



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIA AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
CURSO DE AGRONOMIA

HUMBERTO FERREIRA MORAIS FILHO

**PRODUÇÃO DE TOMATE CEREJA EM CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO COM
DÉFICIT HÍDRICO CONTROLADO E HIDROGEL EM SOLO ARENOSO**

FORTALEZA – CE

2023

HUMBERTO FERREIRA MORAIS FILHO

PRODUÇÃO DE TOMATE CEREJA EM CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT
HÍDRICO CONTROLADO E HIDROGEL EM SOLO ARENOSO

Monografia apresentada ao Curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva

Coorientadora: Rafaela da Silva Arruda

FORTALEZA – CE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Sistema de Bibliotecas
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

M825p Morais Filho, Humberto Ferreira.
 Produção de tomate cereja em condições de irrigação com déficit hídrico controlado e hidrogel em solo arenoso / Humberto Ferreira Morais Filho. – 2023.
 44 f. : il. color.

 Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2023.
 Orientação: Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva.
 Coorientação: Profa. Dra. Rafaela da Silva Arruda.

 1. Déficit hídrico. 2. Hidrogel. 3. Irrigação localizada. 4. Solo arenoso. 5. Tomate cereja. I. Título.
 CDD 630

HUMBERTO FERREIRA MORAIS FILHO

PRODUÇÃO DE TOMATE CEREJA EM CONDIÇÕES DE IRRIGAÇÃO COM DÉFICIT
HÍDRICO CONTROLADO E HIDROGEL EM SOLO ARENOSO

Monografia apresentada ao Curso de
Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Ceará, como requisito
parcial à obtenção do título de Bacharel em
Agronomia.

Aprovada em: 04/12/2023

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Alexsandro Oliveira da Silva (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Me. Rafaela da Silva Arruda (Coorientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. Dr. Viviane Barros
Universidade Federal do Ceará

Me. Maria Vanessa Pires de Souza
Universidade Federal do Ceará

“O correr da vida embrulha tudo,
a vida é assim: esquenta e esfria,
aperta, e daí afrouxa,
sossega e depois desinquieta.
O que ela quer da gente é coragem.”
(Guimarães Rosa, 1965, p.267).

AGRADECIMENTOS

À Deus por me conceder a possibilidade diária de aprendizado, além de coragem e força para enfrentar os desafios.

À minha avó Lourdinha, e meus pais, Humberto e Janilce, por todo carinho, conselho, esforço e incentivo até aqui. Devo tudo que sou a vocês, minhas grandes motivações.

À minha irmã Raquel, minha grande referência na vida, pra você desejo muita saúde! Estarei sempre ao seu lado.

À minha amada família, aos meus falecidos avós, meus tios e primos que foram presentes durante minha vida, ao meu cunhado Ramon que me ajudou imensamente perante as dificuldades do curso, obrigado por tanto carinho.

Ao meu orientador Prof. Alexsandro, pela oportunidade de me aprofundar na área da irrigação e drenagem de forma proveitosa, por todos os ensinamentos e conselhos passados ao longo da jornada, e principalmente, pela humanidade ímpar que demonstrou durante esse período. Levarei o senhor como referência na docência.

Aos meus colegas de GPEAS Daniela, Rafaela, Vanessa, Davi, Neves, Jamili e Fábio, por uma convivência agradável e proveitosa dentro do grupo, além de toda ajuda.

À Beatriz e Daniele, as pessoas que mais estiveram comigo ao longo desses anos, e que possuem em mim morada permanente. A vocês dedico o resto da vida de amor incondicional, na esperança de um dia retribuir por tudo.

Aos meus amigos Lucas e Victor, por fazerem da convivência na agronomia uma experiência tão memorável. Espero levar as amizades de vocês pro resto da vida.

Ao meu amigo Hiago Abreu, que nos deixou de forma prematura, levarei a imagem de seu carinho e alegria pro resto da vida. Foi uma honra lhe conhecer.

Aos meus amigos e colegas Ana, Lucas Yida, Laylton, Ingrid, Matheus, Rafael, Lopes, Beatriz Zambotti, Karine, Natanael, Guilherme, e tantos outros que participaram dessa jornada comigo. Desejo que nossa trajetória seja repleta de conquistas!

A Universidade Federal do Ceará, que me proporcionou uma das experiências mais fantásticas da minha vida.

RESUMO

Diante do desafio imposto pelas condições hídricas limitantes do semiárido brasileiro, criar, estudar e aplicar técnicas e tecnologias a favor da mitigação desse fator limitante à produção agrícola, de forma sustentável, é fundamental para o desenvolvimento deste setor. Diante disto, objetivou-se investigar o déficit hídrico controlado e como o uso de condicionador de solo, do tipo hidrogel, em solo arenoso, afeta a produtividade da cultura do tomate-cereja cultivado em vaso e em ambiente protegido. O trabalho foi realizado na Estação Agrometeorológica do Departamento de Engenharia Agrícola pertencente à Universidade Federal do Ceará, *Campus* do Pici, Fortaleza – CE. O experimento ocorreu em blocos ao acaso, no esquema fatorial 5x2 com quatro repetições, com duas plantas por parcela, totalizando 80 unidades experimentais. Com esse foco, o seguinte trabalho buscou a avaliação do uso de cinco estratégias de irrigação, sendo essas: IP - Irrigação plena, plantas irrigadas com 100% da evapotranspiração da cultura (ETc); DR - Déficit regular, plantas irrigadas com 50% da ETc durante todo o cultivo; E3 - plantas irrigadas com 50% da ETc na fase de crescimento; E4 - plantas irrigadas com 50% ETc na fase de florescimento e frutificação; e E5 - plantas irrigadas com 50% da ETc na fase de maturação. Além do uso ou não do condicionador de solo hidrogel (CH e SH). Para análise desses fatores, foi-se estudado as variáveis: número de flores aos 30 e 60 DAT, diâmetros transversais e longitudinais dos frutos, peso total dos frutos, número total dos frutos, massa seca total e índices SPAD aos 30 e 60 DAT. Obteve-se como resultado da análise de variância que o peso total de frutos não foi influenciado ($p > 0.05$) pela interação entre as estratégias de irrigação e o uso de condicionador de solo, já o número total de frutos foi influenciado pela mesma interação ($p < 0.05$). Os diâmetros dos frutos foram influenciados apenas pelas estratégias de irrigação ($p < 0.01$), assim como seus pesos. O trabalho foi capaz de esclarecer que o uso do condicionador de solo foi eficaz para o aumento da produção de frutos ($p < 0.01$), bem como o aumento na matéria seca da planta ($p < 0.01$). Além de indicar que o déficit na fase de maturação do fruto é o mais indicado em relação à produtividade.

Palavras-chave: Manejo da irrigação; Condicionador de solo; *Solanum lycopersicum* var. *cerasiforme*.

ABSTRACT

In the face of the challenge posed by the limiting water conditions of the Brazilian semiarid region, creating, studying, and applying techniques and technologies to mitigate this limiting factor to agricultural production in a sustainable way is crucial for the development of this sector. In light of this, the objective was to investigate controlled water deficit and how the use of a soil conditioner, such as hydrogel, in sandy soil affects the productivity of cherry tomato crops grown in pots and in a protected environment. The work was carried out at the Agrometeorological Station of the Department of Agricultural Engineering belonging to the Federal University of Ceará, *Campus do Pici*, Fortaleza – CE. The experiment was carried out in a randomized block design, in a 5x2 factorial scheme, with subdivided plots, four replications, and two plants per plot, totaling 80 experimental units. With this focus, the following study aimed to evaluate the use of five irrigation strategies: IP - Full irrigation, plants irrigated with 100% of the crop evapotranspiration (ET_c); DR - Regular deficit, plants irrigated with 50% of ET_c throughout the cultivation; E3 - plants irrigated with 50% of ET_c in the growth phase; E4 - plants irrigated with 50% of ET_c in the flowering and fruiting phase; and E5 - plants irrigated with 50% of ET_c in the maturation phase. In addition to the use or non-use of the hydrogel soil conditioner. For the analysis of these factors, the following variables were studied: number of flowers at 30 and 60 days after transplanting (DAT), transverse and longitudinal diameters of the fruits, total fruit weight, total fruit number, total dry mass, and SPAD indices at 30 and 60 DAT. The analysis of variance results showed that the total fruit weight was not influenced ($p > 0.05$) by the interaction between irrigation strategies and the use of a soil conditioner, while the total number of fruits was influenced by the same interaction ($p < 0.05$). Fruit diameters were influenced only by irrigation strategies ($p < 0.01$). The study clarified that the use of the soil conditioner was effective in increasing fruit production ($p < 0.01$) and the dry matter of the plant ($p < 0.01$). It also indicated that deficit irrigation during the fruit maturation phase is the most suitable for productivity.

Keywords: Irrigation Management; soil conditioner; *Solanum lycopersicum var. cerasiforme*.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Temperatura ao longo do ciclo.....	21
Figura 2 - Umidade relativa ao longo do ciclo.....	21
Figura 3 - Plantas de tomate-cereja pera em diferentes fases. A) Plantulas de tomate-cereja pera. B) Crescimento vegetativo. C) Florescimento e frutificação. D) Maturação.....	22
Figura 4 - Muda e vaso para transplantio. A) Muda de tomate. B) Vaso preparado para o plantio.....	23
Figura 5 - Anel de leitura localizado no interior do tanque classe A instalado dentro da estufa didática.....	24
Figura 6 - Croqui do experimento.....	27
Figura 7 - Número de flores de tomate-cereja pera aos 60 DAT em função das estratégias de irrigação. Média e desvio padrão.....	31
Figura 8 - Número de flores de tomate-cereja pera aos 60 DAT em função do uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão.....	32
Figura 9 - Matéria seca total de tomate-cereja pera em função das estratégias de irrigação. Média e desvio padrão.....	33
Figura 10 - Diâmetro longitudinal de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de diferentes estratégias de irrigação. Média e desvio padrão.....	35
Figura 11 - Diâmetro transversal de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de diferentes estratégias de irrigação. Média e desvio padrão.....	36
Figura 12 - Número total de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função da interação entre estratégias de irrigação e uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão.....	37
Figura 13 - Peso total de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de diferentes estratégias de irrigação. Média e desvio padrão.....	38
Figura 14 - Índice SPAD aos 30 DAT de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão.....	40
Figura 15 - Índice SPAD aos 60 DAT de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão.....	41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fases e dias da cultura do tomate-cereja pêra.....	22
Tabela 2 - Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente à variável número de flores (NFL) de plantas de tomate cereja pera, em função de diferentes estratégias de irrigação e condicionador de solo, aos 30 e 60 DAT.....	30
Tabela 3 - Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente à variável Matéria seca total das plantas de tomate-cereja pera.....	32
Tabela 4 -Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente às variáveis Diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, peso total de frutos e número total de frutos de tomate-cereja pera.....	34
Tabela 5 - Análise de variância do Índice SPAD aos 30 e 60 dias.....	39

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	12
1.1 Objetivo Geral.....	13
1.2 Objetivos específicos	13
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	14
2.1 Tomate.....	14
2.2 Déficit hídrico	15
2.2.1 Manejo da irrigação em déficit hídrico	16
2.3. Condicionador de solo	17
2.3.1 Hidrogel	18
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	20
3.1 Local do experimento	20
3.2 Implantação do experimento.....	22
3.3 Necessidade hídrica	25
3.4 Delineamento experimental	26
3.5 Sistema de irrigação e manejo	28
3.6 Variáveis analisadas	28
3.6.1 Matéria seca total	29
3.7 Análise estatística.....	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	30
4.1 Número de flores aos 30 e 60 DAT.....	30
4.2 Matéria seca total	32
4.3 Análise de Parâmetros de produção dos frutos	33
4.4 Análise do Índice SPAD	38
5. CONCLUSÃO	42
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

1. INTRODUÇÃO

O tomate-cereja (*Solanum lycopersium var. cerasiforme*) é uma cultura com grande potencial de mercado. De acordo com Reisser (2016) este fruto possui alto valor agregado e um processo de cultivo simples, se tornando uma excelente opção de renda para pequenos e médios produtores.

Zanin et al. (2018) pontua que o tomate-cereja é conhecido por sua alta rusticidade, tolerância às pragas e doenças, produtividade, lucratividade e boa aceitação pelo consumidor. A viabilidade do cultivo do tomate-cereja no Brasil é um fator que projeta a importância do aumento de técnicas e tecnologias para auxiliar os produtores. De acordo com a CONAB (2022), o Brasil está entre os dez maiores produtores de tomate do mundo.

Conforme Castañeda et al., (2020, p.430) “o rendimento do tomate-cereja varia entre 40 a 60 t/ha, apesar do menor rendimento que o tomate comum que é em torno de 120 a 180 t/ha é compensado pelo alto valor agregado da variedade cereja. Castañeda et al., (2020, p. 430) complementa que “o preço pago aos produtores é muito mais alto sendo a embalagem de 250 g custa em torno de R\$ 4,00, enquanto a caixa de 20 kg do tomate comum custa por volta de R\$ 20,00.”

A cultura do tomate de modo geral, incluindo o tomate-cereja, é exigente, e problemas à sua produção são relativamente comuns. Segundo Basílio et al., (2019) o cultivo do tomate depende de boa disponibilidade de água e nutrientes no solo e das condições climáticas, possibilitando alta produtividade na colheita. A produtividade e qualidade de tomates dependem tanto da umidade do solo, quanto da frequência de irrigação.

O aporte hídrico a essa cultura quando cultivada na região Nordeste é uma prática comum. Sendo a região que mais apresenta problemas relacionados a água no Brasil o Semiárido Nordestino se caracteriza pela oferta reduzida causada pela concentração na distribuição espacial e temporal das chuvas, em que as precipitações se dão em curto intervalo de tempo, enquanto o período de estiagem se prolonga por meses. Mas que também sofre com os danos causados pela concentração de chuva em curto período que provoca inundações e alagamentos de acordo com Macêdo (2021).

Soares (2015) afirma que o cultivo do tomate na Região do Nordeste brasileiro, tem destaque principalmente nos estados de Pernambuco e Bahia, porém devido à sua grande instabilidade climática e ocorrência de longos períodos secos, resulta em impactos negativos substanciais no crescimento e desenvolvimento da cultura. Pode-se então aferir que um dos

principais obstáculos da produção do tomate no semiárido nordestino se dá em razão da disponibilidade hídrica baixa e irregular nesta região.

Em detrimento desses fatores, diversas tecnologias vêm sendo desenvolvidas e aplicadas para mitigar o efeito do déficit hídrico nessas regiões. Podemos destacar entre eles o condicionador de solo hidrogel, que de acordo com Venturoli & Venturoli (2011) é um polímero capaz de reter grandes quantidades de água em suas moléculas, proporcionando assim uma resistência maior das plantas a essa condição.

Essa tecnologia tem o potencial de auxiliar os agricultores que aplicam manejo de irrigação em déficit nas suas culturas, tendo em vista seu poder de retenção de água, principalmente em solos arenosos, com grande capacidade de drenagem.

Neste trabalho, foi explorado cientificamente o papel crítico do manejo da irrigação no cultivo do tomate, os desafios associados ao déficit hídrico e os benefícios potenciais do uso de hidrogel como uma abordagem inovadora para melhorar a eficiência do uso de água na produção agrícola. Ao abordar essas questões, contribuiu-se para uma compreensão mais ampla das soluções que podem promover a sustentabilidade e a resiliência do setor agrícola em face dos desafios hídricos em constante evolução.

1.1 Objetivo Geral

Objetivou-se investigar o déficit hídrico controlado e uso de condicionador de solo, do tipo hidrogel, em solo arenoso, afetam a produtividade da cultura do tomate cereja cultivado em vaso e em ambiente protegido.

1.2 Objetivos específicos

1 - Determinar se o condicionador de solo a base de hidrogel é eficaz em amenizar os efeitos do déficit hídrico.

2 – Determinar a fase que melhor se adapta ao déficit hídrico sem perdas na produção.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Tomate

O tomateiro (*Solanum lycopersicum*) é uma das culturas agrícolas mais significativas no Brasil, tanto em termos de produção quanto de consumo. Segundo Gualazzi (1997) sua história remonta aos tempos pré-coloniais, quando as civilizações indígenas já o cultivavam e consumiam na América do Sul, principalmente no México. Ao longo dos séculos, o cultivo do tomateiro evoluiu de uma planta nativa para uma cultura agrícola de grande importância econômica, social e alimentar.

A produção destinada ao consumo *in natura* é cultivada em pequenas áreas, principalmente pela necessidade de mão de obra, sobretudo na colheita. No Brasil, O Instituto brasileiro de geografia e estatística – IBGE (2020), aponta que o Estado de Goiás se destaca pela produtividade, com rendimento médio de 93.639 kg ha⁻¹.

Dentre os tipos de tomates produzidos e comercializados no país, podemos destacar o tomate Salada ou Débora, conhecido por ser o “tomate de mesa”, o tomate Italiano usado preferencialmente em indústrias e o tomate-cereja, foco deste trabalho, que possui uma alta aceitação de mercado e uma tendência de crescimento em termos de comercialização no país.

Considerada uma cultura chave pela possibilidade de cultivo em climas diferentes ao redor do globo, o tomate figura como o segundo produto olerícola mais cultivado no mundo e primeiro em volume industrializado conforme pontua a CONAB (2019).

O tomate-cereja pera possui um sabor adocicado e menos ácido quando comparado ao tomate Salada, comumente encontrado no país. Os frutos de tomate do grupo cereja são muito utilizados na ornamentação de pratos e apreciados, pelo excelente sabor e atrativa coloração vermelha, por causa do elevado teor de licopeno. (SILVA, 2011)

De acordo com Souza (2023), o grupo Cereja destaca-se pelo seu alto valor comercial e ampla aceitação pelo consumidor. Esse grupo apresenta muitas variedades regionais com boa tolerância a doenças foliares e pragas.

O fruto do tomateiro tem assumido *status* de alimento funcional, devido aos altos teores de vitamina A, além de conter substâncias antioxidantes como licopeno, β -caroteno, ácido ascórbico e compostos fenólicos que previnem o aparecimento de doenças crônicas não transmissíveis conforme afirma Sancho (2016).

A produção de tomate no território brasileiro tem encarado desafios substanciais ao longo do tempo, os quais se manifestam nas dificuldades que os agricultores enfrentam. Soares (2015) afirma que entre os principais obstáculos, destaca-se a sazonalidade do cultivo, uma vez que o tomate é sensível às flutuações climáticas, resultando em variações na oferta e nos preços ao longo do ano.

Basilio et al., (2019) complementa que o cultivo do tomate-cereja demanda cuidados intensivos, incluindo a necessidade de uma irrigação apropriada, o controle de pragas e doenças, bem como o manejo adequado do solo.

Adicionalmente, a logística de transporte e distribuição pode se mostrar desafiadora, especialmente em regiões distantes dos centros consumidores, o que impacta a qualidade e a durabilidade do produto. Essas complexidades, entre outras, conferem à produção de tomate no Brasil uma relevância notável no âmbito de estudo e planejamento para o setor agrícola do país.

A cultura do tomate no Brasil é um setor dinâmico e estrategicamente importante para a agricultura e economia do país. À medida que os desafios são enfrentados com inovação e técnicas sustentáveis, a cultura do tomate continuará desempenhando um papel fundamental na segurança alimentar e no desenvolvimento econômico do país.

2.2 Déficit hídrico

O semiárido brasileiro é uma das regiões mais peculiares e desafiadoras do país. De acordo com o IBGE (2023) esta região está localizada principalmente na porção Nordeste, englobando os Estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia, e Minas Gerais. Essa área abriga uma diversidade de ecossistemas e comunidades humanas que são profundamente influenciadas por seu clima árido.

De acordo com Macêdo (2021), o comportamento das chuvas pode ser alterado pela localização geográfica, isso porque o Brasil é um país de grandes dimensões territoriais e sofre influência de diversos sistemas atmosféricos tendo como consequência a variabilidade sazonal das precipitações. Estes sistemas podem ocorrer com maior ou menor frequência e intensidade em diferentes regiões, influenciando no acumulado de chuva em determinado espaço de tempo, caracterizando as estiagens/secas e inundações que causam prejuízos e transtornos para as populações residentes nesses locais.

Segundo Bassoi (2010), se tratando de regiões onde a magnitude das perdas de água por evaporação do solo e pela transpiração das plantas é maior que a precipitação pluvial, levando à ocorrência de déficit hídrico, como no Semiárido do Brasil, o uso de água pela agricultura é de grande interesse da sociedade como um todo, visto que pode haver competição pelo seu uso com outros setores, como geração de energia, uso industrial, uso doméstico, entre outros.

Beserra (2012) afirma que o panorama indica que as mudanças climáticas têm o potencial de afetar significativamente o semiárido brasileiro e aumentar o déficit hídrico na região. O semiárido do Brasil abrange uma grande parte do Nordeste, e já é uma região caracterizada por chuvas escassas e irregulares. Segundo Albuquerque et al. (2017) essa característica irregular das chuvas diminui a potencialidade produtiva dos sistemas agrícolas, fazendo com que o agricultor busque ações mitigadoras para diminuir os impactos causados pela variabilidade climática na sua propriedade.

Nesse contexto, podemos visualizar o desafio que a população dessa região enfrenta por conta da escassez hídrica, ocorrendo disputas entre os setores da sociedade pelo uso da água disponível, criando situações de inseguranças socioeconômicas e alimentares, e causando um impedimento ao desenvolvimento pleno conforme explicita Macêdo (2015).

2.2.1 Manejo da irrigação em déficit hídrico

Com os problemas impostos pelas condições ambientais no semiárido, várias técnicas foram e vêm sendo desenvolvidas para atenuar os efeitos da escassez hídrica na produção agrícola nessa região. A irregularidade das chuvas diminui o potencial produtivo dos sistemas de produção, fazendo com que o produtor busque alternativas capazes de mitigar os impactos causados pela variabilidade climática na sua propriedade, conforme afirma Albuquerque et al. (2017).

Castro (2012) indica que além da falta de água, outros problemas atrapalham a vida do agricultor do semiárido, como os solos com alto potencial de degradação. Ainda, temos o conhecido problema da salinidade nos solos, fator que é bastante influenciado pelo regime hídrico irregular dessa região.

Tendo em vista essa situação complexa, o manejo da irrigação nessa situação deve ser visto como uma das peças-chave para o sucesso das lavouras na região semiárida.

Para um melhor entendimento sobre o processo de desenvolvimento das culturas em relação a aplicação de déficit hídrico, são necessários estudos aplicados com a finalidade de determinar quais fases são mais e menos suscetíveis a esse manejo.

Corroborando com Macêdo (2015) os efeitos do déficit hídrico nas culturas necessitam de uma análise profunda e multidisciplinar, na qual as características físicas e químicas do solo, a fisiologia, a agrometeorologia, a irrigação e a drenagem devem ser alvos constantes de observação e estudo com a finalidade de promover uma estratégia eficiente, e que consiga mitigar ao máximo os efeitos dessa escassez.

De acordo com Mendonça et al., (2019) o tomateiro é a hortaliça mais cultivada e a mais consumida no Brasil e está entre as mais exigentes no consumo de água, apresentando sensibilidade à sua falta, em longo período de estiagem. Quando em quantidade insuficiente e intervalos não regulares, a falta d'água pode favorecer o surgimento de pragas e doenças. O manejo eficiente da irrigação se faz necessário para favorecer o crescimento da cultura e evitar perdas na produtividade.

Quando a água constitui fator limitante à produção agrícola, a utilização de irrigação com déficit permite maior retorno econômico do que a irrigação completa (GAVA ET AL., 2015). Sendo assim, são necessários estudos com a intenção de identificar como realizar o melhor manejo de déficit controlado em cada cultura, para mitigar ao máximo os efeitos negativos na produção agrícola.

2.3. Condicionador de solo

Conforme afirma Lobo et al., (2012) os condicionadores de solo consistem em agentes, sejam de natureza orgânica ou inorgânica, que desempenham um papel de suma importância na potencialização da qualidade e da fertilidade do solo.

Esses componentes exercem uma série de funções vitais, abrangendo desde a aprimoração da estrutura do solo e a retenção de umidade até a ampliação da capacidade de troca catiônica, o suprimento de elementos nutricionais essenciais e o estímulo à atividade microbiana benéfica. Os condicionadores de solo assumem a responsabilidade de otimizar as condições fundamentais para o crescimento das culturas agrícolas, o que culmina na elevação da produtividade e na fomentação da sustentabilidade dos sistemas de produção (COELHO, 2004).

Caron et. al., (2015) afirma que os condicionadores de solo são substâncias orgânicas com cadeias carbônicas iguais ou semelhantes aos presentes na natureza. Estes compostos são oriundos da extração de turfas ou de minas e podem ser sintetizados industrialmente. Aqueles extraídos da natureza apresentam composição variada, porém, de forma geral, são fontes de ácidos húmicos e fúlvicos.

Ainda de acordo com Caron et. al (2015) dentre os condicionadores de solo, existem aqueles que ainda tem sua fórmula complementada com micronutrientes e/ou macronutrientes, para se enquadrarem como fertilizantes organominerais.

Para Lobo et. al., (2012) a notoriedade dos condicionadores de solo na área da agronomia é amplamente aceita, dado que eles exercem uma função central no contexto da gestão agrícola de forma sustentável. A inclusão destes agentes pode aprimorar a retenção hídrica no solo, mitigar processos erosivos, fomentar a oxigenação e permitir a penetração eficaz das raízes das plantas.

Este efeito culmina em cultivos plantas mais robustas, apresentando maior resiliência a situações de escassez de água e exibindo menor vulnerabilidade a doenças e infestações de pragas conforme afirma Rodrigues et al. (2010).

Refletindo sobre o caso específico do semiárido brasileiro, Gomes (2019) pontua que os condicionadores de solo podem atuar de forma consistente nas características ocasionadas pelo déficit hídrico. A aplicação de condicionadores de solos é utilizada com êxito na recuperação dos solos salinos e sódicos existentes. Eles estão sendo avaliados não só isoladamente, mas também associados. Como estratégia de aproveitamento de áreas salinizadas também vem sendo adotado o cultivo de espécies halófitas e de espécies forrageiras que apresentam adaptação às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro, onde os solos afetados por sais e sódio são frequentes.

2.3.1 Hidrogel

O hidrogel, é um condicionador de solo que consiste em uma substância polimérica, com capacidade de absorção de água notável, devido principalmente à sua composição, que pode ser variada de acordo com a sua fabricação, que é capaz de reter fortemente a água em suas moléculas (BALENA, 1998). Essa característica desperta um grande interesse na agricultura, principalmente em relação a localidades onde a escassez de água é um fator limitante à produção agrícola.

O hidrogel é um produto tecnológico, que tem como objetivo manter por maior tempo a planta sem estresse hídrico e aumentar a viabilidade das sementes, garantindo que a cultura possa ter maior tolerância em condições de baixa precipitação pluvial conforme explicita Paiva et al. (2005).

Queiroz et. Al., (2022) explica que o seu uso é uma alternativa para melhorar a deficiência hídrica associada com boas técnicas de manejo do solo, como o uso de cobertura vegetal na superfície do solo em canteiros sob cultivo de hortaliças, pois um dos grandes desafios da agricultura moderna é diminuir o consumo de água no campo sem perder a produtividade.

Para Venturoli & Venturoli (2011), a utilização de hidrogel na agricultura tem sido uma estratégia para o manejo agrícola, devido às suas características de condicionadores do solo que contribuem para aumentar a capacidade de retenção de água no solo, reduzindo a frequência de irrigação.

Analisando o uso no Brasil, Navroski et al., (2014) afirma que alguns polímeros hidroretentores têm sido utilizados na produção de frutas, hortaliças e mudas de diversas espécies, tal como no reflorestamento.

No entanto, as informações científicas de seu uso como condicionadores de solo são poucas, sendo necessário conhecer e quantificar a contribuição advinda da aplicação desses polímeros na disponibilidade de água em diferentes tipos de solo (Oliveira et al., 2004).

É possível visualizar os possíveis bônus de utilizar o hidrogel como aliado a irrigação em déficit hídrico, sendo necessários a contribuição da comunidade acadêmica e científica na produção de referências efetivas ao uso dessa ferramenta.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O segundo ciclo de cultivo do experimento foi realizado em casa de vegetação, localizada na Estação Meteorológica do Centro de Ciências Agrárias, no Campus do Pici pertencente à Universidade Federal do Ceará, na cidade de Fortaleza, Ceará, Brasil.

O município de Fortaleza se localiza na zona litorânea, e possui a caracterização climática do tipo Aw', segundo Koeppen, clima tropical chuvoso, com precipitações predominantes durante as estações verão-outono, com temperatura média acima de 20°C durante todas as estações (KOPPEN, 1923).

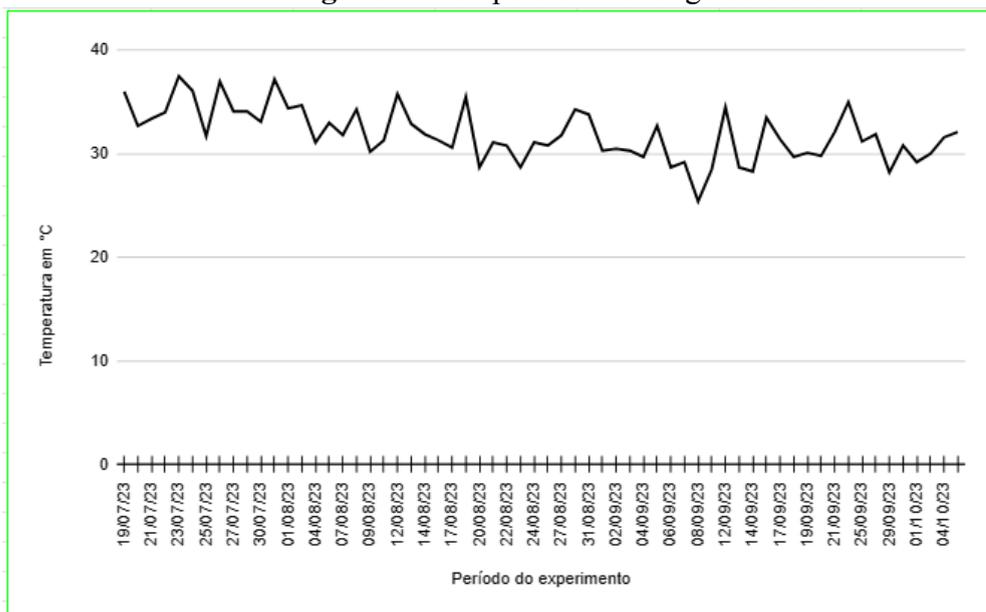
A área em questão localiza-se 20m acima da linha do mar, apresentando as coordenadas geográficas: latitude de 3°44'45"S e longitude 38°34'55"W.

O experimento ocorreu no período compreendido entre julho e outubro de 2023, dentro de um ambiente protegido, com o uso de vasos com a capacidade de 11 L, solo arenoso e irrigação por gotejamento, com espaçamento entre plantas de 0,50 m e entre linhas de 0,80 m, apresentando 8 vasos na linha, e 10 vasos na coluna.

O ambiente protegido trata-se de uma estufa de modelo arco simples com estrutura metálica de aço galvanizado, com 12 m de comprimento por 6,50 m de largura, com pé direito de 3,5 e 4,5 m de altura na parte central, totalizando 78 m². As telas laterais são sombrite 50%, e o teto na forma de arco com cobertura de filme de polietileno transparente, conhecido como filme agrícola, de baixa densidade com 0,10 mm de espessura, contra raios ultravioletas.

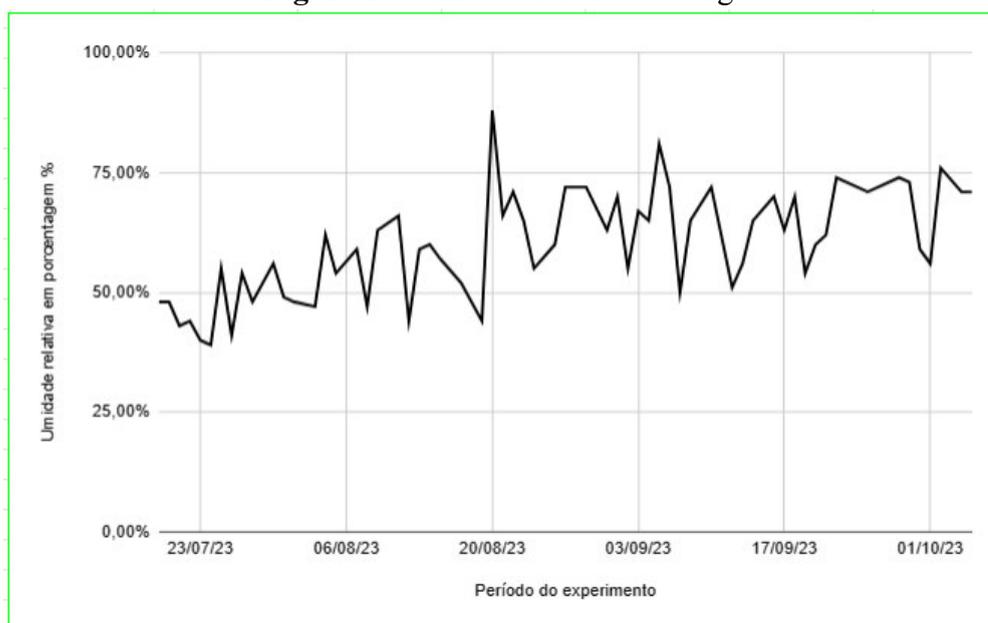
Os valores de temperatura e umidade foram coletados diariamente através de um termômetro medidor de temperatura umidade interno e externo com higrômetro HTC-2A, instalado no meio da casa de vegetação. Posteriormente, os valores coletados foram tabulados, e se geraram gráficos através do aplicativo Google Sheets®. Dessa forma, foi possível se observar que os valores de temperatura tiveram uma média ao longo do tempo de 31,65° C, enquanto a umidade relativa foi de 60% (Figuras 1 e 2).

Figura 1 - Temperatura ao longo do ciclo



Fonte: autor. 2023.

Figura 2 - Umidade relativa ao longo do ciclo



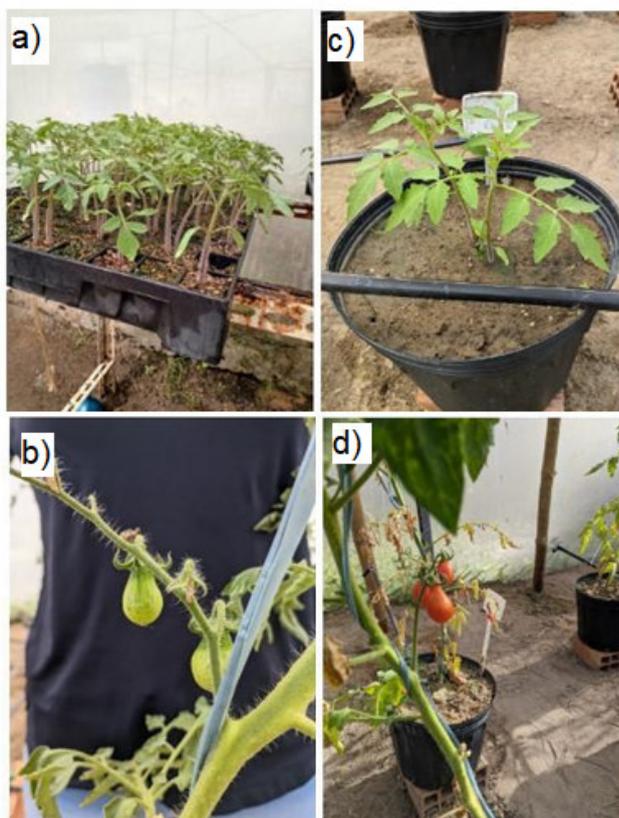
Fonte: Autor. 2023.

3.2 Implantação do experimento

A cultura escolhida para o experimento foi o do tomate-cereja (*Solanum Lycopersium var. cerasiforme*) pera vermelho da empresa *TOP SEED®*, linha *blueline*, que possui crescimento indeterminado com frutos de 20x20 mm e de peso médio de 25 g, apresentando o ciclo médio de 95 a 110 dias após a sementeadura. Essa cultivar é específica de climas quentes, sendo a germinação da semente datada cerca de 7 a 10 dias após a sementeadura.

Para a determinação das fases fenológicas da cultura, foi feito o mesmo procedimento de caracterização visual do primeiro ciclo, conforme Rocha (2009), que considera a passagem da fase vegetativa para a fase de floração e frutificação quando se observa cerca de 51% das plantas com cachos florais. E para a fase de maturação e colheita, quando cerca de 51% das plantas apresentam frutos (Figura 3).

Figura 3 - Plantas de tomate-cereja pera em diferentes fases. A) Plântulas de tomate-cereja pera. B) Crescimento vegetativo. C) Florescimento e frutificação. D) Maturação



Fonte: Autor, 2023.

Dessa forma, o cultivo contará com 4 estágios fenológicos, de acordo com a Tabela 1.

Tabela 1 - Fases e dias da cultura do tomate-cereja pêra

Fase	Fase fenológica	Início
1	Semeadura e estabelecimento de plântula	1° dia
2	Crescimento vegetativo	22° dia
3	Florescimento e frutificação	50° dia
4	Maturação e colheita	79° dia

Fonte: Autor. 2023.

Durante o período em que a cultura esteve na sementeira, houve irrigação diária, com adubação nas células uma vez por semana, com a finalidade de garantir mudas saudáveis e vigorosas para o transplântio. A água utilizada para a irrigação durante todo o experimento foi a do poço localizado na estação agrometeorológica, com condutividade elétrica dentro dos limites para a cultura do tomate.

As sementes foram alocadas na bandeja de mudas e a semeadura foi realizada em duas bandejas de polietileno preta composta por 128 células de 25 mL, sendo a composição do substrato 70% de húmus de minhoca e 30% de vermiculita. e regadas diariamente até o umedecimento completo das células, aos 22 dias após o plantio, as mudas foram transplantadas para os vasos de 11 L, preenchidos com solo local e presença ou não de hidrogel, com duas plantas por vaso, para a posterior eliminação das plantas menos vigorosas. (Figura 4)

O solo utilizado no experimento foi oriundo da área experimental da Estação Agrometeorológica da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza- CE, apresentando vegetação nativa. Este é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, Eutrófico, textura franco argilo-arenoso, coletado na profundidade de 0 a 20 cm. Os resultados das análises química e física do solo foram realizadas pelo Laboratório de Análises Ambientais e Agrícolas, Monte Carmelo-MG, para a realização do primeiro ciclo de cultivo.

O hidrogel utilizado pertence à marca Polyter[®], apresentando em sua composição 70% de celulose e 5,1% de hidróxido de potássio, de acordo com o fabricante.

Figura 4 - Muda e vaso para transplântio. A) Muda de tomate. B) Vaso preparado para o plantio



Fonte: Autor, 2023.

Após o transplante, as plântulas foram irrigadas durante 10 dias de forma plena, para que houvesse um crescimento uniforme de todos os tratamentos. Conforme as plântulas foram se desenvolvendo, os tomateiros foram tutorados com fitilhos plásticos, amarrados a um arame previamente dispostos em cima da linha de cultivo. Com isso, o ciclo vegetativo da cultura foi iniciado, com os vasos devidamente adubados em fundação. A partir das plantas em vaso, iniciou-se os manejos de adubação, eliminação de plantas daninhas, podas de orientação de crescimento, e irrigação diária. As adubações foram calculadas de acordo com a necessidade da planta calculada no primeiro ciclo, em relação aos adubos disponíveis e divididas entre fundação e parcelas durante 9 semanas do experimento.

Foi aplicada a adubação mineral no solo conforme recomendações de Trani et al. (2015), para fundação com macro e micronutrientes ($42,10 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de N, $757,58 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de P_2O_5 , $142,15 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de KCL, $70,71 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Ca, $151,52 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Mg, $11,11 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de B, $6,75 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de S, $9,09 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Cu, $7,41 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Mn e $17,17 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Zn), de cobertura com macronutrientes ($152,10 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de N, $712,12 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de P_2O_5 , $188,55 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de KCL, $323,23 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Ca e $424,24 \text{ Kg.ha}^{-1}$ de Mg) e, foliar com uso do cálcio e boro a partir da fase de desenvolvimento dos botões florais.

O manejo de poda começou a ser realizado nas plantas de forma a deixar apenas duas direções de crescimento, eliminando todos os “ramos ladrões”. Assim, se seguiu até o término do experimento com irrigação diária, e manejos culturais como eliminação de plantas daninhas, limpeza da estufa e aplicação do fungicida BRAVONIL e do inseticida de ação sistêmico AMSTAR, para o controle da requeima do tomateiro, e de mosca branca.

3.3 Necessidade hídrica

Para a estimativa de demanda hídrica, foi instalado um tanque classe A, sob estrado de madeira a 0,15 m da superfície do solo. Assim, a lâmina de irrigação foi calculada utilizando a evapotranspiração de referência diária (ET_o), observada através do parafuso de medida do tanque (Figura 5) e a evapotranspiração da cultura (ET_c) utilizando os coeficientes de cultivo (k_c) conforme Allen et al. (1998).

Figura 5 - Anel de leitura localizado no interior do tanque classe A instalado dentro da estufa didática



Fonte: Autor, 2023.

Sendo assim, o cálculo da demanda hídrica foi feito a partir da leitura da Evaporação (ECA) do tanque em milímetros, multiplicado pelo coeficiente do tanque (K_p).

$$ET_o = K_p \cdot ECA$$

ET_o = evapotranspiração de referência, em mm dia⁻¹.

K_p = Coeficiente do tanque.

ECA = Evaporação do Tanque Classe A, em mm/dia;

Com o valor de E_{to} , é possível obter-se a quantidade necessária de água para irrigação (ETC) a partir do coeficiente da cultura (k_c).

$$ETC = E_{To} \times k_c$$

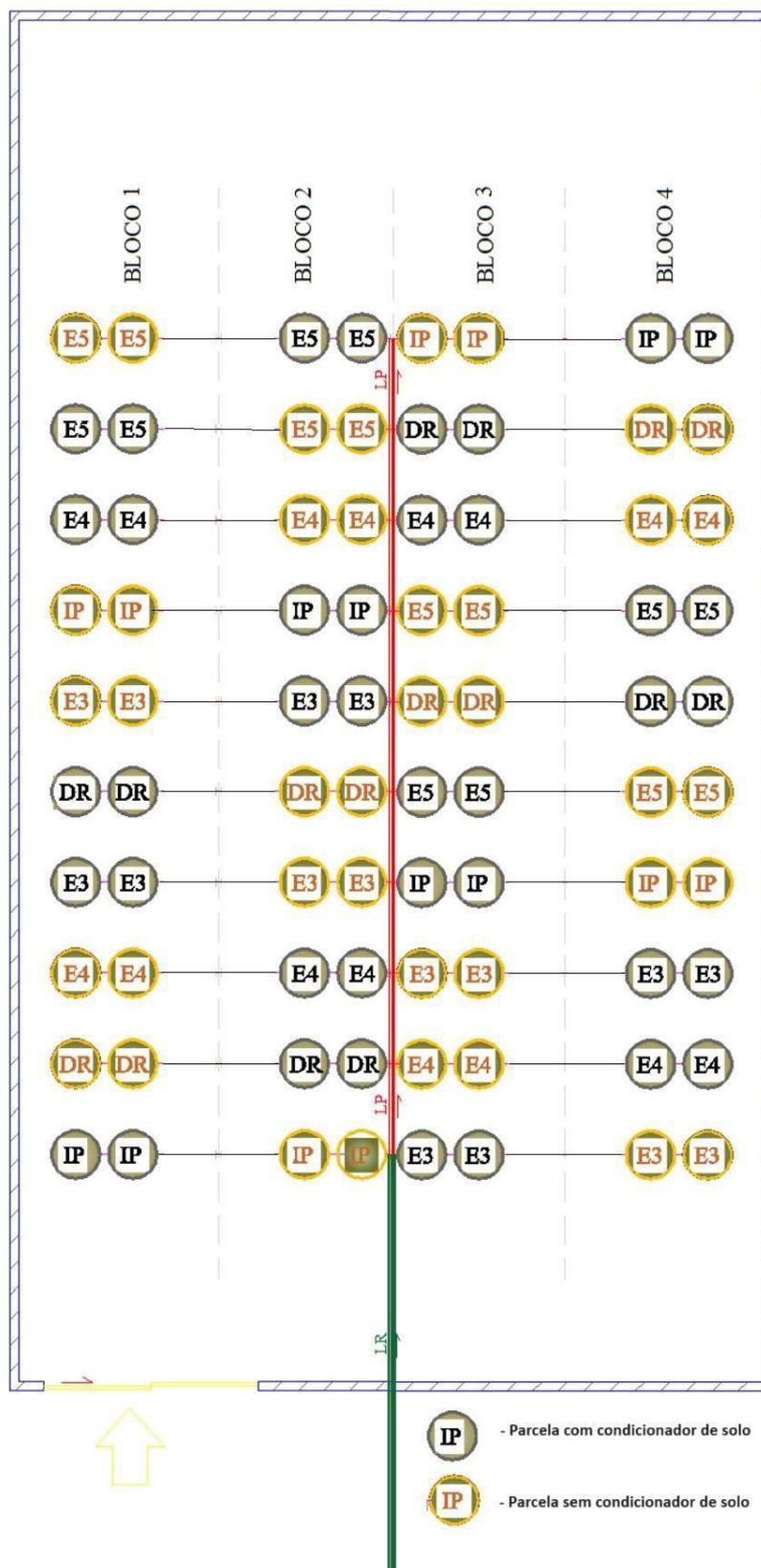
ETC = evapotranspiração da cultura, em mm dia⁻¹.

K_c = Coeficiente da cultura.

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi o de blocos casualizado com quatro repetições, em esquema fatorial 5x2: cinco estratégias de irrigação: IP -irrigação plena com uso de 100% da E_{Tc} ; DR -Irrigação em déficit regular com uso de 50% da E_{Tc} durante todo o ciclo de cultivo; E3 - Irrigação em déficit controlado na fase vegetativa com uso de 50% da E_{Tc} nesta fase; E4 - Irrigação em déficit controlado na fase florescimento com uso de 50% da E_{Tc} nesta fase e E5 - Irrigação em déficit controlado na fase frutificação e maturação com uso de 50% da E_{Tc} nesta fase. Para o fator condicionador de solo foi utilizado o do tipo hidrogel (SH – sem hidrogel; CH – com hidrogel). Cada parcela experimental era composta por duas plantas, totalizando 80 unidades experimentais (Figura 5).

Figura 6 - Croqui do experimento



Fonte: autor, 2023

3.5 Sistema de irrigação e manejo

A irrigação foi realizada através de um sistema de irrigação localizada tipo fita gotejadora com emissores espaçados a 0,40 m, com vazão de 1,6 Lh⁻¹, pressão de serviço de 20 mca, com tubos de polietileno de 16 mm de diâmetro. O sistema possuía um manômetro para checagem da pressão.

A rega foi realizada em um turno diário, onde a leitura era realizada e a necessidade calculada, com a finalidade de determinar o tempo necessário que a bomba de 5 cv instalada pudesse ser acionada, atentando-se ao desligamento parcial do experimento na metade do tempo, nas estratégias DR, e a estratégia referente a fase fenológica da cultura com déficit controlado.

3.6 Variáveis analisadas

Durante o ciclo de cultivo, aos 30 e 60 dias após o transplântio (DAT) foram mensurados o número de flores (NFL) por planta através de contagem direta. A colheita dos frutos teve início aos 61 DAT e se estendeu até 84 DAT. Na colheita, foram realizadas as avaliações de massa fresca dos frutos pesados por tratamento, número total de frutos (NF) e os diâmetros transversal (DT) e longitudinal (DL), mensurado com o auxílio de um paquímetro digital, graduado em milímetros.

Durante o processo de colheita, que durou cerca de três semanas (a partir de 84 DAT), os frutos colhidos foram contados por parcela, com a finalidade de mensurar a produção de frutos por plantas (PRFT) através de balança digital (0,01 g), e suas dimensões médias por meio de paquímetro digital.

Dessa forma, os frutos colhidos foram separados em sacos contendo apenas um tratamento, logo em seguida levados ao laboratório da estação meteorológica da UFC, contados e pesados separados por plantas. Por meio de uma análise visual, também se escolheu o fruto com dimensões médias para a determinação dos seus tamanhos, com a ajuda de um paquímetro.

Aos 30 e 60 DAT realizou-se a leitura com o aparelho SPAD. O SPAD-502 é um clorofilômetro portátil que proporciona leitura instantânea, de maneira não destrutiva, sendo uma alternativa para avaliar o estado de N da planta em tempo real, pelo fato de haver

correlação significativa entre a intensidade do verde e o teor de clorofila com a concentração de N na folha (GILET et al., 2002).

Para sua leitura, escolheu-se uma folha completamente expandida do terço médio de cada planta, com a leitura sendo realizada por volta das 8 horas da manhã.

3.6.1 Matéria seca total

Após a finalização do experimento, no dia 06 de outubro de 2023 as plantas foram retiradas da casa de vegetação, e dos seus vasos, com a finalidade de separar cada uma de suas partes em caule, raiz e folhas. Após o ensacamento das partes da planta com pacotes de papel, eles foram alocados dentro da estufa sobre um plástico transparente por uma semana, e finalmente somados após serem pesados individualmente para obtenção dos valores de matéria seca total (MST). Com os valores obtidos, foram todos somados para se obter a matéria seca da planta inteira.

Para a obtenção da massa de matéria seca, as plantas foram colhidas aos 84 DAT, fracionadas em raiz, caule e folhas, acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secagem na estufa sobre um plástico transparente por uma semana, até a obtenção do peso constante.

3.7 Análise estatística

As variáveis obtidas, foram tabuladas e posteriormente submetidas no software SISVAR a anova (teste F) com significância de 1 e 5% de probabilidade ($p < 0,01$ e $p < 0,05$ respectivamente) (FERREIRA, 2011). Em seguida, os valores das suas médias foram submetidos ao teste Tukey para os valores de interação e estratégias de irrigação, e ao teste F, em relação ao uso de condicionadores de solo. Para a ilustração dos resultados obtidos, as médias e desvios padrões foram arranjados no criador de gráficos SIGMAPLOT, onde esses gráficos foram adicionados no trabalho como figuras nos resultados.

4. RESULTADOS E DISCUSSÕES

4.1 Número de flores aos 30 e 60 DAT

O número de flores aos 30 e 60 DAT não foi influenciado pela interação entre as estratégias de irrigação (E) e o condicionador de solo (H) (Tabela 2). Aos 30 DAT o número de flores também não foi influenciado pelo efeito isolado das estratégias de irrigação e do condicionador de solo. Por outro lado, aos 60 DAT, o número de flores foi influenciado significativamente ($p < 0,05$) pelas estratégias de irrigação. Ademais, o número de flores aos 60 DAT também foi influenciado pelo condicionador de solo ($p < 0,05$) (Tabela 2).

Tabela 2 - Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente à variável número de flores (NFL) de plantas de tomate cereja pera, em função de diferentes estratégias de irrigação e condicionador de solo, aos 30 e 60 DAT

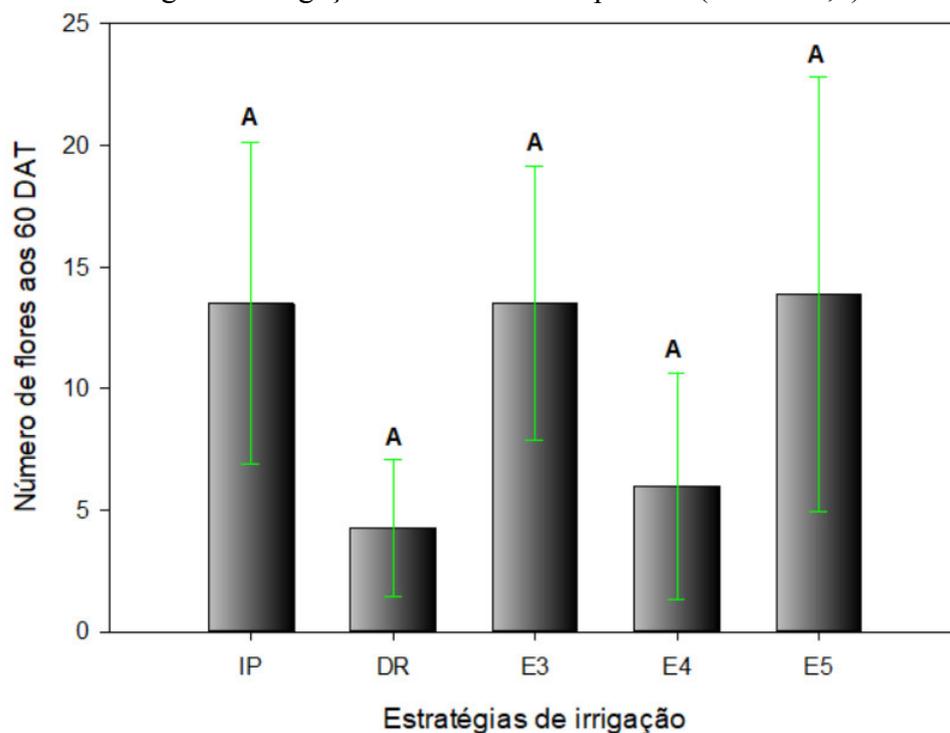
Fontes de variação	GL	Quadrado Médio	
		NFL 30	NFL60
Bloco	3	57.491667 ^{ns}	56.425000 ^{ns}
Estratégia de Irrigação (E)	4	0.812500 ^{ns}	176.65000*
Resíduo a	12	3.762500	37.383333
Condicionador de solo (H)	1	2.02500 ^{ns}	119.025000*
Interação (E x H)	4	7.337500 ^{ns}	50.275000 ^{ns}
Resíduo b	15	5.808333	24.025000
Total	39	-	-
CV – E (%)	-	29.28	59.80
CV – H (%)	-	36.35	47.94

Fonte: Autor. 2023. ^{ns} são não significativos. * significativos a 5%. ** significativos a 5 e 1%.

As médias das estratégias de irrigação não apresentaram diferenças estatísticas entre si em relação ao número de flores aos 60 DAT (Figura 7). Em relação às estratégias de irrigação, pode-se aferir que embora os valores se apresentem diferentes entre si, os desvios padrões das médias os fazem se igualar estatisticamente.

Apesar do déficit sofrido na fase de florescimento afetar diretamente a formação de flores e frutos (ALVARENGA, 2004), as estratégias de irrigação não provocaram mudanças significativas em relação ao número de flores aos 60 DAT.

Figura 7 – Número de flores de tomate-cereja pera aos 60 DAT em função das estratégias de irrigação. Média e desvio padrão. (DMS: 12,6).

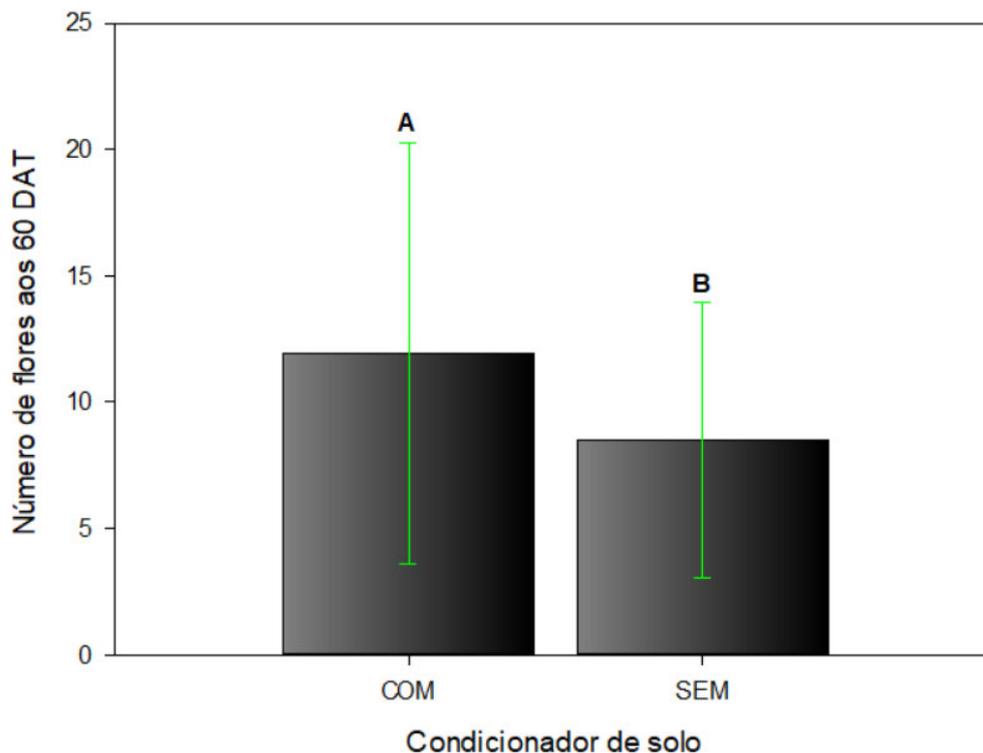


Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para estratégia de irrigação.

Em relação ao uso de condicionador de solo, o número de flores aos 60 DAT tiveram diferenças entre si. As plantas com o condicionador tiveram aproximadamente 29% a mais de flores que as sem condicionador (Figura 8). O uso de condicionador de solo demonstrou aprimorar a produção floral do tomate-cereja pera aos 60 DAT.

As plantas quando submetidas a déficit hídrico, tendem ao abortamento floral (ALVARENGA, 2004). É possível então, atribuir uma melhor resistência das plantas com o condicionador de solo, ao déficit hídrico devido ao abortamento causado pela falta de água.

Figura 8 - Número de flores de tomate-cereja pera aos 60 DAT em função do uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão. (DMS: 3,3).



Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para uso de condicionador de solo.

4.2 Matéria seca total

A matéria seca total (MST) não foi influenciada pela interação de estratégias de irrigação com uso de condicionador de solo. O fator E não afetaram significativamente esta variável, enquanto o uso de condicionador de solo foi significativo a 1% no teste de F. (Tabela 3).

Tabela 3 - Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente à variável Matéria seca total das plantas de tomate-cereja pera

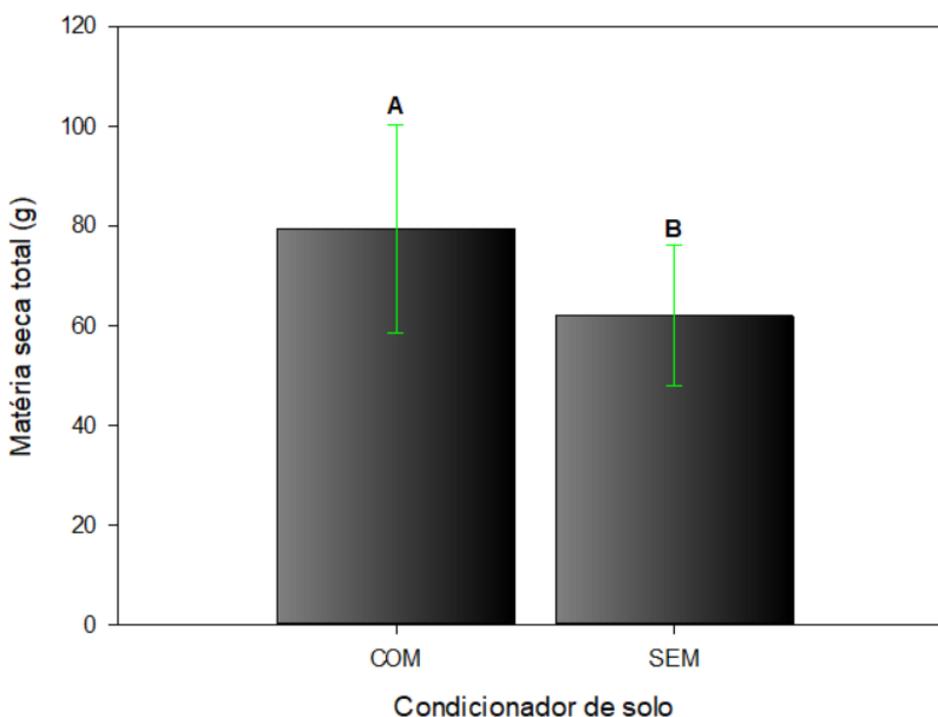
Fontes de variação	GL	Quadrado Médio
		MSTOTAL
Bloco	3	370.887289 ^{ns}
Estratégias de irrigação (E)	4	621.358140 ^{ns}
Resíduo a	12	317.208093
Condicionador de solo (H)	1	3059.525722 **
Interação (E x H)	4	506.745185 ^{ns}
Resíduo b	15	175.340572
Total	39	-
CV – E (%)	-	23.82
CV – H (%)	-	17.71

Fonte: Autor, 2023. ^{ns} são não significativos. * significativos a 5%. ** significativos a 5 e 1%.

Na variável matéria seca total, pode-se verificar que as plantas com H foram capazes de obter aproximadamente 21% a mais de matéria seca em relação as plantas que não possuíam o fator hidrogel (figura 9). Assim, é possível inferir que o uso deste condicionador em plantas submetidas á déficit hídrico, estimula uma maior produção de material vegetal, consequentemente aumentando sua capacidade de resistir aos fatores limitantes que a produção oferece, tais como: déficit hídrico, pragas e doenças. (HOLE et al., 1983)

O déficit hídrico também está ligado à divisão dos fotoassimilados pela planta, no qual, quando mal realizado, provoca uma diminuição na matéria seca, bem como da produtividade da planta. (Chaves, 1991).

Figura 9 – Matéria seca total de tomate-cereja pera em função das estratégias de irrigação. Média e desvio padrão. (DMS: 8,9)



Fonte: Autor. 2023. ^{ns} são não significativos. * significativos a 5%. ** significativos a 5 e 1%

4.3 Análise de Parâmetros de produção dos frutos

A variável DL não foi influenciado pela interação E e H ($p > 0,05$). O fator E foi significativo ($p < 0,01$) para a variável DL. O fator H não influenciou esse diâmetro. A variável DT também não foi influenciada pela interação E e H. Em relação ao fator H, também não afetou o DT. O fator E foi significativo ($p < 0,01$) para o diâmetro transversal. O peso total de frutos não foi influenciado pela interação entre as estratégias de irrigação e o uso de

condicionador de solo (tabela 5). O fator H não influenciou o peso total de frutos (tabela 5). O fator E foi significativo ($p < 0,01$) em relação a variável PTFR. A variável NTF foi significativo ($p < 0,05$) em relação à interação entre E e H (Tabela 4).

Tabela 4 - Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente às variáveis diâmetro longitudinal, diâmetro transversal, peso total de frutos e número total de frutos de tomate-cereja pera

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio			
		DL	DT	PTFR	NTF
Bloco	3	7.849809 ^{ns}	13.100090 ^{ns}	1534.146889 ^{ns}	171.633333 ^{ns}
Estratégias de Irrigação (E)	4	14.379900**	35.985159**	12234.138120**	142.350000 ^{ns}
Resíduo a	12	1.468922	6.255917	1809.831244	99.800000
Condicionador de solo (H)	1	0.742563 ^{ns}	0.670810 ^{ns}	10100.097144 ^{ns}	756.900000**
Interação (L x H)	4	1.240575 ^{ns}	11.095254 ^{ns}	5331.634315 ^{ns}	222.025000*
Resíduo b	15	2.282979	6.218665	2666.899049	1.933333
Total	39		-	-	-
CV – E (%)	-	6.02	2.23	34.93	40.69
CV – H (%)	-	7.50	8.21	42.40	32.06

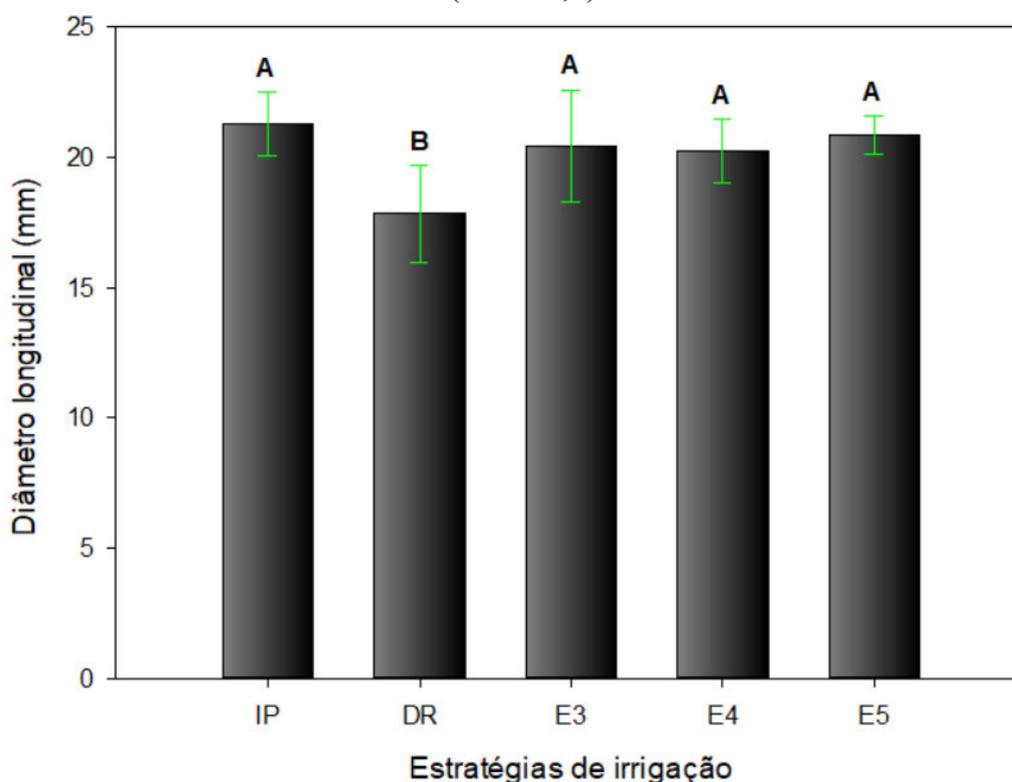
Fonte: Autor. 2023. ^{ns}, são não significativos. * significativos a 5%. ** significativos a 5 e 1%.

Em relação ao fator E, pode-se notar que apenas a estratégia DR influenciou na variável DL com menores valores observados (17,85 mm) (Figura 10).

Estudando a estratégia DR, podemos verificar que plantas submetidas a déficit de 50% em todas as fases, formam frutos menores em relação as outras estratégias de irrigação em déficit controlado utilizadas no trabalho.

Essa diferença pode ser atribuída ao impedimento do crescimento dos frutos pela limitação hídrica ocorrido durante todas as fases de cultivo neste tratamento, que impede que as células possuam turgidez suficiente para os processos de expansão e multiplicação conforme explicita Taiz & Zeiger (2009).

Figura 10 – Diâmetro longitudinal de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de diferentes estratégias de irrigação. Média e desvio padrão. (DMS: 1,9)



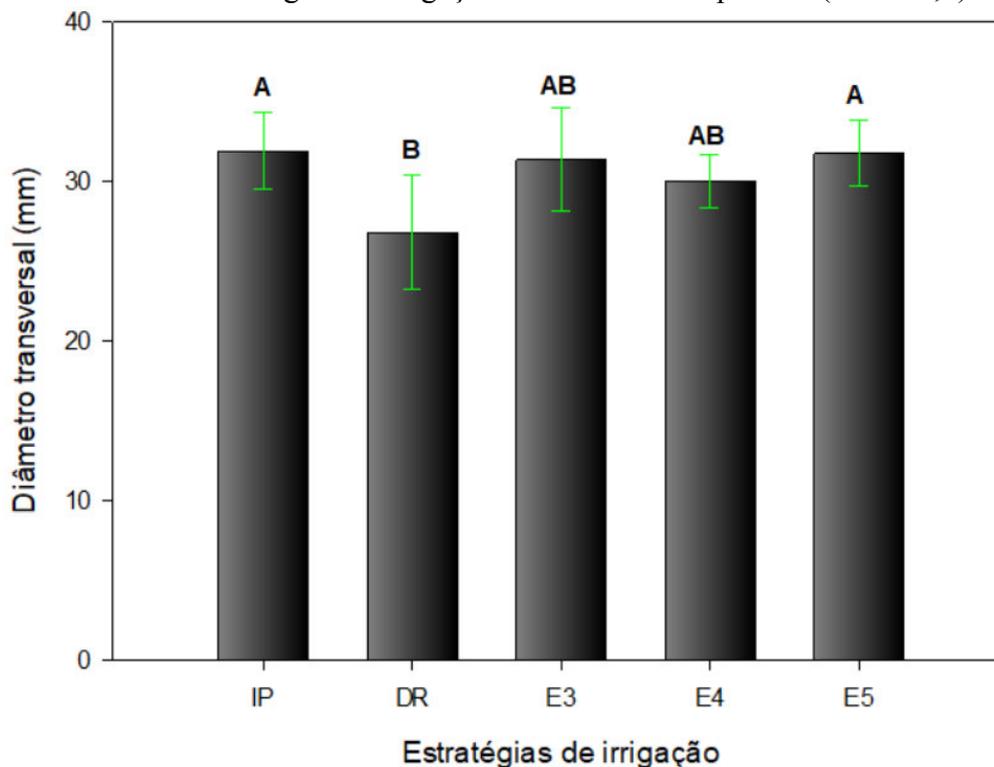
Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para estratégia de irrigação.

Em relação às estratégias de irrigação, a estratégia IP (31,92 mm), bem como a estratégia E5 (31,76 mm) se igualaram estatisticamente e E3 (31,38) e E4 (30,03) são estatisticamente iguais a irrigação plena, E5 e DR (26,83).

Nas médias de DT, é possível observar que há uma diferença pequena, em torno de 10% em relação as médias das estratégias E3 e E4.

Os diâmetros dos frutos de tomate-cereja pera são afetados pelo déficit durante suas fases fenológicas, por conta das dificuldades impostas ao alongamento celular (COSTA et al., 2018), porém a fase E5 em ambos os diâmetros se igualam estatisticamente em relação a irrigação plena, demonstrando ser a melhor estratégia de irrigação em déficit dentre as propostas.

Figura 11 - Diâmetro transversal de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de diferentes estratégias de irrigação. Média e desvio padrão. (DMS: 3,9)



Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para estratégia de irrigação.

Nos números de frutos a interação entre E e H, as plantas que não possuíam condicionador de solo em vaso tiveram produção de frutos iguais, já nas plantas com o condicionador presente, pode-se aferir que a IP foi superior às outras estratégias, embora E4 e E5 sejam estatisticamente iguais tanto a irrigação plena, como em relação ao déficit regular (Figura 12).

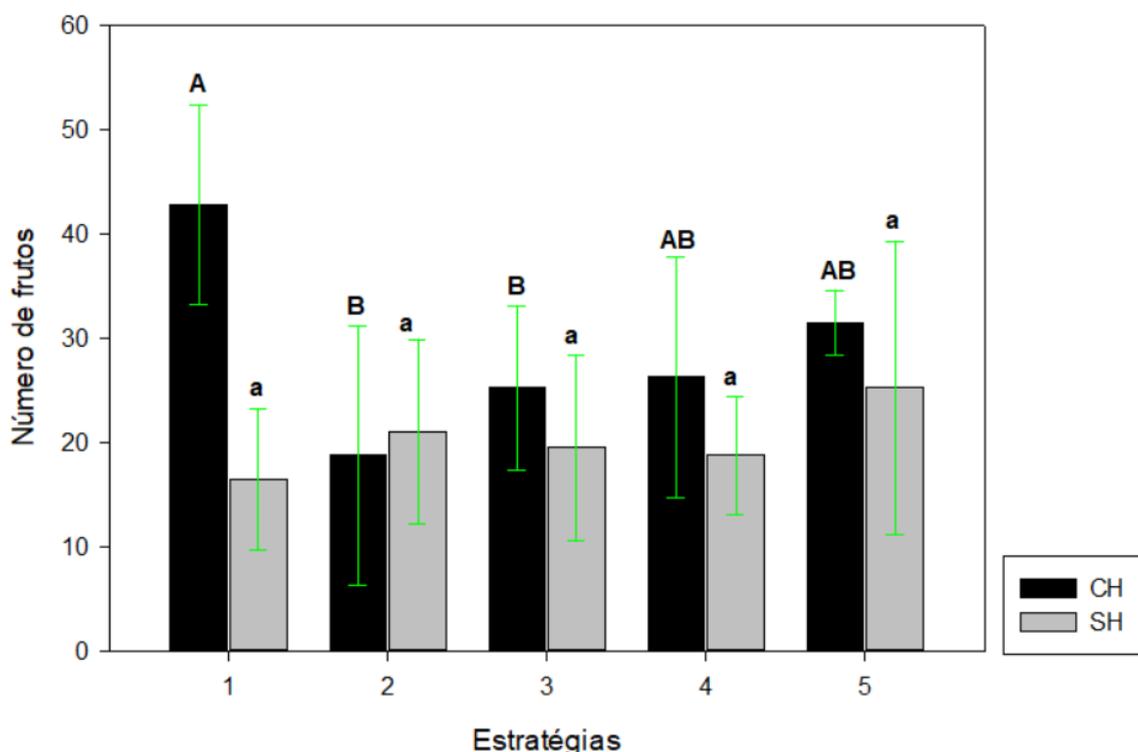
Em relação ao fator H na interação, nós podemos verificar que as médias não se distinguem entre si. Já em relação ao fator E na interação, pode-se verificar que E5 (33 frutos) e E4 (26 frutos) são estatisticamente iguais à E3 e ao DR (18 frutos), em relação ao número de frutos (Figura 12).

É possível afirmar com base nas respostas obtidas em relação ao número total de frutos, que com o uso de hidrogel, as plantas submetidas a déficit controlado nas fases de floração e maturação, obtiveram resultados semelhantes a irrigação plena.

Pode-se inferir com isso, que o uso do condicionador de solo possibilitou uma diferenciação estatística ao número de frutos. E a irrigação plena junto com o hidrogel, são a melhor combinação de estratégias para produzir maiores quantidades de frutos de

tomate-cereja pera no solo arenoso, tendo em vista que nessa condição, todas as necessidades hídricas da planta estão sendo atendidas.

Figura 12 – Número total de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função da interação entre estratégias de irrigação e uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão. (DMS: 17,18)



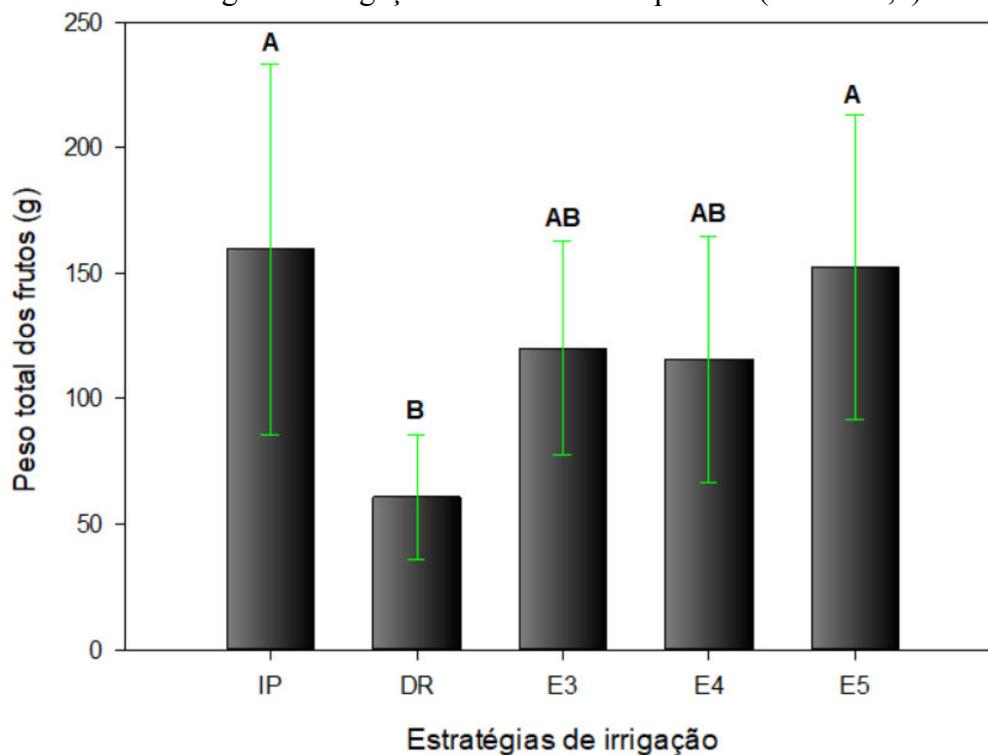
Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para estratégia de irrigação com uso de hidrogel. Letras minúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para estratégia de irrigação sem uso de hidrogel.

Em relação ao peso total dos frutos (Figura 13), é possível visualizar que mais uma vez a estratégia DR despontou com uma menor produção, de aproximadamente 60g. Nas estratégias E3 (120 g) e E4 (115 g) são estatisticamente iguais tanto a Irrigação plena, como ao déficit regular. Pode-se ainda visualizar mais uma vez a estratégia E5 (152 g) se equiparando estatisticamente a IP, que despontou com uma média de 159g totais colhidas.

É ainda possível relacionar os resultados a Costa et al. (2004), que ressalta que o estresse hídrico interfere na translocação de fotoassimilados para os frutos, afetando o seu tamanho.

Analisando os resultados de peso total de frutos é possível visualizar que para o agricultor, a irrigação em déficit na fase de maturação do fruto se apresenta como uma ótima opção para uma boa produtividade com menos custos.

Figura 13 – Peso total de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de diferentes estratégias de irrigação. Média e desvio padrão. (DMS: 67,8)



Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para estratégia de irrigação.

4.4 Análise do Índice SPAD

O índice SPAD aos 30 DAT não foi influenciado pela interação E e H. O fator E não influenciou o índice SPAD aos 30 DAT. Já o fator H influenciou significativamente ($p < 0,01$) a variável índice SPAD aos 30 DAT. O Índice SPAD aos 60 DAT não foi influenciado pela interação E e H e apenas em relação ao fator H, o índice SPAD aos 60 DAT foi significativo ($p < 0,01$) conforme indica a tabela 5.

Tabela 5 – Resumo das Análises de Variância (ANOVA) utilizando o quadrado médio referente à variável Índice SPAD aos 30 e 60 dias

Fontes de variação	GL	Quadrado Médio	
		SPAD 30	SPAD 60
Bloco	3	29.824250 ^{ns}	40.592250 ^{ns}
Estratégias de irrigação (E)	4	45.215375 ^{ns}	42.999625 ^{ns}
Resíduo a	1	28.099042	26.610792
Condicionador de solo (H)	1	79.806250*	94.556250**
Interação (E x H)	4	14.740625 ^{ns}	9.925625 ^{ns}
Resíduo b	1	15.299083	6.472417
Total	3	-	-
CV – E (%)	-	11.49	11.44
CV – H (%)	-	8.48	5.64

Fonte: Autor. 2023. ^{ns}, são não significativos. * significativos a 5%. ** significativos a 5 e 1%.

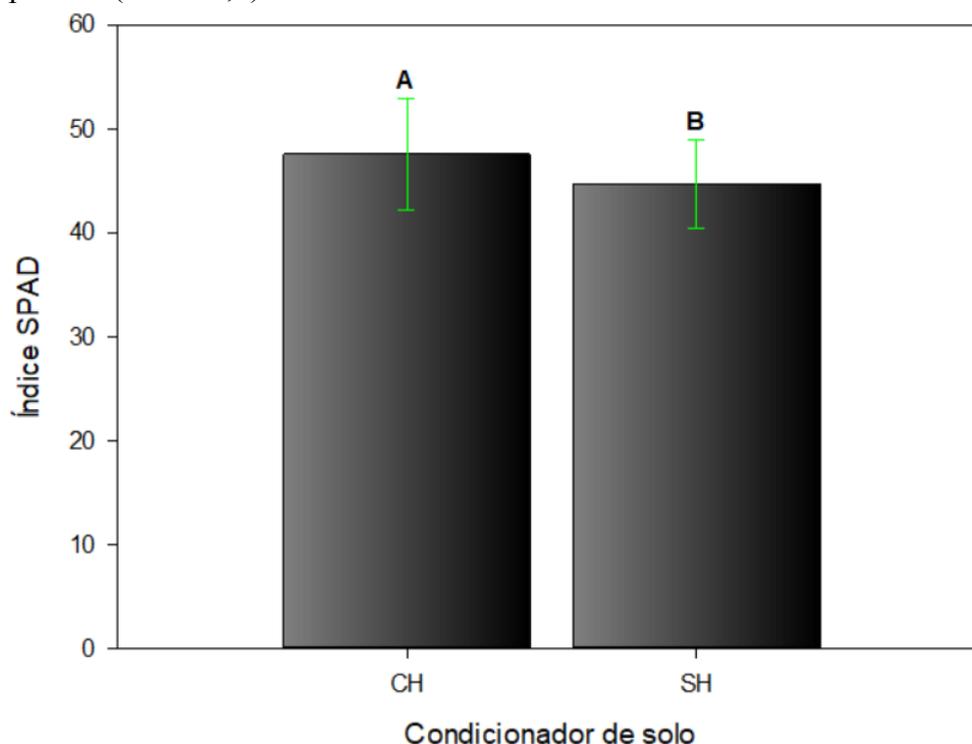
Na variável Índice SPAD, foi possível observar semelhança entre as leituras aos 30 e 60 DAT. (Figuras 14 e 15)

Em relação às médias do índice SPAD ao 30 DAT, pode-se verificar que as plantas com o uso de condicionador de solo, as plantas obtiveram um índice 6% maior que as plantas sem o condicionador de solo (Figura 14). É possível visualizar que as parcelas com o uso do condicionador de solo em vaso, possuíam um maior índice SPAD em relação às parcelas que não possuíam, devido à diferença estatística apresentada nessa primeira análise.

Com base nos estudos de Fontes & Araújo (2007) esse índice elevado, indica possivelmente um maior teor de nitrogênio foliar, o que por si, é um importante diagnóstico de sanidade.

O uso de hidrogel se apresenta como um fator potencializador fisiológico das plantas em déficit hídrico, amenizando os seus efeitos aos 30 DAT.

Figura 14 – Índice SPAD aos 30 DAT de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão. (DMS: 8,4)



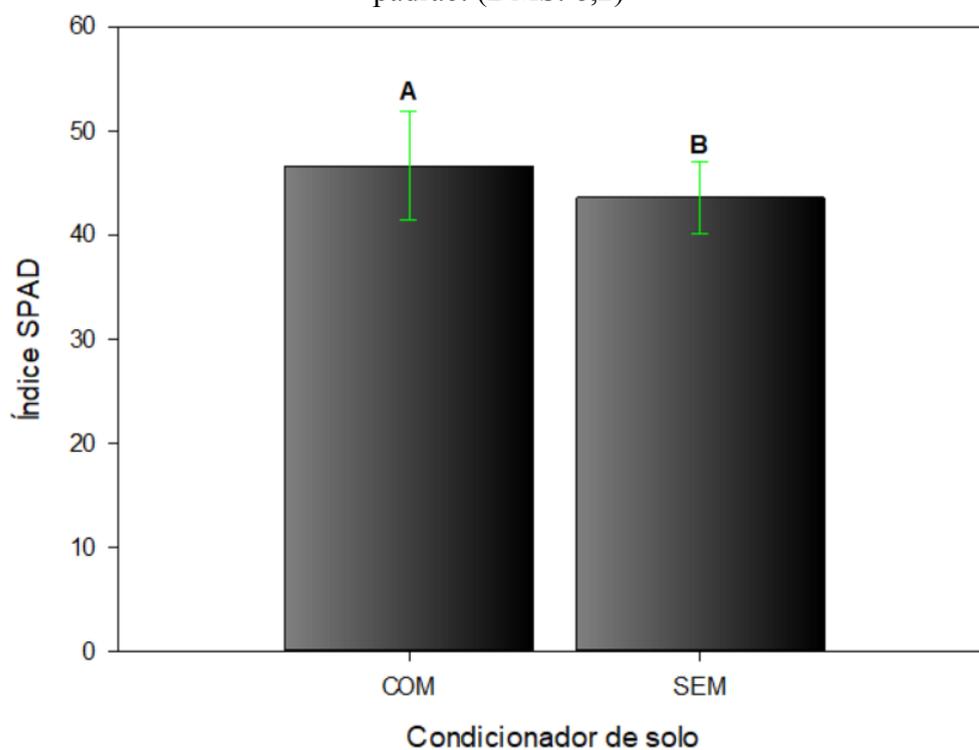
Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para uso de condicionador de solo.

Em relação ao índice SPAD aos 60 DAT, verifica-se que o uso do condicionador de solo foi capaz de aumentar o índice SPAD das plantas em 22%, em relação às plantas sem o condicionador de solo (Figura 15).

Na segunda análise realizada há 60 dias, foi possível notar a mesma tendência de beneficiamento do hidrogel na planta em relação ao índice SPAD, devido à diferença estatística de suas médias. Sendo assim, é possível identificar que tanto aos 30, como aos 60 DAT, o hidrogel foi capaz de auxiliar as plantas a um melhor desempenho fisiológico quando submetidas a déficit hídrico.

A análise do índice SPAD demonstra segundo Magalhães et al., (2016), uma maior concentração de solutos nas folhas, uma tendência de plantas submetidas a estresse hídrico.

Figura 15 – Índice SPAD aos 60 DAT de frutos de tomate-cereja pera vermelho em função de uso de condicionador de solo. Média e desvio padrão. (DMS: 8,2)



Fonte: Autor, 2023. Letras maiúsculas diferentes, indicam diferença estatística pelo teste de Tukey a 5% para uso de condicionador de solo.

5. CONCLUSÃO

Para as condições estudadas o déficit regular de fato, prejudica o desenvolvimento da cultura do tomate cereja, e a produção dos frutos. Sua ação afetou a produção de frutos em relação ao tamanho, bem como o seu peso em relação a irrigação plena.

O condicionador de solo foi capaz de melhorar os resultados de diversos aspectos importantes no cultivo. É possível então, ressaltar sua capacidade de auxiliar o agricultor que trabalha em regime de déficit hídrico em seu cultivo.

A estratégia de irrigação E5, por sua vez, apresentou uma boa produção em relação a estratégia de irrigação plena, tanto no tamanho dos frutos, como nos seus pesos, sendo estatisticamente iguais perante a análise de variância. Portanto, é razoável considerar que o déficit na fase de maturação do fruto, se apresenta como a melhor forma de déficit dentre as propostas pelo trabalho, em relação à produtividade da cultura.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, W. L. S.; NÓBREGA, R. S.; MENEZES, R. S. C.; LIMA, C., & DOS SANTOS, J. A. D. L. Climatologia aplicada ao planejamento de cultivo da palma forrageira em bacia hidrográfica no semiárido do Nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, 10, 955-969. Recife, 2017.
- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: Guidelines for computing crop water requirements**. Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO – Irrigation and Drainage Paper, 56).
- ALVARENGA, M. A. R. Tomate: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. **Lavras: UFLA**, 2004. 400p.
- BALENA, S. P. Efeito de polímeros hidrorretentores nas propriedades físicas e hidráulicas de dois meios porosos. 1998. 57 p. **Dissertação** (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1998.
- BASÍLIO, Ênio E.; GOLYSNKI, A.; GOLYNSKI, A. A.; SILVA, C. J. da; OLIVEIRA, D. S. de; DIAS, R. F. INTERVALOS DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DE TOMATEIRO PARA PROCESSAMENTO v. **IRRIGA** [S. l.], v. 24, n. 4, p. 676–692, 2019.
- BASSOI, L. H.; TEIXEIRA, A. H. de C.; BRAGA, M. B.; SIMOES, W. L.; CALGARO, M.; PINTO, J. M. Uso da água em agricultura irrigada no semiárido brasileiro. **SEMIÁRIDO BRASILEIRO: PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO**, EMBRAPA, Capítulo 10, 355-372, 2010.
- BESERRA, E. A. Projeção de aridez e delimitação da região semi-árida no nordeste do Brasil para o século XXI em um cenário de aquecimento global. Orientador: Marciana Leite Ribeiro. 2012. **Dissertação de Mestrado do Curso de Pós-Graduação (METEOROLOGIA)** - INPE, Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE, 2012.
- BIANCHI, L. GERMINO, G. H. DE ALMEIDA SILVA, M. Adaptação das plantas ao déficit hídrico. **Acta Iguazu**, [S. l.], v. 5, n. 4, p. 17, 2000.
- CARON, V. C.; GRAÇAS, J. P.; CASTO, P. R. C. Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos. **Universidade de São Paulo - USP**. 2015.
- CASTAÑEDA, W. TORO, M.; SOLORZANO, A.; ZÚÑIGADÁVILA, D. Production and nutritional quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum* var. *Cerasiforme*) are improved in the presence of biochar and inoculation with arbuscular mycorrhizae. **American Journal of Plant Sciences**, v.11, n.3, p.426-436, 2020.
- CASTRO, C. N. A agricultura no nordeste brasileiro: Oportunidades e limitações ao desenvolvimento, Texto para Discussão, No. 1786, **Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA)**, Brasília: 2012.
- CHAVES, J. H. Crescimento, fotossíntese e relações hídricas de clones de eucalipto sob diferentes regimes hídricos. 2001. 106 f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Florestal) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

COELHO, J. B. M. Aplicação de doses de polímero hidratassolo sobre a capacidade de retenção de água de solos e desenvolvimento da beterraba, em condições salinas. 2004. 70 f. **Dissertação** (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial e Brasileiro. **Compêndio de Estudos Conab**, v. 21,2023 – Brasília. 2023.

COSTA, C.C.; CECÍLIO FILHO, A.B. CAVARIANNI, R.L. Produção do melão rendilhado em função da concentração de potássio na solução nutritiva e do número de frutos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.1, p.23-27. 2004.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, nov./dez. 2011.

FONTES PCR; ARAÚJO C. Adubação nitrogenada de hortaliças: princípios e práticas com o tomateiro Viçosa. **UFV**. 148p. 2007.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSE, J. V.; FRAGA JUNIOR, E.F.; PERBONI, A. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v.9, p.349-359, 2015.

GUALAZZI, R. J. V. "*Lycopersicum esculentum*" uma breve história del tomate. **Alquila: revista de investigacion dele Bajo Segura**, Espanha, ano 1997, v. 1136-6648, n. 3, p. 105-111, 21 nov. 2023. .

HOLE, C.C.; BARNES, A.; THOMAS, T.H. SCOTT, P.A.; RANKIN, W.E.F. Dry matter distribution between the shoot and storage root of carrot (*Daucus carota* L.). I. Comparison of varieties. **Annual Botany**, v. 51, p. 175-187. 1983.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Acesso em: 15 de novembro de 2023.

LOBO, D.; GABRIEL, S D.; DEPAOLA, G.; Effect of soil conditioners on nutrient uptake by a green pepper crop. *Agro environ. International centre for hemorology, Ghent University, Belgium*. 1p. 2012

MACÊDO, Joalana Araújo; SANTOS, J. O. Caracterização de eventos máximos de precipitação no semiárido cearense. **Paper do Naea**, [s. l.], ano 2021, v. 30, n. 1, ed. 528, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufpa.br/index.php/pnaea/article/view/11259/7751>. Acesso em: 29 out. 2023.

MAGALHÃES, Paulo César et al. Efeitos de diferentes níveis de estresse hídrico na caracterização ecofisiológica de genótipos de sorgo. **XXXI congresso nacional de milho e sorgo**. 2016.

MENDONÇA, J. J.; OLIVEIRA, R. P.; SANTOS, J. S.; SANTOS, J. F. S.; MENEZES, G. S.; MARINO,, R. H, BARBOSA, A. V. G. B.). Crescimento e colonização micorrízica do

tomateiro IPA06 inoculado com fungos micorrízicos arbusculares em substrato orgânico. 2019. *Revista Brasileira De Ciências Agrárias*, 14(3), 1-9.

NAVROSKI, M. C. ARAUJO, M. M; PEREIRA, M. O. Influência do Polímero Hidroretentor na Sobrevivência de Mudanças de *Eucalyptus dunnii* sob Diferentes Manejos Hídricos. *Nativa*, [s. l.], v. 2, n. 2, p. 108–113, 2014.

OLIVEIRA, R. A.; REZENDE, L. S.; MARTINEZ, M. A.; MIRANDA, G. V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.8, p.160-163, 2004.

Paiva, G.; DANTAS, D.; MELO, S.; DINIZ, D.; BARA, M.; LOPES, F. DESENVOLVIMENTO DE HIDROGEL A BASE DE POLISSACARÍDEOS DO ANGIÇO VERMELHO CONTENDO ÓLEO DE SUCUPIRA COMO AGENTE ANTIINFLAMATÓRIO. v. 4 n. 1 (2015): *Revista biotecnologia e ciência*. Suplemento Especial II Congresso de Ciências Farmacêuticas do Brasil Central.

QUEIROZ, G. L. SILVA, C. J. da; FRIZZONE, J. A. Desenvolvimento do tomateiro em diferentes doses do hidrogel. **19º Congresso Nacional de Meio Ambiente**, Poço de Caldas, ano 2022, v. 14, n. 2317-9686, ed. 19, 20 set. 2022. Disponível em: http://www.meioambientepocos.com.br/ANAIS2022/92%20-%20244263_desenvolvimento-do-tomateiro-em-diferentes-doses-do-hidrogel.pdf. Acesso em: 26 out. 2023.

REISSER, C. J; Fertirrigação de tomate cereja em ambiente protegido. *Revista campo e negócios*. Nutrição, 9-13. 2016.

RODRIGUES E.T.; LEAL P.A.M.; COSTA E PAULA T.S.; GOMES V.A. 2010. Produção de mudas de tomateiro em diferentes substratos e recipientes em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*. 28: 483-488.

RODRIGUES, A.F.S. (2010). Mineração para o Agronegócio. *Economia Mineral do Brasil, Brasília*: DNPM, 2009, cap. 7, p. 532-595.

SANCHO, R. A. S., & Pastore, G. M. (2016). Alimentos Funcionais: a Revolução Silenciosa na Alimentação. *Revista Processos Químicos*, 10(19), 13-24. v. 10 n. 19, 2016.

SILVA, A. C; COSTA, C. A.; SAMPAIO, R.; MARTINS, R. E; AVALIAÇÃO DE LINHAGENS DE TOMATE CEREJA TOLERANTES AO CALOR SOB SISTEMA ORGÂNICO DE PRODUÇÃO. *Revista Caatinga* [en línea]. 2011, 24(3), 33-40

SILVA, D. A. Estratégias de irrigação deficitária e uso de condicionador de solo na produção de tomate cereja em ambiente protegido. 2023. 130 f. **Dissertação - Mestrado em Engenharia Agrícola**, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza - CE. 2023.

SILVA, J. M. da; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S. de; SUASSUNA, J. F.; DUTRA, A. F.; GOMES, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v.17, n. 1, p.40- 46, 2013

SOARES, M. M. F. (2015). Técnicas de Irrigação, o Desenvolvimento da Agricultura e do Agronegócio: uma Análise à Luz da Proteção Humana e da Cidadania Frente à Crise Hídrica Nacional. **Journal of Law and Sustainable Development**, 3(2), 39–54. 2015.

SOUZA, J.L. Tomate para mesa em sistema orgânico. **Informe Agropecuário**. Belo Horizonte, v.24, n.219, p.109-120, 2003.

TAIZ, L. e ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4º ed. Porto Alegre: Artmed, 2009.p.819.

TRANI, P. E.; KARIYA, E. A.; HANAI S. M.; ANBO R. H.; BASSETTO JÚNIOR, O. B.; PURQUERIO, L. F. V.; TRANI, A. L. **Calagem e adubação do tomate de mesa**. Boletim Técnico IAC, n. 215, 2015.

VENTUROLI, F. VENTUROLI, S. Recuperação florestal em uma área degradada pela exploração de areia no Distrito Federal. **Ateliê Geográfico**. 2011.

ZANIN, D. S.; RESENDE, J. T. V.; ZEIST, A. R.; OLIVEIRA, J. R. F.; HENSCHER, J. M.; LIMA FILHO, R. B. Selection of processing tomato genotypes resistant to two spotted spider mite. **Horticultura Brasileira**, v.36, n. 4, p.271-275, 2018.