braga (2019), produziram hidrogel natural com sementes maduras de *Adenantha pavonina* L. e concluíram que seu uso é benéfico na produção de mudas de alface, por armazenar volumes elevados de água conforme a necessidade das sementes.

Na produção de mudas de maracujazeiro amarelo utilizando a mistura do hidrogel Hidroplan[®]-EB/ HyB-M diretamente ao substrato, Carvalho, Cruz e Martins (2013) observaram que a incorporação de 3 g L⁻¹ de substrato do hidrogel[®] reduz a frequência de irrigação e antecipa a formação das mudas avaliadas. Enquanto Fagundes *et al.* (2015) concluíram que 2 g L⁻¹ do mesmo hidrogel reduzem as perdas de nutrientes por lixiviação e favorecem o crescimento e o incremento de nutrientes foliares nas mudas.

Testando doses de hidrogel[®] em maracujazeiro-doce, Hafle *et al.* (2008) ressaltaram que a massa seca da parte aérea, da raiz e total apresentaram comportamento quadrático com aumentos de 105,2, 84,26 e 152,86%, respectivamente, nas doses de 5,34, 5,24 e 5,23 g L⁻¹ do polímero. Porém, em doses mais elevadas, o efeito tornou-se negativo, resultados esses em que os autores atribuíram ao aumento do número de folhas e de raízes e do comprimento do sistema radicular nas mudas, ocasionado por uma retenção maior de água e disponibilidade dos nutrientes, nas doses acima citadas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização, clima e solos

O experimento foi desenvolvido no mês de novembro de 2019 a maio de 2020 em área experimental do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, Bananeiras, PB, 6°45'31" de latitude sul e 35°38'47" de longitude a Oeste do Meridiano de Greenwich, com 625 m de altitude inserida na Microrregião do Brejo Paraibano (Google Earth, 2020, Figura 1, A e B).

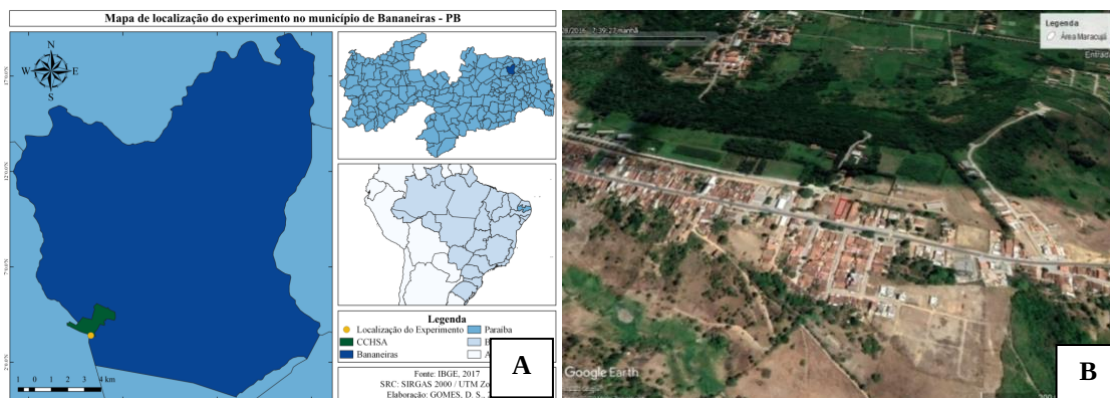


Figura 1. Localização do experimento no município de Bananeiras-PB, A e B.

O clima do município, conforme critérios de Köppen e Geiger (ALVARES *et al.*, 2013), é classificado como As' que significa quente e úmido, com período chuvoso de março a agosto. A pluviosidade média da região é de 700 a 1200 mm (FRANCISCO; SANTOS, 2017), sendo que durante o período experimental os dados de pluviosidade somaram 571,10 mm (Figura 5), com a Empresa Paraibana de Pesquisa, Extensão Rural e Regularização Fundiária e Agência Executiva de Gestão das Águas do Estado da Paraíba (EMPAER/AESA). O solo da área experimental de acordo com os critérios de Santos *et al.* (2018) - Sistema Brasileiro de Classificação-SiBCS (EMBRAPA) é Latossolo Vermelho Amarelo, distrófico de textura franco arenosa, Figura 2 (A e B).



Figura 2. Substrato peneirado em peneira com malha de 4 mm (A) e substrato peneirado e adicionado os ingredientes (B).

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido no esquema fatorial 2×3 , em blocos ao acaso, com quatro repetições e duas plantas por parcela. As fontes de variação foram a aplicação ao solo sem – H1 e com 2 g de polímero hidroretentor por dm^3 de solo – H2 e três frequências semanais de irrigação (F1 - segunda e quarta-feira, F2 - segunda e sexta-feira e F3 - quarta e sexta-feira).

3.3 Substrato, análise química e física do solo e água de irrigação

O substrato consta com 120 dm^3 de solo dos primeiros 20 cm, passado em peneira de 4 mm de malha e caracterizado quanto aos atributos físicos e químicos pela à fertilidade, empregando as metodológicos contidas em SILVA *et al.* (2017), indicados com os valores de atributos físicos de Areia: 697; Silte: 103; Argila:200; Argila dispersa em água:35 g kg^{-1} , respectivamente; Grau de Floculação: 82,5; Índice de dispersão:17,5, respectivamente; Densidade do solo: 1,59; Densidade de partícula 2,59 kg dm^{-3} , respectivamente; Porosidade total: 39; Macro porosidade:19,6; microporosidade: 19,4; Umidade Volumétrica as tensões Mpa_1 : 19,4, Umidade Volumétricas as tensões Mpa_2 :12,7, Água disponível: 6,7, Água disponível/m:34,5%, respectivamente e Classificação textural:Francoargiloarenosa.

Em relação aos atributos químicos e a fertilidade em camada de 0,0-0,20 m temos as seguintes variáveis e valores: pH em água-1:2,5: 6,18, CE_{ea}= condutividade elétrica do extrato aquoso -1:2,5: 0,23, MOS= matéria orgânica do solo (g dm^{-3}): 15,9, P (mg dm^{-3}): 148, Ca^{2+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 3,70, Mg^{2+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$):1,70, K^+ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 0,30, Na^+ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 0,01, SB= soma de bases trocáveis ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 5,71, $\text{H}^+ + \text{Al}^{3+}$ ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 2,81, Al^{3+} ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 0,00, CTC= capacidade de troca catiônica ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$): 8,52, V (%)= percentagem de saturação por bases trocáveis [$V = (\text{SB}/\text{CTC}) \times 100$]: 76,02, Classificação-fertilidade: Eutrófico, PST (%)= percentagem de sódio trocável [$\text{PST} = (\text{Na}^+/\text{CTC}) \times 100$]: 0,12, Classificação-salinidade: Não salino.

Em cada lisímetro foram incorporados 240 g de Hydroplan-EB®(capacidade de retenção de água de 94,84%/peso; capacidade de troca cátions de $1.178,000 \text{ mmol}_c \text{ kg}^{-1}$; natureza física: sólida; data de fabricação: 02.2017), 60 g de farinha de osso (30% MO; 3% N, 18% Ca, 23% de P total, 19% de P solúvel em ácido cítrico) e 90 g de silicato de potássio (4% K_2O , 50% SiO_2), acondicionados em bombonas plásticas com diâmetro e

altura de 60 e 56 cm, utilizados como lisímetro de pressão, com área de $0,28 \text{ m}^2$ e capacidade para 156 dm^3 , sendo usado apenas 110 dm^3 para evitar que a água transborde (Figura 3).

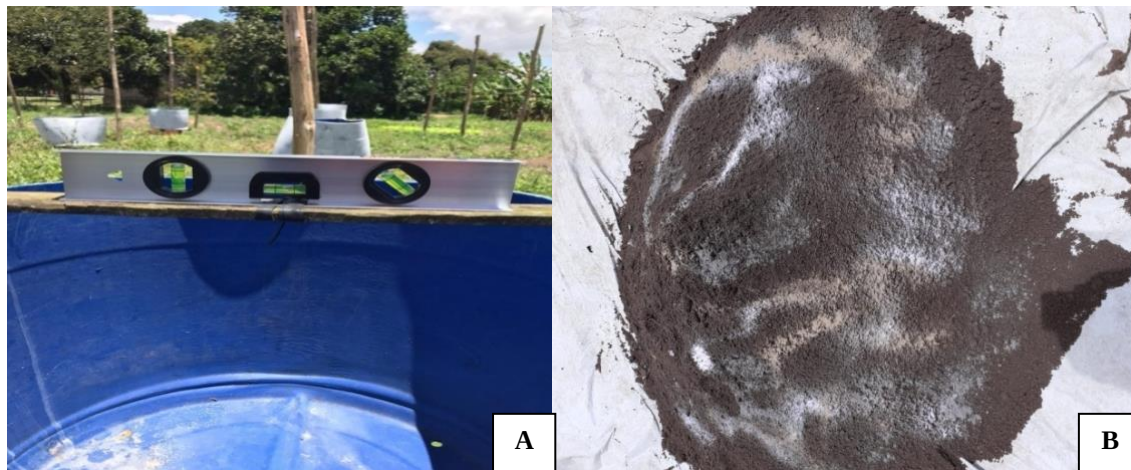


Figura 3. Lisímetro sendo testado o nível da água para propirciar a drenagem correta (A), substrato com o hidrogel, farinha de osso e silicato de potássio.

Na base dos lisímetro foram instalados dois drenos de mangueira com diâmetro de 12 mm para drenagem da água por ocasião da lavagem do solo para avaliação do consumo de água pelas plantas. No base do lisímetro foi colocada uma camada de brita nº 20 de 3 cm de espessura superposta por uma camada de 3 cm de areia grossa lavada com água sem restrição salina e coberta com seda plástica porosa (bidim) para evitar perda do substrato. Os lisímetro foram instalados sobre blocos de cerâmica de $0,09 \text{ m} \times 0,18 \text{ m} \times 0,18 \text{ m}$, de espessura, comprimento e largura, referente a três colunas de quatro tijolos de oito furos com altura de 0,36 m para acomodação da base de cada lisímetro e colocação dos recipientes (garrafa pet de 2 L) para coleta da água drenada oriunda da lavagem do solo.

3.4 Espaçamento dos lisímetros

Os lisímetros foram dispostos no espaçamento de 2,5 m nas linhas e 2,0 m entre linhas e a espaldeira para sustentação das plantas constou de um arame liso nº 12 instalado no topo das estacas a 2,4 m do solo (Figura 4). A altura das colunas mais o lisímetro soma 0,85 m e a altura média da superfície do substrato para o arame de sustentação das plantas 1,40 m (FREIRE *et al.*, 2011; FREIRE *et al.*, 2014).



Figura 4. Lisímetros distribuídos e instalados sobre os blocos de cerâmicas (A e B).

Imediatamente antes do transplântio das mudas, todos os tratamentos foram submetidos a irrigação para elevação da umidade do substrato para o nível de capacidade de campo. Essa prática foi feita registrando-se paulatinamente o volume de água aplicado até o início da drenagem. Em seguida adicionado mais 10% do volume já aplicado e registrado ao final da drenagem o volume lixiviado. A diferença entre o volume aplicado e o volume drenado expressa o volume de água referente a umidade ao nível de capacidade de campo, adaptado de Freire *et al.* (2011). Em seguida as mudas de maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis*) acesso Guinezinho (Cavalcante *et al.*, 2018) estiveram caracterizadas quanto altura (25 cm), diâmetro a 5 cm do solo e efetuado o transplântio. A irrigação em cada nível de frequência foi feita inicialmente com 1 L de água sem salinidade para irrigação (Tabela 1), conforme Ayers e Westcot (1999) e Mesquita *et al.* (2012).

Tabela 1. Caracterização da água utilizada para irrigação das plantas.

Variável	Valor
pH	6,11
CEai (mS cm ⁻¹)	0,18
RAS (mmol L ⁻¹) ^{1/2}	1,15
Ca ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,64
Mg ²⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,31
Na ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,79
K ⁺ (cmol _c L ⁻¹)	0,09
Sc (cmol _c L ⁻¹)	1,83
Cl ⁻ (cmol _c L ⁻¹)	1,29
CO ₃ ²⁻ (cmol _c L ⁻¹)	Traços

$\text{HCO}_3^- (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$	0,32
$\text{SO}_4^{2-} (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$	0,21
$\text{Sa} (\text{cmol}_c \text{ L}^{-1})$	1,82
Pss (%)	43,2
Classificação	C_1S_1

CEai = condutividade elétrica da água de irrigação; RAS = razão de adsorção de sódio $\{\text{Na}^+ / [(\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+})/2]^{1/2}\}$; Sc = soma de cátions; Sa = soma de ânions; Pss = percentagem de sódio solúvel ou dissolvido $[100(\text{Na}^+ / (\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{Na}^+ + \text{K}^+))]$.

Ao longo do crescimento das plantas, o volume de água aplicado, em cada frequência de irrigação, foi aumentado de acordo com a exigência das plantas em campo, principalmente ao constatar o solo mais seco e quando as plantas apresentaram qualquer sintoma de murcha das folhas. A cada 15 dias, o solo esteve submetido a uma lavagem para elevar a umidade do solo para o nível de capacidade de campo obedecendo os mesmos critérios do dia da instalação do experimento. O volume de água consumido pelas plantas no período entre duas lavagens é a soma dos volumes aplicados em cada dia das irrigações adicionados do volume fornecido no dia da lavagem, isto é, a diferença entre o aplicado e o lixiviado. As pluviosidades ocorridas durante o período experimental foi somado ao volume das irrigação de acordo com a área de cada lisímetro. Os dados de pluviosidade foi disponibilizado pela EMPAER/AESA-PB (Figura 5).

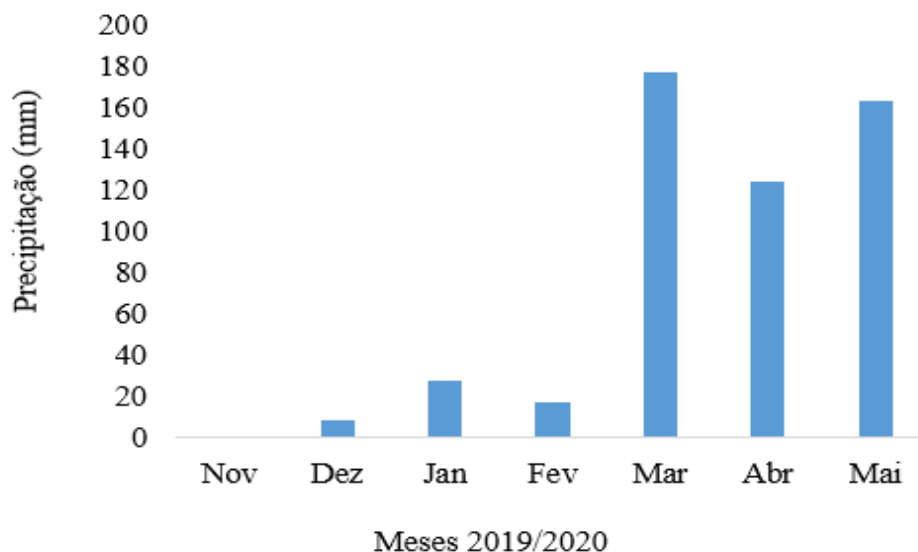


Figura 5. Volume de pluviosidades ocorridas na área próxima ao experimento no período de novembro/2019 a maio/2020.

Ao considerar, o elevado nível de cálcio e fósforo, médio de potássio e de matéria orgânica do solo e a adição dos insumos na preparação do substrato não se forneceu nenhuma fonte de nutriente sólida via solo. Uma mistura de cinzas vegetais (2 kg), farinha de osso (2 kg), gesso agrícola (2 kg), silicato de magnésio (2 kg), silicato de potássio (2 kg), pseudocaule de bananeira (5kg- 10 L), diluídos em 1 m³ de água, em uma caixa de polietileno, foi feita e aplicado via solo, quinzenalmente, sendo aplicado um volume da mistura correspondente a 50% do volume de água no dia da irrigação, caso as plantas emitissem sintomas visuais de carência nutricional.

3.5 Variáveis avaliadas

Aos 76 dias após o transplantio (DAP), a altura de plantas (AP) foi avaliada com trena métrica graduada em centímetros, sendo realizada a avaliação da variável entre a superfície do lisímetro contendo substrato até o meristema apical das plantas. No mesmo período, foi realizado a avaliação do diâmetro caulinar (DC) com auxílio de paquímetro universal digital 150mm Mtx[®]. Aos 110, 140 e 180 DAT foi realizada a contagem do número de ramos produtivos.

Condutividade elétrica da água lixiviada- CEL, mensurada com auxílio de condutivímetro, modelo CDR-870 Instrutherm[®], sendo realizada quinzenalmente ao transplantio, 60 e 120 após o transplantio. A amostra da água foi coletada nas garrafas pet

após a drenagem em recipiente aberto de 1 L e realizado a leitura com o condutivímetro com a média das duas plantas.

O consumo hídrico diário das plantas-CHD foi contabilizado no transplântio, 60 e 120 após o transplântio, quinzenalmente. Para chegar aos resultados foram somados os volumes de água nas lixiviações, da irrigação e precipitações do período e dividido pelo número de dias até a data da próxima lixiviação (FREIRE *et al.*, 2011).

A Umidade na capacidade de campo- Ucc% foi realizada contabilizando o volume aplicado a cada 15 dias nas lixiviações, subtraindo o volume drenado e redito no solo e dividido pelo volume do substrato de 110 L (FREIRE *et al.*, 2011).

Tempo inicial de drenagem-TID e Tempo final de drenagem-TFD (marcados com o cronômetro de celular Samsung®). As variáveis analisadas descrevem as condições morfofisiológicas da planta em diferentes tempos de condução do experimento (FREIRE *et al.*, 2011).

3.6 Análise de Dados

Os dados foram submetidos à análise de variância pelo teste F ($p < 0,05$). Os dados referentes ao solo sem e com hidrogel e as frequências de irrigação foram comparados pelo teste Tukey à 5% de probabilidade. Para análise dos dados foi utilizado o pacote estatístico R versão 3.4.1. (R. CORE TEAM, 2017).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O uso do hidrogel e as frequências de irrigação não apresentaram diferença significativa ($P > 0,05$) na variável de altura de planta ao Transplântio, 42, 63 e 76 dias após o transplântio (Tabela 2), porém foi possível encontrar um crescimento normal da cultura do maracujazeiro, onde as médias de altura foram 26,83, 122,00 e 140,00 cm ao transplântio, 42 e 76 dias após o transplântio com o polímero, respectivamente. Para a variável diâmetro do caule, houve efeito de interação entre ($P = 0,01825$) o hidrogel e as frequências de irrigação e efeito negativo de 18,17% no diâmetro do caule aos 63 dias após o transplântio (Tabela 2 e Figura 6), enquanto que nos demais tempos não apresentou diferença significativa ($P > 0,05$).

Tabela 2. Resumo da análise de variância, referentes a altura da planta (AP) e diâmetro caulinar (DC) no transplântio e aos 42, 63 e 76 dias após o transplântio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio						
		AP (cm)			DC (mm)			
		T	42 DAT	63 DAT	T	42 DAT	63 DAT	76 DAT
Bloco	3	8,56 ^{ns}	545,60 ^{ns}	65,01 ^{ns}	0,076 ^{ns}	0,35 ^{ns}	0,9161 ^{ns}	0,5192 ^{ns}
Hidrogel (H)	1	25,01 ^{ns}	234,4 ^{ns}	65,01 ^{ns}	0,12 ^{ns}	0,6080 ^{ns}	0,581 ^{ns}	0,1552 ^{ns}
Frequência (F)	2	7,41 ^{ns}	7020,15 ^{ns}	65,01 ^{ns}	0,1092 ^{ns}	0,2648 ^{ns}	0,1471 ^{ns}	1,06 ^{ns}
Interação H x F	2	17,95 ^{ns}	957,10 ^{ns}	65,01 ^{ns}	0,1099 ^{ns}	1,21 ^{ns}	1,99*	0,4713 ^{ns}
Resíduo	15	15,6	358,47	65,04	0,1207	0,35	0,38	0,7453
CV (%)		15,3	15,13	5,83	9,46	9,62	8,46	9,07
Hidrogel								
Sem		24,79a±3,18	128,25a±9,38	136,70a±5,70	3,74a±0,34	6,32a±0,50	7,98a±0,62	9,60a±0,63
Com		26,83a±3,33	122,00a±18,72	140,00a±0,00	3,60a±0,22	6,00a±0,51	6,53b±0,52	9,44a±0,78
Frequência								
F1		26,63A±3,27	135,75A±7,10	140,00A±0,00	3,79A±0,34	6,35A±0,55	7,39A±0,58	9,93A±0,82
F2		26,06A±3,35	122,13A±19,27	140,00A±0,00	3,56A±0,31	6,15A±0,60	7,26A±0,63	9,24A±0,78
F3		24,75A±3,15	117,50A±15,57	135,06A±8,55	3,67A±0,20	6,00A±0,36	7,12A±0,51	9,40A±0,52
Média		25,81±3,25	125,13±14,05	138,35±2,85	3,67±0,28	6,16±0,51	7,26±0,57	9,52±0,71

CV: coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequência de água de irrigação.

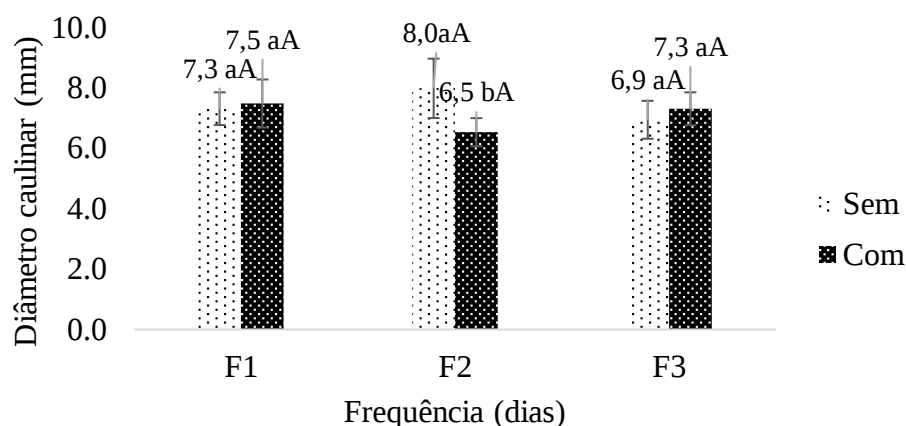


Figura 6. Diâmetro caulinar (mm) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente .^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequências de água de irrigação.

O diâmetro do caule do maracujazeiro aos 63 dias após o transplantio com a presença polímero hidrotentor e submetido a uma frequência de irrigação de segunda-feira e sexta-feira (F2) apresentaram uma redução ($P = 0,0044$) de 18,75% do DC em comparação sem a presença de polímero hidrotentor, 6,5 vs 8,0 mm, respectivamente (Figura 6). As frequências de irrigação não afetaram ($P > 0,05$) o DC independentemente da ausência ou presença do polímero hidrotentor.

O fato do polímero apresentar efeito contrário ao crescimento do diâmetro do caule pode ser em virtude de um maior período sem irrigação uma vez que essa frequência era com intervalos de 4 dias, além de pouca pluviosidade nesse período de 63 dias (mês de janeiro, conforme a Figura 5). O manejo da irrigação com e sem hidrogel nas frequências F1 e F3 podem ter contribuído para o crescimento normal do diâmetro do caule aos 63 dias após o transplantio (Figura 6).

Dessa forma o hidrogel não liberou água na quantidade necessária para a planta uma vez que a Ucc% era 6,69 com a presença do hidrogel e ausência do hidrogel 7,74% (Tabela 5, Figura 6). Assim as frequências de irrigação segunda-feira e quarta-feira (F1) e quarta-feira e sexta-feira (F3) ainda foi encontrado um incremento de 2,60 e 5,47%, com valores 7,5 vs 7,3 mm e 7,3 vs 6,9 mm, na presença e ausência do polímero, respectivamente. Esses dados estão de acordo com Araujo *et al.* (2011) e Azevedo *et al.* (2014), que avaliaram que um maior intervalo nas irrigações ocasiona redução no diâmetro do caule de mudas de café conilon.

Em estudo semelhante com hidrogel e doses de nitrogênio desenvolvido por Azambuja *et al.* (2015), com abobrinha -*Cucurbita pepo*, mostra que a altura de planta é maior nas plantas com que receberam o polímero hidroretentor.

Mesmo não apresentando resultados diferentes para as variáveis AP e DC, é possível avaliar que outros fatores podem ter contribuído para esses resultados permanecerem dessa forma, a exemplo do tipo de solo possui bastante matéria orgânica em sua composição, uma vez que esse atributo contribui para manter o solo mais úmido, formação de agregados, melhor alocação de nutrientes em virtude de microorganismos presentes a exemplo de micorrizas que em associação simbiótica leva água, nutrientes às raízes das plantas e conforme Prevedello e Loyola (2007) que encontraram resultados diferentes com os solos distintos, bem como o uso dos lisímetros que pode ter limitado o crescimento das raízes e ter contribuído para esses resultados (Tabela 1 e Figura 6).

Em trabalhos desenvolvidos por Carvalho *et al.* (2013) mostra que os melhores resultados em altura e diâmetro caulinar das mudas de maracujazeiro amarelo foi obtido com a adição de 3g L⁻¹ de polímero hidroabsorvente no substrato, enquanto em nessa pesquisa foi aplicado 2 g L⁻¹. Carvalho *et al.* (2013) ainda reforça que o diâmetro do caule não sofreu alteração de crescimento com as frequências em de irrigação em dias alternados para ausência e presença do polímero hidroretentor.

Tofanelli *et al.* (2016) observaram incremento linear na altura de mudas de maracujazeiro com a concentração de 2 g L⁻¹ de hidrogel®, sugerindo inclusive que dosagens mais elevadas poderiam promover crescimento ainda maior das mudas. Esses resultados são concordantes com Marques & Bastos (2010) que utilizaram hidrogel® e verificaram que o polímero não promoveu diferenças na altura de plantas de pimentão.

Estudo realizado por Nascimento Neto (2017) assegurou que a aplicação de polímero hidroabsorvente® até a dose de 0,6 g dm⁻³ proporcionou maiores valores de diâmetro do caule (6,6 mm), superior em 20% ao diâmetro das mudas obtidas em substrato sem polímero em variedade de mamão Havai (*Carica papaya* L). Fernandes, Araújo e Camili (2015) ao avaliarem o uso de hidrogel associado a diferentes lâminas de irrigação em germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de maracujá-amarelo, constataram que não houve interação significativa ($p > 0,05$) entre os fatores em estudo (hidrogel x lâminas de irrigação) na variável avaliada de crescimento de parte aérea .

A análise de variância apresentada na Tabela 3 mostra o número de ramos produtivos (NRP) que houve diferença estatística para o fator Hidrogel aos 110, 140 e 180 DAT a $p < 0,0001$ e a $p < 0,01$.

Mesmo não apresentando resultados diferentes para as variáveis AP e DC, é possível avaliar que outros fatores podem ter contribuído para esses resultados permanecerem dessa forma. Em trabalhos desenvolvidos por Carvalho *et al.* (2013) mostra que os melhores resultados em altura e diâmetro caular das mudas de maracujazeiro amarelo foi obtido com a adição de 3 g L^{-1} de polímero hidroabsorvente no substrato, enquanto em nessa pesquisa foi aplicado 2 g L^{-1} . Carvalho *et al.* (2013) ainda reforça que o diâmetro do caule não sofreu alteração de crescimento com as frequências de irrigação em dias alternados para ausência e presença do polímero hidroretentor.

Tofanelli *et al.* (2016) observaram incremento linear na altura de mudas de maracujazeiro com a concentração de 2 g L^{-1} de hidrogel®, sugerindo inclusive que dosagens mais elevadas poderiam promover crescimento ainda maior das mudas. Esses resultados são concordantes com Marques e Bastos (2010) que utilizaram hidrogel® e verificaram que o polímero não promoveu diferenças na altura de plantas de pimentão.

A análise de variância apresentada na Tabela 3 mostra a variável número de ramos produtivos (NRP) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação aos 110, 140 e 180 dias após transplântio (DAT). Observa-se que não houve ($P > 0,05$) interação entre polímero hidroretentor e o fator frequências de irrigação para o NRP. Por outro lado, o polímero hidroabsorvente influenciou ($p \leq 0,05$) o NRP aos 110, 140 e 180 dias após transplântio.

Tabela 3. Resumo da análise de variância, referente ao número de ramos produtivos (NRP) aos 110, 140 e 180 dias após transplântio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio		
		Número de ramos produtivos		
		110 DAT	140 DAT	180 DAT
Bloco	3	2,32ns	0,62ns	8,26ns
Hidrogel (H)	1	133,01***	128,34**	134,43**
Frequência (F)	2	4,57ns	3,76ns	2,59ns
Interação H x F	2	6,64ns	5,72ns	1,11ns
Resíduo	15	2,06	3,80	3,63
CV (%)		20,07	21,72	18,92
Hidrogel				
Sem		4,80b±1,06	6,67b±1,50	7,71b±1,49
Com		9,95a±1,27	11,29a±1,33	12,44a±1,77
Frequência				
F1		6,56A±1,23	8,44A±1,50	9,56A±1,49
F2		8,00A±1,61	8,75A±1,00	10,67A±1,30
F3		6,88A±0,65	9,75A±1,75	9,98A±1,02
Média		7,38±1,17	8,98±1,42	10,08±1,63

CV: coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$;

^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente; ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequências de água de irrigação.

A presença do polímero hidroabsorvente apresentou maior NRP aos 110, 140 e 180 dias após o transplântio em relação ao tratamento testemunha (sem polímero hidroabsorvente), $9,95 \pm 1,27$ vs $4,80 \pm 1,06$; $11,29 \pm 1,33$ vs $6,67 \pm 1,50$ e $12,44 \pm 1,77$ vs $7,71 \pm 1,49$ und, respectivamente, apresentando um acréscimo de 107,29; 69,27 e 61,35% de número de ramos produtivos aos 110, 140 e 180 dias após o transplântio em relação a testemunha (Tabela 3). Carvalho *et al.* (2019) observaram que o uso do hidrogel[®] impactou positivamente no crescimento vegetativo, em destaque para o diâmetro de caule, e na matéria fresca, tendo incremento de 5,62 e 70, 66%, respectivamente, em tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.).

Esses mesmos autores ainda afirmam que isso pode melhorar o aspecto da planta em massa vegetativa e mais robusta e vigorosa quando do uso do hidrogel no ato do transplântio. Resultados obtidos nesse estudo são condizentes com Sousa (2019) que constata que a presença de 2 g de hidrogel[®]/vaso estimulou o crescimento em altura das plantas de girassol (*Helianthus annuus* cv. Anão de Jardim) com ganho em 11% em relação ao material que não incluía o polímero em seu substrato. Por outro lado, Vale *et al.* (2006), afirmam que o efeito do hidrogel[®] sobre o desenvolvimento inicial das mudas de cafeeiro cv. Catucaí, não provou diferenças significativas nas médias de altura das plantas quando utilizou as doses de 3 e 6 g/cova.

Fernandes, Araújo e Camili (2015) observaram que na produção de mudas de maracujá, o aumento da dosagem do polímero hidrogel[®] no solo, promoveu um maior número de folhas nas mudas, quando comparado ao tratamento sem hidrogel[®]. Os pesquisadores, atribuíram esse efeito, a maior umidade do solo proporcionada pelo gel, fornecendo assim, uma maior disponibilidade de água para a planta. Mendonça *et al.* (2015) observaram aumento significativo na produtividade da alface- *Lactuca sativa*, quando as mesmas foram submetidas ao cultivo com uso do hidrogel[®] no solo, sendo observado aumentos de cerca de 25% quando comparados ao sistema de cultivo tradicional.

A análise de variância apresentada na Tabela 4 mostra as variáveis de condutividade elétrica do lixiviado (CEL), tempo inicial (TiD) e final de drenagem (TfD) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação ao transplantio, 60 e 120 dias após o transplantio.

Tabela 4. Resumo da análise de variância referente a condutividade elétrica do lixiviado (CEL), tempo de inicial de drenagem (Tid) e tempo final de drenagem (Tfd) ao transplântio, 60 e 120 dias após o transplântio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio								
		CEL(mS cm ⁻¹)			TiD(min)			Tfd (min)		
		T	60 DAT	120 DAT	T	60 DAT	120 DAT	T	60 DAT	120 DAT
Bloco	3	0,02 ^{ns}	0,1214 ^{ns}	0,0021 ^{ns}	2,01 ^{ns}	0,19 ^{ns}	1,62 ^{ns}	736,33,42 ^{ns}	10,33 ^{ns}	159,10 ^{ns}
Hidrogel (H)	1	2,66**	6,87**	0,041 ^{ns}	58,59*	0,6667 ^{ns}	8,16**	847,00 ^{ns}	2792,9*	10311,90***
Frequência (F)	2	0,071*	0,9854*	0,034 ^{ns}	1,90 ^{ns}	2,54**	3,88*	22901,00**	2609,05***	6970,00***
Interação H x F	2	0,077*	0,9758*	0,551 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,29 ^{ns}	1,64 ^{ns}	2494,00*	4683,10***	259,45 ^{ns}
Resíduo	15	0,019	0,1615	0,029	0,9937	0,3944	0,82	520,20	71,73	209,32,
CV (%)		12,67	44,97	27,91	23,81	39,69	29,37	12,84	13,69	12,49
Hidrogel										
Sem		0,75±0,08	0,36±0,04	0,57a±0,07	5,75a±0,87	1,75a±0,34	3,67a±0,98	183,55a±24,47	72,68a±5,82	136,61a±8,14
Com		1,42±0,14	1,43±0,47	0,65a±0,16	2,63b±0,73	1,41a±0,72	2,50b±0,49	171,66a±13,25	51,10b±6,11	95,15b±11,37
Frequência										
F1		1,24±0,00	0,54±0,27	0,55 ^A ±0,16	3,88 ^A ±0,95	1,00 ^B ±0,50	2,56 ^B ±0,83	117,06 ^B ±13,18	33,93 ^C ±3,41	148,30 ^A ±19,68
F2		1,62±0,08	1,25±0,34	0,68 ^A ±0,14	3,94 ^A ±0,69	1,63 ^{AB} ±0,53	2,81 ^B ±0,73	218,53 ^A ±21,22	66,55 ^B ±4,12	108,78 ^B ±6,30
F3		1,40±0,13	0,88±0,15	0,61 ^A ±0,05	4,75 ^A ±0,75	2,13 ^A ±0,72	3,88 ^A ±0,65	197,24 ^A ±22,20	117,55 ^A ±3,59	90,56 ^C ±3,28
Média		1,09±0,11	0,89±0,26	0,61±0,12	4,19±0,80	1,59±0,53	3,08±0,74	177,61±18,86	72,68±5,97	115,88±9,76

CV: coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$; ^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequência de água de irrigação.

Houve efeito de interação ($p \leq 0,05$) entre polímero hidroabsorvente e as frequências de irrigação para a condutividade elétrica e o tempo final de drenagem ao transplantio e aos 60 DAT em plantas de maracujazeiro amarelo (Tabela 4).

Os tratamentos compolímeros hidroabsorvente influenciaram ($p \leq 0,05$) a condutividade elétrica ao transplantio e aos 60 DAT, o tempo inicial de drenagem ao transplantio e aos 120 DAT e tempo final de drenagem aos 60 e 120 DAT. A condutividade elétrica ao transplantio e aos 60 DAT, o tempo inicial de drenagem aos 60 e 120 DAT e tempo final de drenagem ao transplantio e aos 60 e 120 DAT sofreram efeito ($p \leq 0,05$), também, das frequências de irrigação (Tabela 4).

Ao ser considerada diferente, a condutividade elétrica (CEI), esses resultados podem ser justificados da ação das irrigações e lixiviações realizadas no período experimental, ocorrendo uma certa estabilização dessa variável ao longo do tempo. Os valores mais altos de CEI não são anormais para as plantas e ao solo e também não oferecem risco de danos à cultura. Richards (1954) afirma que o incremento da salinidade do solo influencia no consumo hídrico das culturas, em razão da redução do potencial osmótico e dificulta a absorção de água pelas plantas, diminuindo a evapotranspiração, atrasando as fases fenológicas e resultando em menor produtividade, comprometendo a qualidade do solo em CE acima de 4 dS m^{-1} no extrato de saturação do solo.

Resultados semelhantes foram encontrados por Mendonça *et al.* (2013) que avaliaram a utilização de diferentes doses de hidrogel[®] no armazenamento de água e na salinização no solo, constataram que todas as doses aplicadas aumentou a CE e concluem que a dose de 4 g de hidrogel em 8 dm^3 de solo apresentou melhor economia de produto e melhor valor dessa variável ao solo.

Miranda *et al.* (2011), ao estudarem o uso de condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino encontraram diferenças na condutividade elétrica do lixiviado entre 7 e 70 dias de experimento, onde a mesma foi reduzindo ao longo do tempo com as lixiviações realizadas no período experimental.

Pode-se comprovar (figura 7, A e B) que a condutividade elétrica do lixiviado (CEI) foi significativa com o uso do hidrogel ao transplantio e aos 60 dias após o transplantio (DAT), onde o mesmo contribui para atividade elétrica na solução do solo. De maneira mais explícita pode-se constatar diferença significativa do polímero hidroabsorvente no dia do transplantio, nas frequências 1, 2 e 3. Porém para as frequências de irrigação apenas as F2 apresentou a maior média em relação as demais; nesse intuito as frequências 1 e 3 apresentam os menores valores de condutividade elétrica e

consequentemente os melhores valores para as plantas e ao solo (figura 7A). Os resultados significativos aos 60 dias após o transplântio é um indicativo de redução dessa variável ao longo do tempo, em que a CEI tende a retrair e se estabilizar. Esses resultados estão de acordo Mendonça *et al.* (2013) que afirmam que após cerca de 30 dias do início do experimento a condutividade elétrica do solo começou a diminuir, apresentando tendência de se estabilizar.

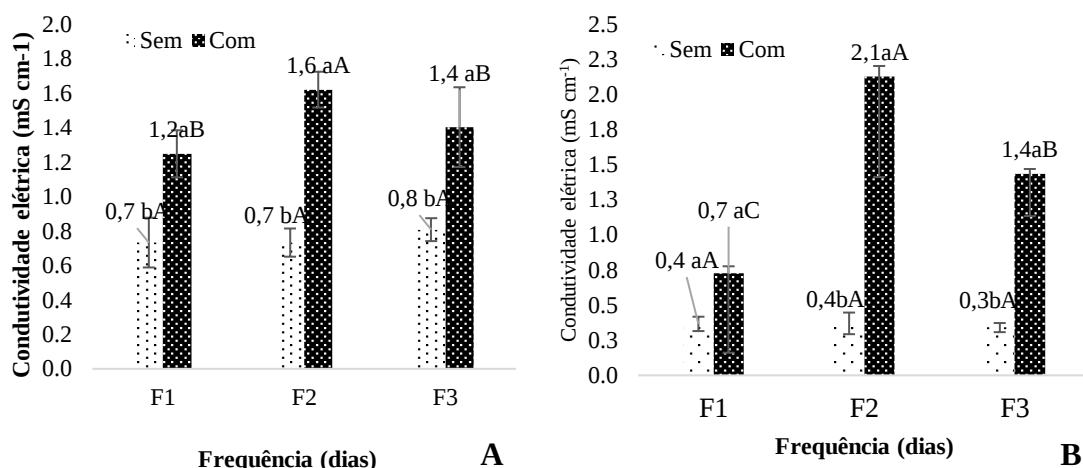


Figura 7. Condutividade elétrica do lixiviado (mS cm^{-1}) ao transplântio (A) e aos 60 dias após o transplântio (B) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente.

^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequências de água de irrigação.

A condutividade elétrica do lixiviado do maracujazeiro com a presença polímero hidroretentor apresentaram aumento ($p \leq 0,05$) de 70,31; 121,16 e 73,68% de CEI em comparação sem a presença de polímero hidroretentor ao transplântio (A) nas frequências de irrigação (F1, F2 e F3), 1,2 vs 0,7; 1,6 vs 0,7 e 1,4 vs 0,8 mS cm^{-1} , e aumento ($p \leq 0,05$) de 474,32 e 322,43% de CEI em comparação sem a presença de polímero hidroretentor aos 60 dias após o transplântio (B) nas frequências de irrigação (F2 e F3), 2,1 vs 0,4 e 1,4 vs 0,3 mS cm^{-1} , respectivamente (Figura 7).

O maracujazeiro amarelo com polímero hidroabsorvente e no substrato irrigado na frequência de segunda-feira e sexta-feira (F2) apresentou maior ($p \leq 0,05$) condutividade elétrica do lixiviado em relação aos demais, independentemente ao dia de transplântio (Figura 7A e 7B). Por outro lado, a CE não foi influenciada pelos substratos irrigados com diferentes frequências de água de irrigação sem polímero hidroabsorvente ($P > 0,05$).

O tempo inicial de drenagem apresentou diferença significativa (TiD) ao transplantio e aos 120 DAT, exceto aos 60 DAT que manteve-se em hipótese de nulidade (Tabela 4). Essa variável é o momento da infiltração (tempo) em que a água percola pelos macros e microporos do solo até atingir a saturação e assim iniciar a drenagem pelos drenos no fundo do lisímetro. O uso do polímero hidroretentor provocou redução no tempo inicial de drenagem ao transplantio e aos 120 DAT conforme a tabela 4.

Resultado encontrados por Balena (1998) mostra que esses polímeros, quando secos, possuem forma granular e quebradiça e ao se hidratarem, transformam-se em gel, cuja forma macia e elástica possibilita absorver cerca de cem vezes o sua massa em água. Ainda de acordo com o mesmo autor e corroborando com Baasiri *et al.* (1986), a aplicação dos polímeros hidroretentores tem produzido resultados que variam de acordo com as propriedades físico-químicas dos solos, condições climáticas, culturas, propriedades dos polímeros, etc.

Para a variável tempo final de drenagem (TfD), foi possível constatar diferença significativa com o uso do hidrogel para os três períodos, conforme a tabela 4. O tempo médio de inferioridade para os tratamento com uso do polímero hidroretentor foi de 11,89, 21,58 e 41,46 minutos do transplantio aos 120 DAT, respectivamente. Essa redução no tempo final de drenagem pode ser em virtude das irrigações contínuas e lixiviações, onde o solo se comporta com um organismo cada vez mais vivo e formando os agregados, diferentemente do transplantio em que era apenas um substrato com ingredientes para dar suporte as plantas.

Mendonça *et al.* (2013) explicam que em função da interação polímero-água e quando o hidrogel[®] seco é colocado no ambiente aquoso, as moléculas de água começam a se difundir para o interior do material. Por outro lado, Prevedello e Loyola (2007) afirmam que o uso do polímero não reduziu a capacidade de infiltração de água, juntamente com a profundidade atingida, considerando que os tempos de infiltração foram relativamente curtos entre 1500 segundos com uso de areia marinha e 1290 segundos para o solo LVE e os polímeros se encontravam secos no tempo zero da infiltração. Esses mesmos autores e no mesmo estudo também obtiveram resultados com infiltração mais longa, com aproximadamente 24 horas, onde os polímeros completamente hidratados, a taxa de infiltração foi dependente da concentração de polímero, somente no meio poroso argiloso, chegando reduzi-la em cerca de até 13 vezes. Mesmo assim não se obteve efeito com o polímero hidroretentor.

O tempo final de drenagem do maracujazeiro com a presença polímero hidroretentor apresentou redução ($p \leq 0,05$) de 19,53 e 27,03% em comparação sem a presença de polímero hidroretentor ao transplântio (A) e aos 60 dias após o transplântio (B) na frequência de irrigação de segunda-feira e sexta-feira (F2), 194,9 vs 242,2 e 48,6 vs 66,6 min, respectivamente, como também, redução de 60,97% aos 60 dias após o transplântio (B) na frequência de irrigação de quarta-feira e sexta-feira (F3), 45,9 vs 117,6 min. Por outro lado, houve aumento ($p \leq 0,05$) de 72,57% do Tfd quando se utilizou polímero hidroretentor em relação ao tratamento testemunha (sem polímero hidroretentor) aos 60 dias após o transplântio (B) na frequência de irrigação de segunda-feira e quarta-feira (F1), 33,9 vs 58,5 min (Figura 8).

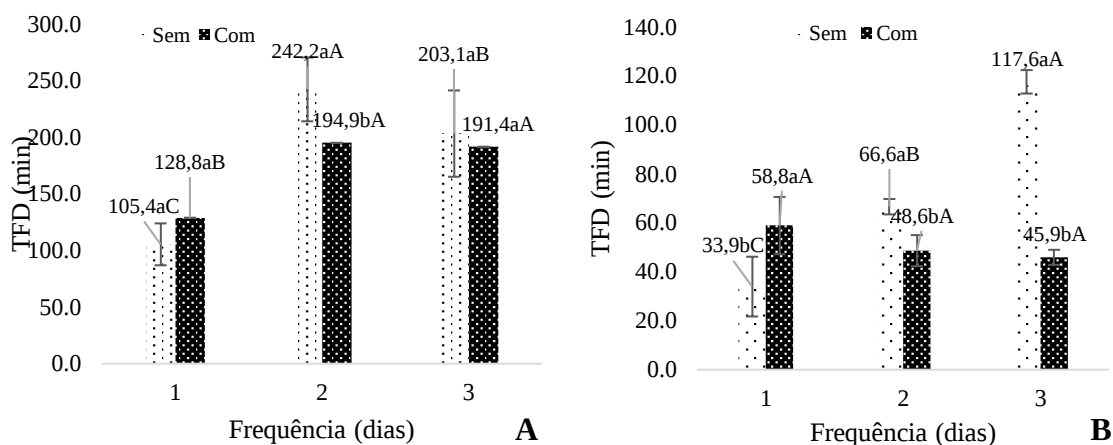


Figura 8. Tempo final de drenagem (min) ao transplântio (A) e aos 60 dias após o transplântio (B) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente.

^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequências de água de irrigação.

O maracujazeiro amarelo submetido ao tratamento testemunha (sem polímero hidroabsorvente) e no substrato irrigado na frequência de segunda-feira e sexta-feira (F2) apresentou maior ($p \leq 0,05$) tempo final de drenagem ao transplântio (Figura 8A) em relação aos demais, mas aos 60 dias após o transplântio (Figura 8B), o maior Tfd foi no substrato irrigado na frequência de quarta-feira e sexta-feira (F3). Por outro lado, quando foi utilizado o tratamento com polímero hidroabsorvente, apenas no transplântio (Figura 8A) foi observado uma redução no Tfd no substrato irrigado na frequência de segunda-feira e quarta-feira (F1) em relação aos demais ($p \leq 0,05$). Essa mudança no comportamento de aumento do tempo final de drenagem pode ter sido ocasionado pela ocorrência de maiores volumes hídricos devido o início do período chuvoso na região,

conforme dados na figura 5 de pluviosidade coletado pela EMPAER/AESA-PB durante o período experimental ou porque o polímero tem proporcionado maior aeração e permeabilidade da água juntamente com as raízes das plantas e dessa forma reduzir o tempo final de drenagem.

Ao considerar que ao transplântio obteve-se maior tempo final de drenagem (TFD) de água no solo nas frequências 1, 2 e 3 com hidrogel[®] (figura 8), a partir dos 60 DAT os valores foram inferiores, principalmente nos tratamentos com uso do polímero, possivelmente isso pode ter ocorrido devido o substrato se encontrar com umidade muito abaixo da capacidade de campo e após a hidratação e condução do experimento com as frequências de irrigação foram mantidas constantemente, manteve-se o menor tempo de final drenagem nos tratamentos como polímero hidrorretentor[®].

A absorção hídrica pelo hidrogel reduz o índice de percolação da água para as profundidades maiores e distantes das raízes, mantendo a água armazenada próximo a elas, impedindo a perda de umidade para o ambiente, liberando água de maneira gradativa para a planta (NUNES; UCHÔA; BRAGA, 2019). Dessa maneira Vicente *et al.* (2015) afirma que o uso inadequado pode contribuir para menos aeração do substrato, podendo causar apodrecimento das raízes por excesso de água.

Análise de variância (Tabela 5 e Figura 9), mostra os dados referentes a umidade a nível de capacidade de campo (Ucc) e consumo hídrico diário (ChD). A Ucc e o ChD não apresentam interação significativa ($P < 0,05$). Porém nas variáveis ainda é possível constatar resultados promissores como por exemplo menores consumos hídricos diários com uso do polímero hidrorretentor.

Tabela 5. Resumo da análise de variância, referentes umidade ao nível de capacidade de campo (Ucc) e consumo hídrico diário das plantas (ChD) aos 30, 60 e 120 dias após transplantio (DAT) em plantas de maracujazeiro amarelo no substrato com e sem polímero hidroabsorvente e frequências de irrigação.

Fontes de variação	G	Quadrado Médio					
		Ucc (%)			Chd (L)		
		30 DAT	60 DAT	120 DAT	30 DAT	60 DAT	120 DAT
Bloco	3	1,08 ^{ns}	0,21 ^{ns}	3,53 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,021 ^{ns}	0,043 ^{ns}
Hidrogel (H)	1	25,32 ^{**}	6,57 ^{ns}	1,35 ^{ns}	0,87 ^{***}	0,13 ^{**}	0,35 ^{**}
Frequência (F)	2	1,63 ^{ns}	4,95 ^{ns}	3,57 ^{ns}	0,0097 ^{ns}	0,15 ^{**}	0,13 ^{**}
Interação H x F	2	2,33 ^{ns}	4,18 ^{ns}	6,17 [*]	0,095 ^{ns}	0,0075 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Resíduo	15	0,79	1,68	1,13	0,012	0,012	0,025
CV (%)		11,36	17,99	12,01	6,58	7,22	6,02
Hidrogel							
Sem		8,84a±0,51	7,74a±1,25	9,08±1,17	1,88a±0,11	1,60a±0,10	2,72a±0,11
Com		6,79b±0,89	6,69a±0,53	8,61±0,72	1,50b±0,07	1,46b±0,10	2,47b±0,12
Frequência							
F1		7,66A±0,62	6,36A±1,20	7,22±0,94	1,66A±0,11	1,65A±0,11	2,51B±0,23
F2		8,32A±0,42	7,91A±0,50	9,81±0,41	1,72A±0,10	1,55A±0,11	2,55B±0,06
F3		7,46A±1,07	7,37A±0,98	8,81±1,49	1,68A±0,06	1,46B±0,09	2,74A±0,06
Média		7,81±0,70	7,21±0,89	8,61±0,95	1,69±0,09	1,55±0,10	2,60±0,12

CV: coeficiente de variação; ns, ***, **, * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$;

^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequências de água de irrigação.

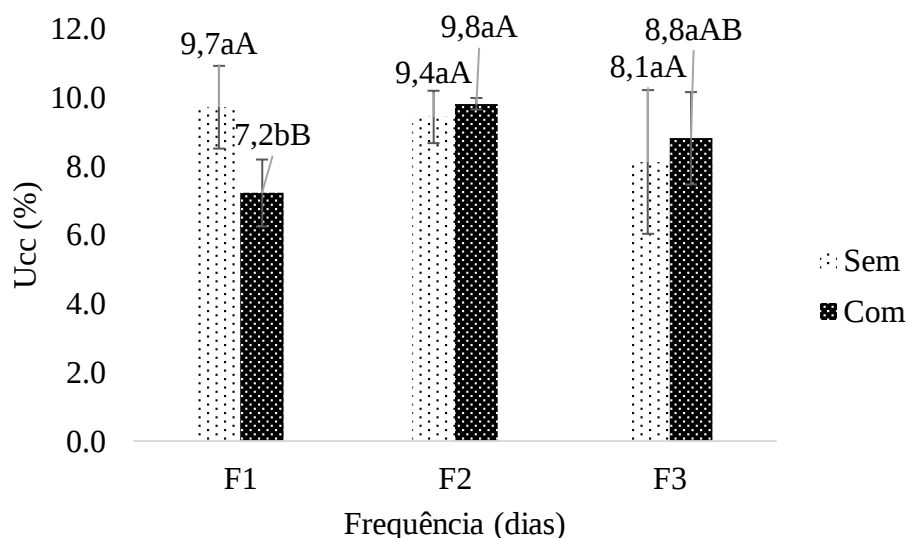


Figura 9. Umidade ao nível de capacidade de campo (Ucc%) de maracujazeiro amarelo no substrato irrigado com diferentes frequências de água de irrigação com e sem polímero hidroabsorvente.

^{a,b}Médias seguidas por diferentes letras minúsculas diferem de acordo com o teste F ($P < 0,05$) para cada polímero hidroabsorvente. ^{A,B}Médias seguidas por diferentes letras maiúsculas diferem de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) para cada frequências de água de irrigação.

A umidade a nível decapacidade de campo apresentou diferença significativa de maneira inversa de acordo com o teste Duncan ($P < 0,05$) aos 30, e igual estatisticamente aos 60 e 120 DAT (Tabela 5 e figura 4). Sobre as maiores médias sem o uso do polímero e com diferenças estatística podemos afirmar que ocorreu consumo hídrico pelas plantas na medida que vai sendo consumido o mesmo vai liberando água para as raízes das plantas. Oliveira *et al.* (2014) verificaram que a adição de hidrogel[®] à cultura da alface, variando de 0 a 200 g m⁻², apresentou resposta linear quanto ao manejo hídrico, aumentando a eficiência em até 18,3% comparando o substrato sem hidrogel[®].

Apesar da variável Ucc apresentar inferioridade no armazenamento de água em relação aos tratamentos sem o polímero, por outro lado obteve-se eficiência no consumo de água com uso do hidrogel[®] dos 30, 60 e 120 DAT, com 20,21%, 8,75% e 9,19% de economia de água de irrigação, respectivamente. Assim, percebe-se que esses tratamentos com hidrogel[®] contribuíram para uma liberação de água para as plantas ao longo do tempo. Durante a pesquisa em campo foi possível registrar que na lixiviação os tratamentos com o condicionador do solo drenavam com uma quantidade de água inferior as testemunhas e seu tempo inicial e final de drenagem e era menor, o que possivelmente já tinha água no perfil do solo com devido o hidrogel[®]. Esses resultados estão próximos dos estudados por Nimah *et al.* (1983) que obteve as seguintes, respostas: em solos arenosos, obtiveram 125% de acréscimo na disponibilidade de água e, em solos argilosos, apenas de 25 a 30%. Mendonça *et al.* (2015) ao usarem lâminas de irrigação com hidrogel também comprovam uma economia hídrica 10% e 14% de água quando comparado ao sistema tradicional.

O consumo hídrico diário torna-se uma variável importante no processo produtivo de maracujazeiro amarelo, uma vez que a água é um fator limitante em regiões semiáridas e cada economia desse recurso natural sempre é bem vindo. Contudo o hidrogel mostra eficiência com o uso da água no processo de produção. Nessa pesquisa o mesmo chega a contribuir com uma economia de 16 m³ por mês em 1 hectare.

A economia hídrica é nítida na produção de maracujazeiro amarelo, porém ao considerar o valor do polímero nos custos de produção o mesmo torna-se inviabilizado nesse sentido. O valor médio de 1 kg de hidrogel no mercado brasileiro é de R\$ 72,00. Se considerar esse cultivo em uma hectare estaríamos usando em média 320 kg, que contabilizado ao valor citado chegaria a mais R\$ 23 mil reais. Com tudo é necessário ainda outras pesquisas de viabilidade econômica para que o mesmo seja usado na agricultura familiar e obter maior lucratividade. Conforme Brito *et al.* (2011) polímeros

de origem natural, ao invés de hidrogéis sintéticos, tem sido nomeado de polímeros verdes, onde exemplos dessas alternativas tem o polietileno verde e o policloreto de vinila verde, os quais permanecem com as mesmas características dos encontrados de fontes originária do petróleo, ambos são produzidos no Brasil derivados do processo de produção da cana-de-açúcar.

5 CONCLUSÕES

O uso do hidrogel torna-se viável com as frequências de irrigação ao crescimento do maracujazeiro amarelo (*P. edulis*), mesmo apresentando diminuição aos 63 dias após

o transplântio no diâmentro do caule. O polimerohidroretentor é eficiente na retenção e liberação de água para as plantas, mantendo os menores consumo diários nas plantas de maracujá amarelo.

O hidrogel torna-se um produto indispensável para o uso na agricultura, portanto é necessário outras pesquisas que viabilize o custo-benefício desse insumo.

REFERÊNCIAS

AHMED, E.M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications. **Journal of Advanced Research**, v. 6, n. 2, p. 105-121, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brasil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p.711-728, 2013.

AOUADA, F. A.; MATTOSO, L. H. C. **Hidrogéis biodegradáveis**: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas. EMBRAPA: Brasília, Instrumentação Agropecuária-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (Infoteca-E), 2009. 32p.

ARAUJO, G. L.; REIS, E. F.; MORAES, W. B.; GARCIA, G. O.; NAZÁRIO, A. A. Influência do déficit hídrico no desenvolvimento inicial de duas cultivares de café conilon. **Irriga, Botucatu**, v. 16, n. 2, p. 115-124, 2011.

AYERS, R. S.; WESTCOT, D. W. **A qualidade de água na agricultura**. 2. ed. Campina Grande: UFPB/FAO, 1999. 153 p. (Estudos Irrigação e Drenagem, 29).

AZAMBUJA, L.O.; BENETT, C.G.S.; BENETT, K.S.S.; COSTA, E. 2015. Produtividade da abobrinha 'Caserta' em função do nitrogênio e gel hidrorretentor. **Científica**. v. 43, 353-358, 2015.

AZEVEDO, J. M. G.; REIS, E. F., TOMAZ, M. A.; GARCIA, G. O.; NOGUEIRA, N. O., DARDENGO, M. C. J. D. Índices de qualidade e crescimento de mudas de café conilon sob irrigação e hidrorretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.9, n. 3, p. 432-439, 2014.

AZEVEDO, T.L.F. **Avaliação da eficiência do polímero agrícola de poliacrilamida no fornecimento de água para o cafeeiro (*coffea arabica* L.) cv. tupi**. Maringá. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, 2000.

AZEVEDO, T.L.F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A.C.A. Uso de Hidrogel na Agricultura. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v.1, n.1, p. 23-31, 2002.

BAASIRI, M.; RYAN, J.; MUCKEIH, M.; HARIH, S. N. Soil application of a hydrophilic conditioner in relation to moisture, irrigation frequency and crop growth. **Soil Science**, v.17, p.573-589, 1986.

BALENA, S.P. **Efeito de polímeros hidrorretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos**. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.

BENETT, K. S. S.; BENETT, C. G. S.; SANTOS, G. G.; COSTA, E. Effects of hydrogel and nitrogen fertilization on the production of arugula in successive crops. **AfricanJournalofAgriculturalResearch**. v. 10, n. 26, p. 2601-2607, 2015.

BRITO, G. F.; AGRAWAL, P.; ARAÚJO, E. M.; MELO, T. J. A. Biopolímeros, polímeros biodegradáveis e polímeros verdes. **Revista Eletrônica de Materiais e Processos**, v. 6, n. 2, p. 127-139, 2011.

CARRASQUEIRA, L. S.; LIMA, A. C. T. O.; ANDRADE, M. L.; FREITAS, P. C.; FERREIRA, L. C. S.; NOBRE, F. J. V.; FERREIRA, B. C. S. Reuso de águas cinzas em empreendimentos comerciais: um estudo de caso em edifício hoteleiro de Belo Horizonte. **BrazilianJournalofDevelopment**. v. 5. n. 1, p. 10028-10035, 2019.

CARVALHO, F. J.; CARNEIRO, L. B.; CARVALHO, L. S. C.; FAUSTINO, L. L.; TROGELLO, E. Adubação nitrogenada associada ao gel hidroretentor na produção e crescimento do tomateiro de mesa. **ColloquiumAgrariae**, v.15, n. 5, p. 1-10, 2019.

CARVALHO, R. P.; CRUZ, M. C. M.; MARTINS, L. M. Frequência de irrigação utilizando polímero hidroabsorvente na produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 35, n. 2, p.518-526, 2013.

CAVALCANTE, A. G. **Lâminas de irrigação e polímero hidroabsorvente no crescimento, fisiologia e produção do maracujazeiro amarelo**. Dissertação (Mestrado) Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

CAVALCANTE, A. G.; CAVALCANTE, L. F.; CAVALCANTE, A. C. P.; SOUTO, A. G. L.; SANTOS, C. E. M.; ARAÚJO, D. L. Variation of thermal time, phyllochron and plastochron in passionfruit plants with irrigation depth and hydrogel. **Journal of Agricultural Science**, v. 10, n. 5, p. 229-239, 2018.

CHANG, C.; ZHANG, L. Cellulose-based hydrogels: present status and application prospects. **Carbohydrate Polymers**, v.84, n.1, p. 40-53, 2011.

COSTA, E.L.; MAENO, P.; ALBUQUERQUE, P.E.P. Irrigação da bananeira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.196, p.67-72, 1999.

CRUZ, M. C. M.; HAFLE, O. M.; RAMOS, J. D.; RAMOS, P. S. Desenvolvimento do porta-enxerto de tangerineira 'Cleópatra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 471-475, 2008.

CUNHA, M. P. A.; BARBOSA, L. V.; FARIA, G. A. Botânica. *In*: LIMA, A. A.; CUNHA, M. P. A. **Maracujá: produção e qualidade na passicultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e fruticultura, p. 15-35, 2004.

DEMARTELAERE, A.C.F.; TEÓFILO, T.M.S.; LOPES, W.A.R.L.; GUIMARÃES A. A.; MEDEIROS, D.C.; MEDEIROS, P.V.Q. Efeito da utilização de um polímero hidroabsorvente na produtividade do meloeiro sob diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v.26, n. 2, p. 5728-5732, 2008.

EKEBAFE, L. O. Polymer applications in agriculture. **Biokemistri**, v. 23, n. 2, p.81-89, 2011.

EL-HADY, O. A.; GHALY, N. F.; WANAS, S. E. Hydrophobic-hydrophilic combination for sandy soil conditioning and plantation: 1. Growth response and water and fertilizers use efficiency by casuarina trees. **American- Eurasian Journal of Agricultural & Environmental Science**, v. 4, n. 3, p. 332-342, 2008.

FAGUNDES, M. C. P.; CRUZ, M. C. M.; CARVALHO, R. P.; OLIVEIRA, J.; SOARES, B. C. Polímero hidroabsorvente na redução de nutrientes lixiviados durante a produção de mudas de maracujazeiro-amarelo. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 1, p. 121-129, 2015.

FALEIRO, F. G.; FARIAS NETO, A.L.; RIBEIRO JÚNIOR, W.Q. **Pré-melhoramento, melhoramento e pós-melhoramento: estratégias e desafios**. 1. ed. Planaltina: Embrapa Cerrados. 2008.

FALEIRO, G. F.; JUNQUEIRA, N. T. V. **Maracujá: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília: Embrapa Cerrados, 341 p. 2016.

FARIAS, M. A. A.; FARIA, G. A.; CUNHA, M. A. P.; PEIXOTO, C. P.; SOUSA, J. S. Caracterização Física e Química de Frutos de Maracujá-Amarelo de Ciclos de Seleção Massal Estratificada e de Populações Regionais. **Revista Magistra**, v. 17, n. 2, p. 83- 87, 2005.

FERNANDES, D. A.; ARAUJO, M. M. V.; CAMILI, E. C. Formação de plântulas de maracujazeiro-amarelo sob diferentes lâminas de irrigação e uso de hidrogel. **Revista Agricultura**, v. 90, n. 3, 2015.

FERREIRA, F.R.R. Recursos genéticos de Passiflora. *In*: FALEIRO, F. G.; JUNQUEIRA, N. T. V.; BRAGA, M. F. **Maracujá: germoplasma e melhoramento genético**. Planaltina-DF: Embrapa Cerrados, p. 41-51, 2005.

FOOD INGREDIENTS BRASIL. **Os Alginatos e Suas Múltiplas Aplicações**. 2013. Disponível em: <http://www.revista-fi.com/materias/340.pdf>. Acesso em: 20 nov. 2019.

FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D. **Climatologia do Estado da Paraíba**. 1. ed. Campina Grande, EDUFCG, 2017. 75p.

FREIRE, J. L. O.; DIAS, T. J.; CAVALCANTE, L. F.; FERNANDES, P. D.; LIMA NETO, A. J. Rendimento quântico e trocas gasosas em maracujazeiro amarelo sob salinidade hídrica, biofertilização e cobertura morta. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 1, p. 82-91, 2014.

FREIRE, J. L. O.; CAVALCANTE, L. F.; REBEQUI, A. M.; DIAS, T. J.; SOUTO, A. G. L. Necessidade hídrica do maracujazeiro amarelo cultivado sob estresse salino, biofertilização e cobertura do solo. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 1, p. 82-91, 2011.

GONDIM, S. C.; CAVALCANTE, L. F.; CAMPOS, V. B.; MESQUITA, E. F.; GONDIM, P. C. Produção e composição foliar do maracujazeiro amarelo sob lâminas de irrigação. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 4, p. 100-107, 2009.

GONSALVES, A. A.; ARAÚJO, C.R.M.; SOARES, N.A.; GOULART, M.O.F.; ABREU, F.C. Diferentes estratégias para a reticulação de quitosana. **Química nova**, v.34, n.7, p.1215-1223, 2011.

GURGEL, M. T.; AYEDA, C. A.; GHEYI, H. R.; OLIVEIRA, F. H. T.; FERNANDES, P. D.; SILVA, F. V. Crescimento de meloeiro sob estresse salino e doses de potássio. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 01, p. 3-10, 2010.

HAFLE, O. M.; CRUZ, M. C. M.; RAMOS, J. D.; RAMOS, P. S.; SANTOS, V. A. Produção de mudas de maracujazeiro-doce através da estaquia utilizando polímero hidroretentor. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 232-236, 2008.

MALDONADO-BENITEZ, K. R.; ALDRETE, A.; LÓPEZ-UPTON, J.; VAQUERA-HUERTA, H.; CETINA-ALCALÁ, V. M. Producción de *Pinus greggii* engelm. En mezclas de sustrato con hidrogel y riego, envivero. **Agrociencia**, v. 45, n. 3, p.389-398. 2011.

HANSON, B. R.; MAY, E. D.; SIMUNEK, J.; HOPMANS, J. W.; HUTMACHER, R. B. Drip irrigation provides the salinity control needed for profitable irrigation of tomatoes in the San Joaquin Valley. **California Agriculture**, v. 63, n. 3, p. 131-136, 2009.

IBGE. **Produção Agrícola Municipal**. 2019. Tabela de produção agrícola de maracujá em 2019. Disponível: http://www.cnpmf.embrapa.br/Base_de_Dados/index_pdf/dados/brasil/maracuja/b1_maracuja.pdf. Acesso em: 2 fev. 2021.

IBGE. Sistema IBGE de Recuperação Automática. **Produção Agrícola Municipal**. Tabela 1613. Brasília: IBGE, 2018. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/1613>. Acesso em: 15 dez. 2020.

LIMA, R. M. F.; SOUZA, V. V. Polímeros biodegradáveis: aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. **Revista Agrogeoambiental**, v. 3, n. 1, p.75-82, 2011.

LOPES, J. L. W.; SILVA, M. R.; SAAD, J. C. C.; ANGELICO, T. S. Uso de hidrogel na sobrevivência de mudas de *Eucalyptus urograndis* produzidas com diferentes substratos e manejos hídricos. **Ciência Florestal**, v. 20, n. 2, p. 217-224, 2010.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, H. R.; SILVA, W. L. C. **Irrigação do tomateiro para processamento**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. 22 p. (Circular Técnica, 102).

MARQUES, P. A. A.; BASTOS, R. O. Uso de diferentes doses de hidrogel para produção de mudas de pimentão. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v. 3, n. 2, p. 53-57, 2010.

MEDEIROS, W. J. F. **Biofertilizante bovino via água de irrigação**: ação no crescimento, produção e qualidade dos frutos de maracujazeiro amarelo. Areia, 2013. 60 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, 2013.

MELETTI, L. M. M.; BRÜCKNER, C. H. Melhoramento Genético. In: BRÜCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. **Maracujá**: tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria, mercado. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. p. 345-385.

MENDONÇA, T. G.; QUERIDO, C. M.; SOUZA, C. F. Eficiência do polímero hidroabsorvente na manutenção da umidade do solo no cultivo da alface. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 3, p. 239-245, 2015.

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. **WaterResearchandIrrigation Management**, v.2, n.2, p.87-92, 2013.

MESQUITA, F. O.; RODRIGUES, R. M.; MEDEIROS, R. F.; CAVALCANTE, L. F.; BATISTA, R. O. Crescimento inicial de Caricapapaya sob irrigação com águas salinas em solo com biofertilizante bovino. **Ciências Agrárias**, v. 33, p. 2689-2704, 2012.

MIRANDA, M.A.; OLIVEIRA, E.E.M.; SANTOS, K. C. F.;FREIRE, M. B. G. S.; ALMEIDA, B. G. Condicionadores químicos e orgânicos na recuperação de solo salino-sódico em casa de vegetação. **Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 5, p.484–490, 2011.

NUNES, L. R. L.; UCHÔA, C. N.; BRAGA, R. C. Produção e efeitos do uso de hidrogel natural na cultura do alface. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.15, n. 4, p. 261-268, 2019.

MORUZZI, R. B.; LEÃO, C. L. P. Estimativa da correção do coeficiente de retorno de esgoto sanitário em habitações com sistemas de aproveitamento de água pluvial: estudo de caso da cidade de Bauru, SP. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v.24. n.1, p. 45-53, 2019.

NASCIMENTO NETO, E.C. **Morfofisiologia de mamoeiro sob frequência de irrigação com água salina, em substrato com hidrogel**. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2017.

NEVES, A. L.; LACERDA, C. F.; TEIXEIRA, A. S.;COSTA, C. A. G.; GHEYI, H. R. Monitoring soil coverage and yield of cowpea furrow irrigated with saline water. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, n. 01, p. 59-66, 2010.

NIMAH, N. M.; RYAN, J.; CHAUDHRY, M. A. Effect of synthetic conditioners on soil water retention, hydraulic conductivity, porosity, and aggregation. **Soil Science Society of America Journal**, v.47, n.1, p.742-745, 1983.

ORIKIRIZA, L. J. B.; AGABA, H.; TWEHEYO, M.; EILU, G.; KABASA, J. D.; HÜTTERMANN, A. Amending soils with hydrogels increases the biomass of nine tree species under non-water stress conditions. **Clean Journal**, v. 37, n. 8, p. 615-620, 2009.

OLIVEIRA, G. Q.; BÍSCARO, G. A.; JUNG, L. H.; ARAÚJO, É.O.; VIEIRA FILHO, P. S. Fertirrigação nitrogenada e níveis de hidrogel para a cultura da alface irrigada por gotejamento. **Engenharia na Agricultura**, v. 22, n. 5, p. 456-465, 2014.

OLIVEIRA, I. C. S. **Salinidade da água, biofertilizante bovino e polímero hidrorretentor na formação de mudas de maracujazeiro BRS GA1**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal da Paraíba, Areia, 2019.

PREVEDELLO, C. L.; LOYOLA, J. M. T. Efeito de polímeros hidrorretentores na infiltração da água no solo. **Scientia Agraria**, v. 8, n.3, p. 313-317, 2007.

R Core Team (2017). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna. Available in: <<https://www.R-project.org>> (Accessed on June 10, 2019).

RICHARDS, L. A. **Diagnosis and improvement of saline and alkali soils**. Washington: United States Salinity Laboratory - (USDA). 162p., 1954.

RODRIGUES, L. N. **A importância da irrigação para a intensificação sustentável da agricultura**. Embrapa, 2015.

SAAD, J. C. C.; LOPES, J. L. W.; SANTOS, T. A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 5. Ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, H. T.; CARVALHO, D. F.; SOUZA, C. F.; MEDICI, L. O. Cultivo de alface em solos com hidrogel utilizando irrigação automatizada. **Engenharia Agrícola**, v. 35, n. 5, p. 852-862, 2015.

SARAVANAN, P.; RAJU, M. P.; ALAM, S. A study on synthesis and properties of ag nanoparticles immobilized polyacrylamide hydrogel composites. **Materials Chemistry and Physics**, v. 103 n. 2, p. 278-282, 2007.

SEAGRI – Secretaria da agricultura, irrigação e reforma agrária. 2015. **Cultura-maracujá**. Disponível em: seagri.ba.gov.br/seagri/mapa_agricola.asp?qact=prd&prdid. Acesso em: 20 mar. 2020.

SILVA, A. A. G.; KLAR, A. E. Demanda hídrica do maracujazeiro amarelo (*Passiflora edulis* Sims f. *flavicarpa* Deg.). **Irriga**, v. 7, n. 3, p. 185-190, 2002.

SILVA, A. E.; FONTANA, A.; MELO, A. S.; MARTINS, A. L. S.; INDA, A. V.; SANTI, A.; MADARI, B. E.; MATTOS, B. B.; ALMEIDA, B. G.; ALVES, B. J. R.; JANTALIA,

C. P. J.; PÉREZ, D.V.; CAMPUS, D. V. B.; VILLANI, E. M. A.; ET AL. Manual de Métodos de Análise de Solo. 3 ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G.; RODRIGUES, C. R. F.; LIMA, C. S.; VIÉGAS, R. A. Contribuição de solutos orgânicos e inorgânicos no ajustamento osmótico de pinhão-mansão submetido a salinidade. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 05, p. 437-445, 2009.

SOUSA, F. J. B. Desenvolvimento do girassol ornamental (*Helianthus annuus* cultivar Anão de Jardim) em substrato com hidrogel irrigado com água salina. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2019.

SOUSA, V. F.; FOLEGATTI, M. V.; COELHO, M. A.; FRIZZONE, J. A. Distribuição radicular do maracujazeiro sob diferentes doses de potássio aplicados por fertirrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 1, p. 51-56, 2002.

SOUSA, V.F.; FOLEGATTI, M.V.; FRIZZONE, J. A.; CORRÊA, R. A. DE L.; ELOI, W. M. Produtividade do maracujazeiro amarelo sob diferentes níveis de irrigação e doses de potássio via fertirrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 4, p. 497-504, 2003.

SOUZA, C. A.; OLIVEIRA, R. B.; FILHO, S. M.; LIMA, J.S.S. Crescimento em campo de espécies florestais em diferentes condições de adubações. **Ciência Florestal**, v. 16, n. 3, p. 243-249, 2006.

SOUZA, M. S. M.; BEZERRA, F. M. L.; VIANA, T. V. A.; TEÓFILO, E. M.; CAVALCANTE, I.H. L. Evapotranspiração do maracujá nas condições do Vale do Curu. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 2, p. 11-16, 2009.

TAVAKOL, M.; VASHEGHANI-FARAHANI, E.; MOHAMMADIFAR, M.A.; SOLEIMANI, M.; HASHEMI-NAJAFABADI, S. Synthesis and characterization of an *in situ* forming hydrogel using tyramine conjugated high methoxyl gum tragacanth. **Journal of Biomaterials Applications**, v.30, n.7, p.1016-1025, 2016.

TOFANELLI, M. B. D.; KOGERATSKI, J. F.; SANTOS, R. T.; SCHAFHAUSER, J. D. Aplicação em cobertura de complexo hidrossolúvel na formação de mudas de maracujazeiro-azedo. **Científica**, v. 44, n. 2, p. 196-206, 2016.

TUPINAMBÁ, D. D.; COSTA, A. M.; COHEN, K. O.; PAES, N. S.; FALEIRO, F. G.; CAMPOS, A. V. S.; SANTOS, A. L. B. SILVA, K. N.; JUNQUEIRA, N. T. V. Pulp yield and mineral content of commercial hybrids of yellow passion fruits. **Brazilian Journal of food technology**. v. 15, n. 1, p. 15-20, 2012.

VALE, G.F.R.; CARVALHO, S.P.; PAIVA, L. C. Avaliação da Eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós- plantio. **Coffee Science**, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

VICENTE, M. R.; MENDES, A. A.; SILVA, N. F.; OLIVEIRA, F. R.; MOTTA JÚNIOR, M. G.; LIMA, V. O. B. Uso de gel hidroretentor associado à irrigação no plantio do eucalipto. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 9, n. 5, p. 344-349, 2015.

WOFFORD, JR., D. J.; Koski, A. J. **A polymer for the drought years**. Colorado Green, 1990. Disponível em: [http://www. hydrosource.com/clpbbs04.htm](http://www.hydrosource.com/clpbbs04.htm). Acesso em: 20 dez. 2020.

WOFFORD, JR.; D. J. **Worldwide research suggestions for cross-linked polyacrilamide in agriculture**. virginia, 1992. Disponível em: <http://www.hydrosource.com>. Acesso em: 14 dez. 2020.

YONEZAWA, U.G.; MOURA, M.R.; AOUADA, F.A. Estado da arte: um estudo sobre polímeros biodegradáveis na germinação e desenvolvimento de plantas. **Caderno de Ciências Agrárias**, v.9, n.2, p. 69-78, 2017.