UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

GUILHERME CARDOSO GONÇALVES

SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA

Rondonópolis - MT
2023

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

GUILHERME CARDOSO GONÇALVES

SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA

Orientador(a): Professor Dr.º Marcio Koetz

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Rondonópolis, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Engenharia Agrícola.

Rondonópolis - MT
2023

Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

Ficha Catalográfica elaborada de forma automática com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Permitida a reprodução parcial ou total, desde que citada a fonte.

G635s Gonçalves, Guilherme Cardoso.

SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA [recurso eletrônico] / Guilherme Cardoso Gonçalves. – Dados eletrônicos (1 arquivo: 61 f., il. color., pdf). – 2023.

Orientador(a): Marcio Koetz. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Rondonópolis, Instituto de Ciências Agrárias e Tecnológicas, Programa de PósGraduação em Engenharia Agrícola, Rondonópolis, 2023. Inclui bibliografia.

1. Lycopersicon esculentum Mill. 2. Água disponível. 3. Cultivo protegido. I. Koetz, Marcio, *orientador*. II. Título.

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO

UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS

PRÓ-REITORIA DE ENSINO DE PÓS-GRADUAÇÃO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM [NOME DO PPG]

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA

AUTOR: MESTRANDO GUILHERME CARDOSO GONÇALVES

Dissertação defendida e aprovada em 28 de setembro de 2023.

COMPOSIÇÃO DA BANCA EXAMINADORA

1. **Doutor Márcio Koetz (Presidente Banca / Orientador)**

INSTITUIÇÃO: **UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS**

2. **Doutora Maria Aparecida Peres de Oliveira (Membro Interno)**

INSTITUIÇÃO: **UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS**

3. **Doutor João Ângelo Silva Nunes (Membro Externo)**

INSTITUIÇÃO: **UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS**

4. **Doutor Jepherson Correia Sales (Suplente)**

INSTITUIÇÃO: **UNIVERSIDADE FEDERAL DE RONDONÓPOLIS**

Rondonópolis, 28/09/2023.

Documento assinado eletronicamente por **Marcio Koetz**, **Docente UFR**, em 29/09/2023, às 15:09, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **Maria A Peres de Oliveira**, **Docente UFR**, em 03/10/2023, às 09:23, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

Documento assinado eletronicamente por **João Angelo Siva Nunes**, **Usuário Externo**, em 03/10/2023, às 09:43, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, do Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.

A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://sei.ufr.edu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0231260** e o código CRC **38147C92**.

Referência: Processo nº 23853.011909/2023-52

AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus pela vida e por me guiar, iluminar e proteger e abençoar meus passos e pensamentos.

Gratidão ao meu amor, Suzimary Oliveira Paula, namorada no início, que neste tempo se tornou minha noiva e que será minha esposa no fechamento desse ciclo. Minha melhor amiga, eterna namorada e mulher da minha vida. Me aturou durante todo esse período de mestrado com a indecisão de tema, colocou a mão na massa junto comigo para realizar este experimento e sempre esteve paciente ao meu lado, trazendo tranquilidade, mesmo diante da adversidade.

Minha eterna gratidão a minha mãe, Rosemeire Ap. Cardoso Correia por todo apoio financeiro e motivacional nessa jornada, e seus ensinamentos que me possibilitaram chegar até aqui. Ao meu pai, Everaldo A. Gonçalves, presente nos momentos em que precisei de apoio para vencer obstáculos. Ao meu padrasto, Devair Antonio Correia, pelo suporte e incentivo nessa jornada. As minhas irmãs, Priscila C. Guedes e Kelly de Jesus Guedes, por todo o amor, incentivo, compreensão e apoio moral ao caçulinha.

Muito obrigado ao meu orientador Dr° Marcio Koetz pelos ensinamentos, incentivos, oportunidades e dedicação em sua orientação e pesquisa.

Aos meus amigos que de certa forma me apoiaram nessa jornada.

Aos colegas e amigos da “salinha”, Jhenyfer, Niclene, Nathalia e Sérgio pelos momentos de descontração, paciência e força para vencer os desafios destes dois anos.

Agradeço a Universidade Federal de Rondonópolis (UFR), pelo apoio institucional, pela oportunidade de realizar esse curso e elaborar a dissertação.

Agradeço o Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola (PGEAgri) e seus professores pelos ensinamentos e momentos de aprendizagem nas disciplinas do mestrado.

Por fim, agradeço a todas as pessoas que direta ou indiretamente contribuíram para a realização dessa formação.

A todos meu sincero OBRIGADO!

“Aos meus avós, Geraldo & Maria de Fatima e Narciso & Maria Lúcia, que proporcionaram o acesso à educação no passado, possibilitando a educação da minha geração até o presente momento.”

DEDIDO

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Casa de vegetação da Universidade Federal de Rondonópolis.....23

Figura 2. Disposição do Termo-higrômetro digital na casa de vegetação.....24

Figura 3. Variação diária da temperatura máxima, média e mínima durante a condução do experimento.....24

Figura 4. Variação diária da umidade relativa do ar máxima, média e mínima durante a condução do experimento.....25

Figura 5. Disposição dos tratamentos de acordo com o delineamento proposto.....26

Figura 6. Representação esquemática do sistema de irrigação.....29

Figura 7. Tanque evaporímetro reduzido (Classe A).....30

Figura 8. Transplantio das mudas nos vasos preenchidos com os substratos.....32

Figura 9. Corte da haste principal "poda belga" (A); Retirada de brotos laterais (B); Visão geral do experimento com o sistema de tutoramento (C).....33

Figura 10. Frutos de tomates na coloração vermelha em ponto de colheita.....33

Figura 11. Armadilhas adesivas com cola entomológica na cor amarela (A) e azul (B).....34

Figura 12. Determinação do diâmetro longitudinal (A) e transversal do fruto com auxílio do paquímetro analógico (B).....36

Figura 13. Titulação da polpa de tomate com hidróxido de sódio e reagente fenolftaleína (A); Coloração roseada após titulação (B); Refratômetro portátil e frutos para obtenção dos sólidos solúveis (C); Leitura de sólidos solúveis no refratômetro (D).....36

Figura 14. Altura de planta em função da disponibilidade hídrica aos 60 dias após o transplantio no tomate cereja Santawest.....39

Figura 15. Diâmetro do caule em função da disponibilidade hídrica aos 60 dias após o transplantio no tomate cereja Santawest.....40

Figura 16. Fitomassa fresca da parte aérea (A) e fitomassa seca da parte aérea (B) em função da disponibilidade hídrica aos 120 dias após o transplantio do tomate cereja Santawest.....42

Figura 17. Número de frutos em função da disponibilidade hídrica no tomate cereja Santawest.....44

Figura 18. Diâmetro longitudinal do fruto (DLF) (A) e diâmetro transversal do fruto (DTF) (B) em função da disponibilidade hídrica no tomate cereja Santawest.....46

Figura 19. Sólidos solúveis totais de fruto de plantas de tomate cereja Santawest em função da disponibilidade hídrica.....48

Figura 20. Produtividade de plantas de tomate cereja Santawest sob disponibilidade hídrica.....51

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Atributos físico-químicos dos substratos comerciais utilizados.....27

Tabela 2. Composição das soluções concentradas A e B e respectivas diluições para o preparo de 1.000 L de solução nutritiva para as fases vegetativa (VEG – do transplante de mudas até o florescimento), início da frutificação (INICIO FRUT – do florescimento até o amadurecimento dos primeiros frutos) e frutificação (FRUT - do amadurecimento dos primeiros frutos até o final da colheita.....28

Tabela 3. Coeficientes de cultivo (Kc) utilizados no experimento.....31

Tabela 4. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na altura de plantas (AP) aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT) do tomate cereja Santawest.....38

Tabela 5. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) no diâmetro do caule (DC) aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT) do tomate cereja Santawest.....40

Tabela 6. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 120 dias após o transplantio (DAT) do tomate cereja Santawest.....41

Tabela 7. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) no número de frutos (NF) do tomate cereja Santawest.....44

Tabela 8. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) nas variáveis diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e diâmetro transversal do fruto (DTF) do tomate cereja Santawest.....45

Tabela 9. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na variável de sólidos solúveis totais (SST) do tomate cereja Santawest.....47

Tabela 10. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na variável de acidez titulável total (ATT) do tomate cereja Santawest.....49

Tabela 11. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na relação entre sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável total (ATT) do tomate cereja Santawest.....50

Tabela 12. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na produtividade (PD) do tomate cereja Santawest.....51

Tabela 13. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na eficiência no uso da água (EUA) do tomate cereja Santawest.....53

SÚMARIO

1 **INTRODUÇÃO** 14
2 **REVISÃO DE LITERATURA** 16
2.1 Cultura do tomate 16
2.1.1 Importância socioeconômica do tomateiro 17
2.2 Cultivo em casa de vegetação 18
2.3 Disponibilidade hídrica 19
2.4 Cultivo em substratos 20
3 **MATERIAL E MÉTODOS** 23
3.1 Descrição do local do experimento 23
3.2 Delineamento experimental 25
3.3 Caracterização dos substratos 26
3.4 Manejo da adubação 27
3.5 Sistema de fertirrigação 28
3.6 Manejo da irrigação utilizando tanque evaporímetro 29
3.7 Instalação e condução do experimento 32
3.8 Colheita do experimento 33
3.9 Monitoramento e controle de pragas e doenças 34
3.10 Variáveis analisadas 34
3.10.1 Variáveis de crescimento 35
3.10.2 Fitomassa 35
3.10.3 Variáveis de produção e qualidade do fruto 35
3.10.4 Consumo e eficiência no uso da água 37
3.11 Análise estatística 37
4 **RESULTADOS E DISCUSSÃO** 38
4.1 Altura de planta 38
4.2 Diâmetro de caule 39
4.3 Fitomassa 41
4.4 Número de frutos 43
4.5 Diâmetro longitudinal e transversal do fruto 45
4.6 Sólidos solúveis totais 47

4.7 Acidez titulável total 48
4.8 Relação SST/ATT 49
4.9 Produtividade 50
4.10 Consumo e eficiência no uso da água 52
5 **CONSIDERAÇÕES FINAIS** 54
6 **CONCLUSÕES** 55
REFERÊNCIAS 56

RESUMO

SUBSTRATOS E LÂMINAS DE IRRIGAÇÃO NA PRODUÇÃO E QUALIDADE DO TOMATE CEREJA

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum Mill.*) é amplamente cultivada no Brasil, e está entre as hortaliças mais produzidas. O tomate do tipo cereja vem se destacando pelo seu alto valor agregado e boa aceitação pelo mercado. A produtividade e qualidade do fruto do tomate podem ser diretamente afetadas pela disponibilidade hídrica, como também pelo meio de cultivo, como os substratos, sendo importantes fatores a serem pesquisados. Neste contexto, objetivou-se avaliar as características vegetativas, produtivas, qualidade do fruto e uso da água do tomateiro cereja cultivado em vaso sob substratos comerciais e lâminas de irrigação em ambiente protegido. O experimento foi conduzido em casa de vegetação em delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3, com dois substratos (SB1 E SB2) e três disponibilidades hídricas (100%, 200% e 300% da evapotranspiração da cultura - ETc), arranjados em seis blocos. O sistema de irrigação foi por gotejamento e o método de determinação da ETc foi através do Tanque Classe A reduzido instalado dentro da casa de vegetação. As variáveis analisadas foram relacionadas as características vegetativas, produtivas, qualidade dos frutos e uso da água do tomate cereja. A fitomassa fresca e seca da parte aérea apresentaram incrementos de 118% e 103% com o aumento da disponibilidade hídrica, respectivamente, com relação a menor disponibilidade hídrica**.** Houve interação significativa entre os tipos de substratos e a disponibilidade hídrica para o diâmetro longitudinal e transversal do fruto, e no teor de sólidos solúveis totais, apresentando maiores valores na disponibilidade hídrica de 300% e 100% da ETc, respectivamente. Para o número de frutos, houve um aumento de 54% quando comparado a maior com a menor disponibilidade hídrica. A maior produtividade foi observada na disponibilidade hídrica de 300% da ETc, com valor de 364,8 $g.planta^{-1}$. Para a eficiência do uso da água não se obteve diferença significativa, apresentando um valor médio de 3,95 $g.dm^{-3}$. Os substratos comerciais não influenciaram de forma isolada nas características vegetativa, produtiva e de qualidade dos frutos. A maior disponibilidade hídrica proporcionou um melhor desenvolvimento vegetativo das plantas e influenciou no número e tamanho de frutos, e consequentemente na produtividade.

PALAVRAS-CHAVES: *Lycopersicon esculentum* Mill., água disponível, cultivo protegido.

ABSTRACT

SUBSTRATES AND IRRIGATION DEPTHS IN THE PRODUCTION AND QUALITY OF CHERRY TOMATOES

The tomato crop (Lycopersicon esculentum Mill.) is widely cultivated in Brazil and is among the most produced vegetables. The cherry tomato has been standing out for its high added value and good acceptance by the market. The productivity and quality of the tomato fruit can be directly affected by water availability, as well as by the growing medium, such as substrates, being important factors to be researched. In this context, the objective of this study was to evaluate the vegetative and productive characteristics, fruit quality and water use of cherry tomato cultivated in pots under commercial substrates and irrigation depths in a protected environment. The experiment was carried out in a greenhouse in a randomized block design, in a 2x3 factorial scheme, with two substrates (SB1 and SB2) and three water availability (100%, 200% and 300% of crop evapotranspiration - ETc), arranged in six blocks. The irrigation system was drip irrigation and the method of determination of ETc was through the reduced Class A Tank installed inside the greenhouse. The variables analyzed were related to vegetative and productive characteristics, fruit quality and water use of cherry tomatoes. The fresh and dry phytomass of the aerial part showed increases of 118% and 103% with the increase in water availability, respectively, in relation to lower water availability. There was a significant interaction between the types of substrates and the water availability for the longitudinal and transverse diameter of the fruit, and in the content of total soluble solids, with higher values in the water availability of 300% and 100% of ETc, respectively. For the number of fruits, there was an increase of 54% when compared to the highest with the lowest water availability. The highest yield was observed in the water availability of 300% of ETc, with a value of 364.8 g.plant-1. There was no significant difference in water use efficiency, with a mean value of 3.95 g.dm-3. The commercial substrates did not influence in isolation the vegetative, productive and quality characteristics of the fruits. The greater water availability provided a better vegetative development of the plants and influenced the number and size of fruits, and consequently the productivity.

Key words: *Lycopersicon esculentum* Mill., water content, greenhouse.

1 INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Solanum lycopersicum L*) é amplamente cultivada no Brasil com destaque entre as hortaliças mais produzidas. No ano de 2022, o Brasil produziu cerca de 3,8 milhões de toneladas de tomate, com a região Centro-Oeste sendo a segunda maior produtora (1,1 milhões de toneladas), com a produção praticamente em sua totalidade proveniente do Estado de Goiás, com baixa participação do Estado de Mato grosso (3,5 toneladas) (IBGE, 2022).

O cultivo do tomateiro tipo cereja (*Solanum lycopersicum var. cerasiforme Cerasiforme*) vem se tornando uma opção rentável para muitos produtores, em se tratando do seu elevado valor agregado e tratos culturais mais simplificados, destacando-se ainda, boa rusticidade, resistência a diversas pragas e doenças, alto valor de mercado e aceitação pelos consumidores (LUCINI et al., 2016; ZANIN et al., 2018; DIAS et al., 2019). Acrescentando a essas vantagens, poder ser cultivado em pequenas áreas, possibilitando ótimo retorno econômico.

Com objetivo de se obter um rendimento satisfatório e consequente retorno econômico no cultivo do tomate cereja, é de suma importância o estudo da irrigação e uso de substratos no cultivo em vasos no ambiente protegido (SILVA et al., 2013). Em condições de ambiente de cultivo com elevada taxa de evaporação, faz-se necessário a utilização da irrigação, suprindo a demanda hídrica da planta, mitigando os riscos de perdas de produção, possibilitando o aumento na quantidade e qualidade dos frutos (MAROUELLI & SILVA, 2005). Atualmente, o método de irrigação localizada, e especialmente o sistema por gotejamento, vem ganhando destaque pela economia de água e alta eficiência de aplicação, proporcionando elevados níveis de produção (NASCIMENTO, 2020).

O cultivo em substrato vem substituindo o cultivo de hortaliças em solo gradualmente, principalmente quando há presença de patógenos no solo impossibilitando o cultivo (FERNANDES et al., 2006). Mais do que exercer a função de suporte às plantas, o substrato para cultivo deve proporcionar adequado suprimento de ar e água ao sistema radicular. Adicionalmente, deve ser isento de fitopatógenos, de fácil manejo, baixo custo, alta disponibilidade e ter longa durabilidade (ROSA et al. 2002).

No entanto, são poucos estudos que avalia os efeitos nas características produtivas, na qualidade dos frutos e o uso da água no tomate cereja cultivado sob disponibilidade hídrica e em diferentes substratos comerciais, sendo as pesquisas restritas ao cultivo de mudas. Diante do exposto, objetivou-se avaliar as características vegetativas, produtivas, qualidade de frutos e uso da água do tomateiro cereja cultivado em vaso sob substratos comerciais e lâminas de irrigação em ambiente protegido.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura do tomate

O tomate (*Solanum lycopersicum L.*) é pertencente à família *Solanaceae*, nativo da América do Sul, originário dos Andes, entre a região norte do Chile até o Sul do Equador (FONTES, 2021). Sua disseminação para outros continentes teve início na Europa por meio dos conquistadores espanhóis (NICK et al., 2018).

O tomateiro apresenta crescimento arbustivo, com caule herbáceo flexível e brotações laterais, sendo necessários tutores no cultivo destinado ao consumo *in natura*, uma vez que a planta é incapaz de suportar a massa dos frutos na posição ereta (NICK et al., 2018). Seu cultivo ocorre em praticamente todas as regiões do Brasil, em diferentes sistemas de manejo e épocas do ano (GUILHERME et al., 2014) e o ciclo da cultura do tomate pode variar entre 95 e 180 dias a depender do manejo adotado e condições do ambiente ao qual a cultura é cultivada.

As folhas se apresentam de forma alternadas, divididas em folíolos (FONTES, 2021). Seu sistema radicular é vigoroso, com raiz principal com denso conjunto de raízes secundárias e adventícias, sendo a maior concentração na profundidade de 0 – 20 cm (PEIXOTO et al., 2017).

As flores do tomateiro são hermafroditas de coloração amarelada, que são agrupadas em cachos; sépala e estames ocorrem geralmente em número de cinco e sua disposição facilita a autopolinização (MARINHO, 2018). Os frutos do tomateiro são classificados como baga, com diversos tamanhos e formatos, de coloração amarelo, róseo ou vermelho, possuindo película, polpa, placenta e sementes, e pode se apresentar bi, tri, tetra e pluriloculares (FILGUEIRA, 2008).

As cultivares de tomate podem ter diferentes hábitos de crescimento, sendo determinado, semi-determinado ou indeterminado, em que as cultivares com crescimento determinado e semi-determinado são mais usadas para a produção de frutos para a indústria e as indeterminadas são mais comuns para a produção de frutos para “mesa” (FONTES, 2021). O tomate destinado para “mesa” é subdividido em quatro grupos varietais, Salada, Italiano, Santa Cruz e Cereja.

No aspecto nutricional, o fruto do tomate é pouco calórico, composto por cerca de 95% de água, rico em vitaminas do complexo A, B e C e sais minerais, principalmente sódio, potássio, cálcio, fósforo, magnésio e ferro, e aminoácidos (SILVA et al., 2017). Outra importante característica nutricional dos frutos do tomateiro é sua composição em quantidades significativas de carotenoides com ação antioxidante, como o licopeno encontrado em elevada concentração, que atua na proteção do organismo humano contra os radicais livres responsáveis por desencadear o surgimento do câncer de próstata e doenças crônicas (MOLVITA et al., 2014).

O tomate tipo cereja tem ganhado destaque e sua produção vem crescendo nos últimos anos (CORREA et al., 2012). As cultivares do grupo Cereja são em sua maioria híbridas, caracterizam-se por seus frutos pequenos, com massa média inferior a 30 g, com formato variando de arredondados a periformes (NICK et al., 2018). Esse grupo de tomates apresenta um excelente sabor, com o grau °Brix variando entre 8° a 15°, além de frutos com diferentes tonalidades de vermelho e amarelo em algumas linhagens e híbridos comerciais, sendo um atrativo extra para os consumidores (ALVES, 2019).

O mercado tem grande aceitação do tomate tipo cereja e garante preços mais compensadores. O preço de venda é mais atrativo ao produtor, tendo um valor médio de mercado duas vezes superior ao de outras variedades como os tomates de mesa (ARAUJO et al., 2013).

2.1.1 Importância socioeconômica do tomateiro

O tomateiro é uma hortaliça de grande importância socioeconômica no Brasil. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2022) e através do Levantamento Sistemático de Produção Agrícola (LSPA), a safra da cultura do tomate, ano base 2022, alcançou uma produção de 3,8 milhões de toneladas, isso em uma área total plantada de pouco mais de 54 mil hectares com rendimento médio de 71 mil $Kg.ha^{-1}$, totalizando um valor de produção de R$ 6,1 bilhões. Nesse cenário, os Estados que se destacam na produção de tomate são: Goiás, São Paulo, Minas Gerais e Paraná, sendo a demanda de mercado sempre crescente (IBGE, 2022).

A produção de tomate, seja para consumo fresco ou processamento industrial representa, em todas as regiões do país, uma importante fonte de emprego e renda, nos comércios de produtos hortícolas e no setor industrial. Segundo Jubelini (2018), na área de olericultura (área da horticultura que abrange a exploração de hortaliças e legumes), são cerca 7 milhões de empregos distribuídos em aproximadamente 2,6 milhões de hectares, tendo cerca de 25 pessoas empregadas para cada 10 hectares cultivados com frutas e/ou hortaliças.

2.2 Cultivo em casa de vegetação

O cultivo em ambiente protegido é amplamente utilizado em todo o mundo. No Brasil, o cultivo protegido é uma realidade na produção de mudas e vêm ganhando espaço na produção de frutas e hortaliças. Essa técnica de cultivo possibilita o controle parcial ou total das condições ambientais sob as quais a espécie cultivada irá se desenvolver (OLIVEIRA et al., 2019). Esse controle das condições ambientais proporciona ganho de eficiência produtiva, favorecendo a oferta de produtos ao mercado consumidor de forma mais equilibrada durante os meses, diminuindo o efeito da sazonalidade (SILVA et al., 2014). Na cultura do tomate, o incremento na produção pode ser de 4 a 15 vezes superiores àquelas obtidas em campo (CARVALHO & TESSARIONI NETO, 2005).

Os benefícios do cultivo protegido são bem visíveis em regiões de clima frio, onde as condições do ambiente interno das estufas viabilizam a produção de certas culturas fora de época. Condições de clima adverso, menor impacto ambiental, economia de mão-de-obra e insumos, são algumas das vantagens dessa técnica, para além de que associado as técnicas de fertirrigação e ao cultivo sem solo, é possível melhorar o ambiente de cultivo, estender o período de produção e/ou até produzir em regiões impróprias ao cultivo (ROCHA, 2010).

O custo de implantação de uma estrutura de cultivo protegido é elevado, quando comparado ao cultivo em campo aberto. Porém, o aumento da produção, melhora da qualidade, economia de insumos, além da vantagem de cultivo fora de época, são pontos importantes que devem ser levados em consideração para a implementação dessa técnica de cultivo.

2.3 Disponibilidade hídrica

O tomate é uma cultura com alta necessidade hídrica, entre 300 a 600 mm dependendo do clima (EMBRAPA, 2003). O déficit hídrico é dos fatores que mais afeta o rendimento, e a cultura reage negativamente tanto para o excesso de água e déficit hídrico (SANTANA et al., 2010; MAROUELLI & SILVA, 2006). O manejo inadequado da irrigação, provocando falta de umidade no solo, ocasiona abortamento de flores e impacta diretamente na produção (ALVARENGA, 2004). O excesso de umidade do solo pode ocasionar podridão apical e queda de flores, e o crescimento radicular é afetado devido a diminuição da disponibilidade de oxigênio no solo (ALVARENGA, 2013).

A produção vegetal pode ser limitada em regiões com características de alta incidência da radiação solar e, consequentemente, altas temperaturas (SANTIAGO et al., 2018). Essas características inerentes a região influenciam diretamente na produção e demanda hídrica da cultura cultivada. Para bons rendimentos e lucratividade econômica com esta olerícola é fundamental que os fatores inerentes à nutrição, ao uso correto de água, à genética e à sanidade, estejam em níveis adequados (SILVA et al., 2013).

Ciente da sensibilidade da cultura do tomate ao déficit hídrico, é indispensável a adequada disponibilidade de água para o tomateiro, ao qual é garantida pelo uso da irrigação (PACHECO, 2017). A irrigação por gotejamento é um dos sistemas de irrigação mais apropriados para a cultura do tomate. Nesse sistema, a água é aplicada por meio de gotejadores diretamente na região radicular em baixa intensidade de aplicação e vazão, resultando em baixa pressão do sistema, no entanto, requer maior frequência de irrigação (MANTOVANI et al., 2009), sendo necessário o acompanhamento da disponibilidade hídrica para o fornecimento da lâmina de irrigação com volume adequado.

A determinação da lâmina de irrigação pode ocorrer de diversas formas, dentre elas o uso do tanque classe A na estimativa da evapotranspiração da cultura (ETc). O tanque classe A é um método que se baseia em medições diretas da evaporação da água e, a partir daí, com o coeficiente do tanque (Kp), fazem-se as estimativas da

evapotranspiração de referência (ETo) e com o coeficiente de cultura (Kc) estima-se a ETc. (ALBUQUERQUE, 2010).

Silva (2020), avaliando a produção e a evapotranspiração do tomate cereja submetidos a lâminas de irrigação em ambiente protegido, obteve seus melhores resultados com a maior lâmina de irrigação, que foi de 120% da Eto.

Usualmente, na experimentação com lâminas de irrigação, os testes de lâminas, são logo abaixo e acima do 100% da ETo. No entanto, Santiago (2018), analisando o tomate cereja sob lâminas abaixo e acima de 100% da ETo em condições de altas temperaturas, observou que as plantas apresentavam estado de estresse, como murchamento de folhas, sendo assim necessário a realização de um segundo experimento com níveis de lâminas de irrigação na faixa de 140% a 200% da ETo.

Portanto, com o intuito de alcançar alta produtividade e qualidade, as plantas necessitam de fornecimento controlado e adequado de água ao longo do ciclo de cultivo. Os efeitos negativos do estresse hídrico dependem da severidade e do estádio de desenvolvimento da planta em que ocorre, sendo assim, é ideal o manejo eficiente da água em relação aos períodos críticos de estresse (florescimento e reprodução) para otimizar a produção do tomate (NICK et al., 2018).

2.4 Cultivo em substratos

O cultivo em substrato está se tornando cada vez mais importante frente ao cultivo no solo, pelo fato de ser um meio de cultivo mais fácil de manejar e proporcionar melhor ambiente de desenvolvimento, em termos de um ou mais aspectos do desenvolvimento da planta (BILDERBACK et al., 2005; MASTOURI et al., 2005). O substrato exerce a função do solo, fornecendo à planta sustentação, nutrientes, água e oxigênio. Eles oferecem vantagens em relação ao solo, com respeito às propriedades físicas e à qualidade fitossanitária das plantas, sendo uma técnica amplamente empregada na maioria dos países de horticultura avançada (ROSA et al., 2002).

Substratos podem ser divididos em substratos orgânicos (serragem, turfa de coco, musgo de turfa, casca etc.), substratos inorgânicos de origem natural (perlita, vermiculita, cascalho, lã de rocha etc.), e substratos sinteticamente produzidos

(hidrogel, mates de espuma (poliuretano), etc.) (OLLE et al., 2012; NURZNSKI, 2006). Resultados de muitas pesquisas mostram que os substratos apresentam efeitos significativos no crescimento da planta, composição da folha, rendimento total, e qualidade dos frutos (MA et al., 2015; MOELANTS et al., 2021).

O substrato ideal para todas as culturas não existe, tendo em vista que cada substrato apresenta suas particularidades, sendo elas positivas ou negativas a depender da espécie cultivada. A escolha de um substrato, conforme Medeiros et al., (2013), deve ser feita levando em consideração as características físicas e químicas exigidas pela espécie a ser plantada, proporcionando adequado crescimento à planta, e os aspectos econômicos, composição do substrato e baixo custo. Santos et al., (2015), enfatizam que em comparação com as características físicas do solo, que uma das principais características de um bom substrato é a porosidade, onde os poros favorecem as trocas gasosas. Sendo assim, um bom substrato é aquele que proporciona boas condições de umidade, teor de nutrientes, disponibilidade de nutrientes e de água, macro e microporosidade, capacidade de troca de cátions, boa agregação às raízes e uniformidade (COSTA et al., 2013).

Dentro do contexto da irrigação e nutrição de plantas, o substrato também garante maior eficiência no uso da água e de fertilizantes. Dentre as desvantagens da utilização de substratos, destacam-se o maior custo inicial com a compra do substrato, dos recipientes (vasos ou sacos de cultivo) e fertilizantes solúveis, bem como a exigência de algum conhecimento técnico para o preparo da solução nutritiva e o controle da fertirrigação (EMBRAPA, 2022).

O manejo da irrigação em substratos é diferente do manejo no solo. No solo, temos uma capacidade maior de armazenamento de água, portanto, podemos fornecer através da irrigação um volume maior de água, respeitando a taxa de infiltração da água e a capacidade campo (CC) do solo (SILVA & NEVES, 2020). Neste contexto, o substrato possui uma menor capacidade de armazenamento de água, por consequência de um composto mais poroso e volume limitado ao recipiente utilizado, necessitando de uma maior frequência de irrigação. Portanto, a frequência da irrigação depende de muitos fatores tais como sistema de irrigação, o substrato escolhido, o recipiente utilizado, a fase do cultivo que a planta se encontra, entre outros (KÄMPF et al., 2006; LIRA, 2021).

Diferentes substratos comerciais estão disponíveis no mercado nacional. Porém, são recomendados indistintamente para diferentes espécies, cujas formulações e

propriedades são praticamente desconhecidas, e seus desempenhos como meio de cultivo ainda não estão bem estabelecidos (MENEZES JÚNIOR et al., 2000). Neste contexto, é de suma importância o estudo e avaliação de substratos em condições de cultivo e em diferentes culturas, facilitando a tomada de descrição do produtor no momento de escolha do substrato como meio de cultivo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição do local do experimento

O experimento foi realizado entre os meses de janeiro E maio de 2023, em casa de vegetação situada no setor experimental do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Rondonópolis, localizada no município de Rondonópolis-MT (latitude 16°27'50.9"S, longitude 54°34'50.0"W e altitude de 284 m). O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, caracterizado como um clima quente e úmido, com verão chuvoso e inverno seco.

A casa de vegetação apresenta orientação no sentido Norte-Sul, com estrutura metálica em arco, coberta com polietileno duplo de espessura de 0,15 mm, com um sistema de resfriamento adiabático e painel evaporativo de argila expansiva (Figura 1).

Figura 1. Casa de vegetação da Universidade Federal de Rondonópolis. Fonte: autor.

As coleta e monitoramento dos dados (máxima e mínima) da temperatura e umidade relativa do ar dentro da casa de vegetação foram realizados diariamente com auxílio de um termo-higrômetro digital instalado no meio do ambiente protegido, próximo ao experimento, com o sensor à 1,8 m de altura (Figura 2).

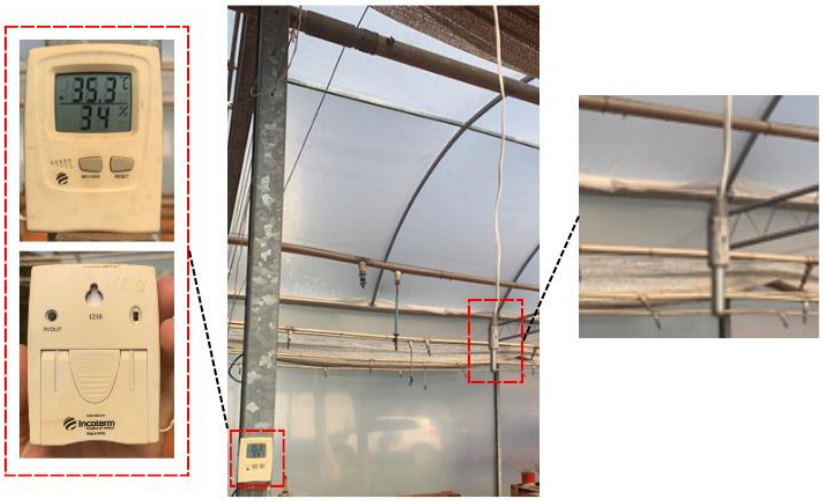


Figura 2. Disposição do Termo-higrômetro digital na casa de vegetação. Fonte: elaborado pelo autor.

Os dados de temperatura máxima, média e mínima registrados durante a fase de condução do experimento podem ser vistos na Figura 3. O valor mais elevado de temperatura durante a condução do experimento foi de 42 °C, alcançado no mês de abril, e o valor mínimo de 18 °C no mesmo mês, sendo 30,4°C a temperatura média observada, no interior da casa de vegetação, durante o experimento com o tomate cereja.

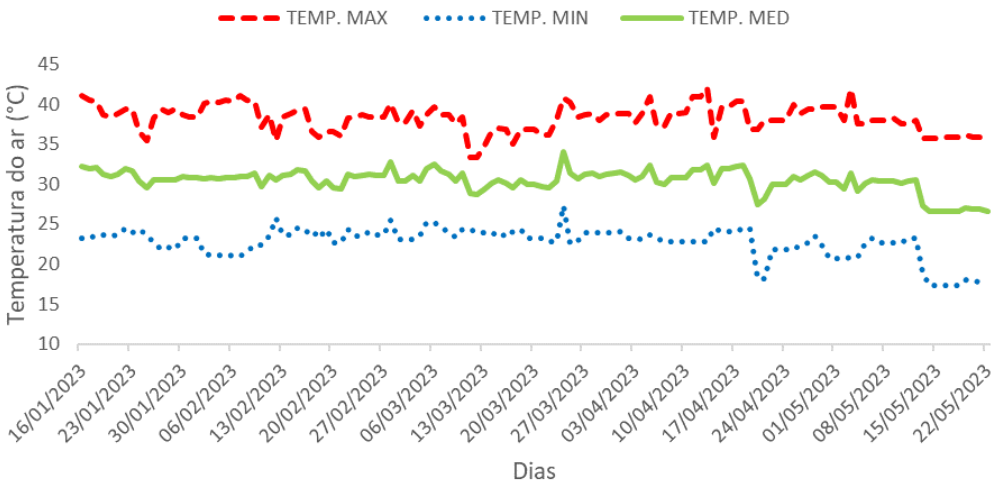


Figura 3. Variação diária da temperatura máxima, média e mínima durante a condução do experimento. Fonte: elaborado pelo autor.

A umidade relativa do ar máxima, média e mínima no decorrer dos dias que compreenderam o experimento, podem ser observadas na Figura 4. A umidade relativa máxima foi registrada no mês de maio (90%) e a mínima no mês de abril (28%), sendo 60,3% de umidade relativa média do ar, no interior da casa de vegetação, durante a condução do experimento.

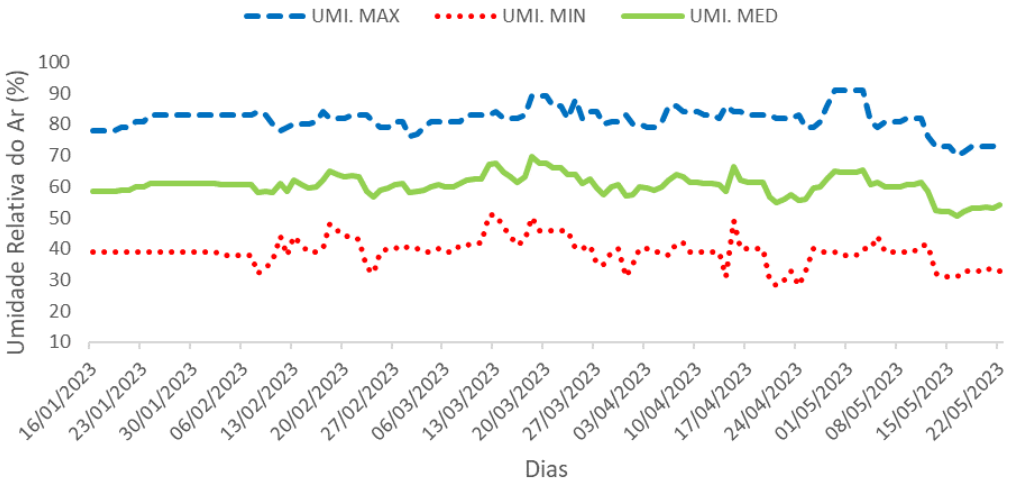
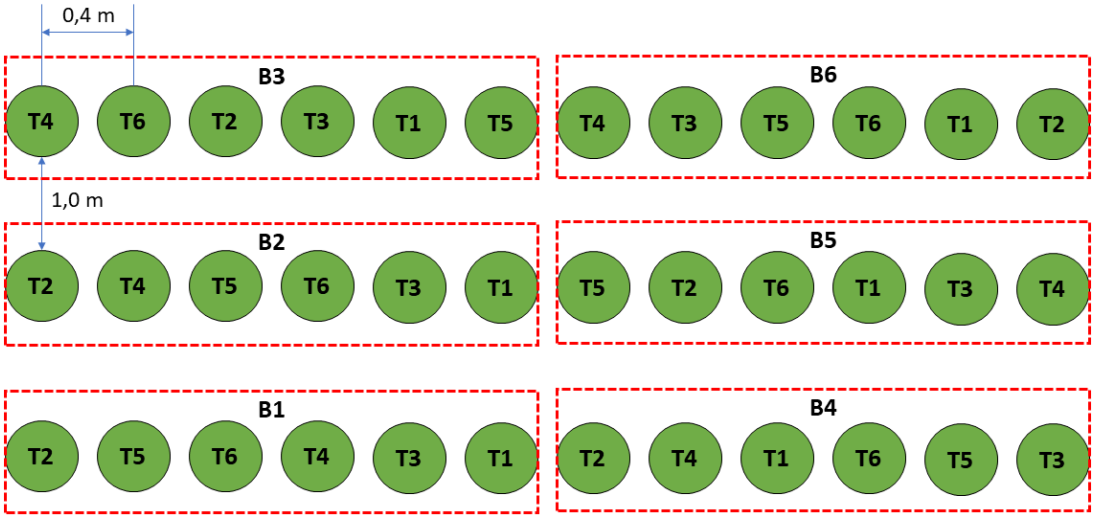


Figura 4. Variação diária da umidade relativa do ar máxima, média e mínima durante a condução do experimento. Fonte: elaborado pelo autor.

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 2x3, sendo três taxas de reposição da evapotranspiração da cultura (ETc) (100%; 200% e 300% da ETc) e dois tipos de substratos comerciais, com seis repetições, perfazendo-se 36 unidades experimentais, conforme Figura 5.



Legenda: T1 (100% ETc + Substrato 1); T2 (200% ETc + Substrato 1; T3 (300% ETc + Substrato 1); T4 (100% ETc + Substrato 2); T5 (200% + Substrato 2); T6 (300% + Substrato 2).

Figura 5. Disposição dos tratamentos de acordo com o delineamento proposto. Fonte: elaborado pelo autor.

3.3 Caracterização dos substratos

As plantas de tomate foram cultivadas em dois substratos comerciais, que serão aqui caraterizados por sua composição. O substrato 1 (SB1) é composto por mistura de turfa de esfagno, vermiculita expandida, gesso agrícola, calcário dolomítico e traços de fertilizantes NPK, e o substrato 2 (SB2) é composto por mistura de casca de pinus, turfa de esfagno, vermiculita expandida, PG Mix 14.16.18, nitrato de potássio e superfosfato simples. Os atributos físicos e químicos dos substratos utilizados no experimento estão descritos na tabela 1.

. **Tabela 1.** Atributos físico-químicos dos substratos comerciais utilizados.

Atributos físico-químicos	Substrato 1 (SB1)	Substrato 2 (SB2)
pH	5,5±0,5	5,8±0,3
EC (dS m^{-1})	0,7±0,3	0,5±0,3
Densidade (kg m^{-3})	145	200
Capacidade de retenção de água (CRA10)	55%	60%

3.4 Manejo da adubação

A adubação foi realizada por meio da fertirrigação, preparando soluções concentradas para cada fase de desenvolvimento da cultura. Os sais utilizados, preparo das soluções concentradas e proporção da diluição no reservatório do sistema de irrigação, foram baseadas conforme NICK et al., 2018 e estão descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Composição das soluções concentradas A e B e respectivas diluições para o preparo de 1.000 L de solução nutritiva para as fases vegetativa (VEG – do transplante de mudas até o florescimento), início da frutificação (INICIO FRUT – do florescimento até o amadurecimento dos primeiros frutos) e frutificação (FRUT - do amadurecimento dos primeiros frutos até o final da colheita.

	VEG A	VEG B	INÍCIO FRUT A	INÍCIO FRUT B	FRUT A	FRUT B
Sal/Adubo	**kg/100L**					
Nitrato de potássio	0,0	5,0	0,0	6,67	0,0	6,67
Nitrato de cálcio	8,3	0,0	8,3	0,0	8,3	0,0
Monopotássio de fosfato	0,0	2,0	0,0	2,5	0,0	2,5
Sulfato de magnésio	0,0	5,0	0,0	5,0	0,0	5,83
Sulfato de potássio	0,0	0,0	0,0	0,67	0,0	1,25
Cloreto de potássio	0,0	0,0	0,63	0,0	1,25	0,0
Conmicros standard	0,0	0,3	0,0	0,3	0,0	0,3
Diluições: volume de A&B, L/1000L	8,0		8,0		8,0	
Condutividade elétrica, dS/m	2,0-2,1		2,5-2,6		3,0-3,1	
Relação K/N	1,23		1,73		1,99	

3.5 Sistema de fertirrigação

O sistema de fertirrigação utilizado foi por gotejamento, controlado por timer digital programado com pulsos de fertirrigação com 1 min de duração conforme a evapotranspiração da cultura (ETc). A reposição da ETc, foi condicionada ao número de gotejadores em cada unidade experimental (ETc-100%, 1 gotejador; ETc-200%, 2 gotejadores; e ETc-300%, 3 gotejadores).

O sistema foi composto por um timer digital, reservatório de 500 litros, motobomba de 0,5 cv, registro de gaveta, filtro de disco de 120 mesh, manômetro de pressão, válvula ventosa, válvula de retenção e acessórios de PVC (Policloreto de Vinila), tubo de polietileno de 16 mm, gotejadores autocompensantes de 4 L h^{-1}, microtubos e estacas gotejadoras (Figura 6).

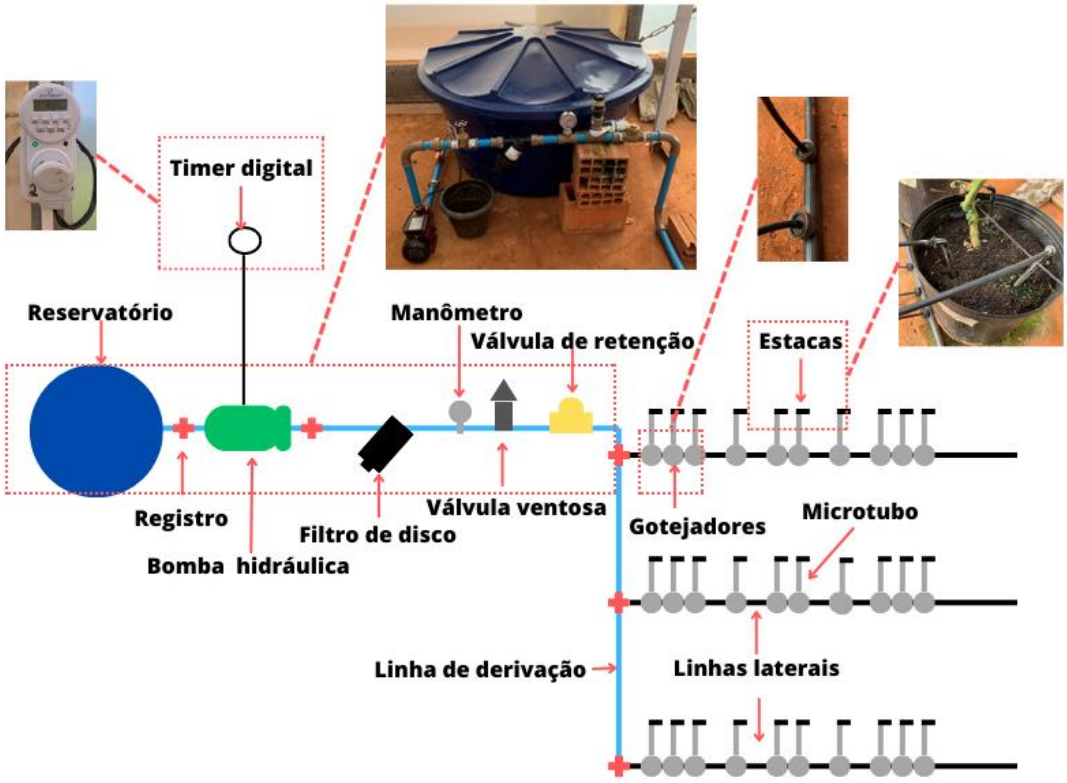


Figura 6. Representação esquemática do sistema de irrigação. Fonte: elaborado pelo autor.

3.6 Manejo da irrigação utilizando tanque evaporímetro

Para a determinação da ETo, foram coletados diariamente a lâmina evaporada em um tanque evaporímetro de tamanho reduzido instalado dentro da casa de vegetação (Figura 7). A lâmina média diária evaporada no tanque foi de 2,55 mm do transplantio até a finalização do experimento.

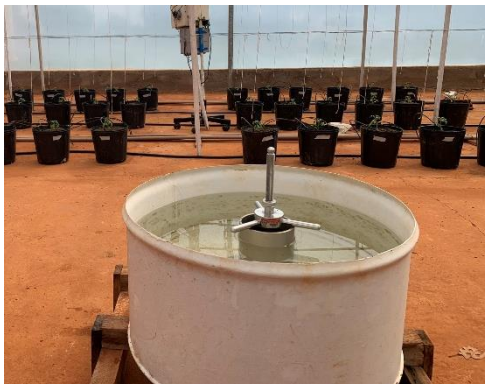


Figura 7. Tanque evaporímetro reduzido (Classe A). Fonte: autor.

A ETo foi determinada pela Equação 1 conforme descrita por Montovani et al. (2006):

$$ETo = EV \times Kt \quad (1)$$

em que:

ETo - evapotranspiração de referência, mm d^{-1}.

Kt - coeficiente do tanque, adimensional.

EV - evaporação do tanque, mm d^{-1}.

O coeficiente de tanque foi determinado em função do diâmetro do tanque, de dados climatológicos e do ambiente em que estava instalado (considerado 1, para interior de estufas plásticas) (FARIAS et al.,1994; FERNANDES et al., 2004).

A lâmina bruta aplicada foi calculada através da Equação 2 (MANTOVANI et al., 2006):

$$LB = \frac{ETo \times Kc}{Ef} \quad (2)$$

em que:

LB - lâmina bruta, mm d^{-1}.

ETo - evapotranspiração de referência, mm d^{-1}.

Kc - coeficiente de cultura, adimensional.

Ef - eficiência do sistema de irrigação (0,95).

O Kc utilizado em cada estágio de desenvolvimento do tomateiro foi conforme a recomendação de Macêdo & Alvarenga (2005) (Tabela 3).

Tabela 3. Coeficientes de cultivo (Kc) utilizados no experimento.

Estágio	I	II	III	IV
Kc	0,6	0,9	1,15	0,9

I - transplantio até 10% do desenvolvimento vegetativo; II - final da fase I até o início da fase de floração; III - final da fase II até o início da maturação; IV - final da fase III até o final da colheita.

A uniformidade de distribuição (UD) do sistema de fertirrigação, conhecida como eficiência do sistema de irrigação (Ef), foi realizada segundo o método proposto por Keller e Karmeli (1975). O método consiste na obtenção das vazões em quatro pontos ao longo das linhas laterais, sendo o primeiro gotejador, o gotejador situado a 1/3 bem como, a 2/3 do comprimento e o último gotejador. Como nosso sistema possui somente três linhas laterais, o teste foi realizado nas três linhas.

O cálculo do coeficiente de uniformidade de distribuição do sistema foi feito por meio da Equação 3, obtendo-se o coeficiente de distribuição de 95%.

$$UD = \frac{q25}{qm} \times 100 \quad (3)$$

em que:

UD - coeficiente de distribuição, (%).

q25 - média de 25% das vazões com menores valores, L h^{-1}.

qm - média de todas as vazões, L h^{-1}.

O tempo de irrigação foi calculado de acordo com a Equação 4 (MANTOVANI et al., 2006):

$$Ti = \frac{LB}{Ia} \quad (4)$$

em que:

Ti - tempo de irrigação, h.

LB - lâmina bruta, mm d^{-1}.

Ia - intensidade de aplicação, mm h^{-1}.

A intensidade de irrigação foi determinada por meio da Equação 5 (MANTOVANI et al., 2006):

$$Ia = \frac{n \times v}{ec} \quad (5)$$

em que:

Ia - intensidade de aplicação, mm h^{-1}.

n - número de emissores por planta.

v - vazão do emissor, L h^{-1}.

ec - área do vaso, 0,050 m^2.

3.7 Instalação e condução do experimento

As mudas de tomateiro foram produzidas em bandejas de plástico de poliestireno com 128 células preenchidas com substrato comercial. Essas mudas foram adquiridas com 35 dias de desenvolvimento em viveiro licenciado, localizado no município de Campo Verde – MT a 120 km de Rondonópolis-MT.

Os vasos com capacidade de 8 dm^3 foram preenchidos com seus respectivos substratos. O transplantio das mudas foi realizado quando as mudas apresentavam de três a quatro folhas verdadeiras, sendo transplantada uma muda por vaso (Figura 8).

Figura 8. Transplantio das mudas nos vasos preenchidos com os substratos. Fonte: autor.

Os tratamentos em função das disponibilidades hídricas foram diferenciados após os doze dias do transplantio. Aos trinta dias após o transplantio, foi realizado a “poda belga”, corte da haste principal (Figura 9A), deixando dois brotos laterais.

As plantas foram tutoradas e conduzidas com duas hastes até cerca de 1,5 – 1,7 m (Figura 9C) de altura em relação ao colo da planta, eliminando os brotos laterais conforme descrição de Marim et al. (2005) (Figura 9B).

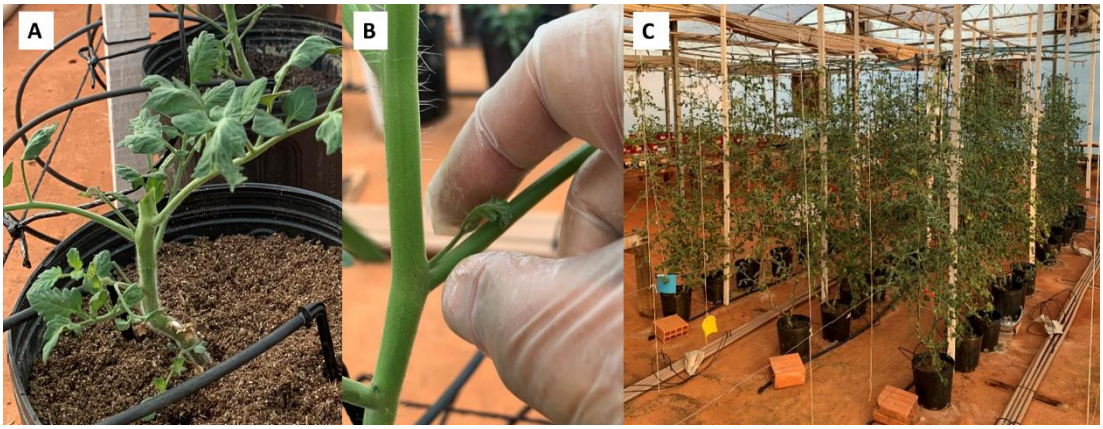


Figura 9. Corte da haste principal “poda belga” (A); Retirada de brotos laterais (B); Visão geral do experimento com o sistema de tutoramento (C). Fonte: autor.

3.8 Colheita do experimento

A primeira colheita dos frutos de tomate ocorreu aos 71 DAT estendendo-se até os 120 DAT, totalizando doze colheitas. A colheita foi realizada de forma manual quando os frutos apresentavam coloração vermelha (Figura 10).

Figura 10. Frutos de tomates na coloração vermelha em ponto de colheita. Fonte: elaborado pelo autor.

Os primeiros tratamentos que chegaram ao ponto de colheita foram os T2, T3, T5 e T6 (71 DAT). As colheitas nos tratamentos com as menores disponibilidades hídricas, T1 e T4, somente iniciaram-se aos 75 DAT.

3.9 Monitoramento e controle de pragas e doenças

O monitoramento periódico de pragas e doenças foi realizado com observação visual de sintomas e identificação do tipo de praga ou doença. Foram instaladas armadilhas adesivas com cola entomológica nas cores amarelo e azul, auxiliando no monitoramento das pragas (Figura 11 AB).

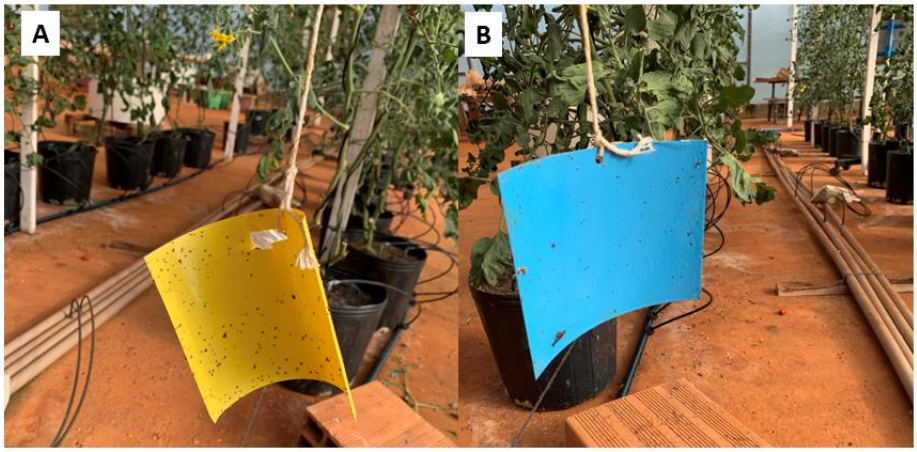


Figura 11. Armadilhas adesivas com cola entomológica na cor amarela (A) e azul (B). Fonte: autor.

No controle das pragas e doenças foram utilizados defensivos agrícolas registrados no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento para o uso na cultura do tomate, aplicados com o auxílio de um pulverizador costal manual com capacidade de 12 litros e os devidos equipamentos de proteção individual – EPI.

3.10 Variáveis analisadas

Avaliaram-se os efeitos dos tratamentos adotados sobre as características de crescimento (altura de planta e diâmetro de caule), fitomassa fresca e seca, produção (número de frutos e produtividade) e qualidade (diâmetro longitudinal e transversal de fruto, sólidos solúveis totais e acidez titulável) do tomateiro tipo cereja vermelho, cultivar “Santawest”.

3.10.1 Variáveis de crescimento

Aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio foi avaliado as seguintes variáveis: altura de planta (AP), medindo-se do colo até o ápice dela com o auxílio de uma fita métrica graduada; diâmetro do caule (DC), utilizando como referência o colo da planta, medido com o auxílio de um paquímetro digital graduado.

3.10.2 Fitomassa

A fitomassa fresca da parte aérea foi obtida aos 120 DAT, sendo que cada planta foi cortada e dividida em pequenos pedaços na altura do colo, acondicionados em sacos de papel kraft, identificados e pesados em balança de precisão de 0,1 g imediatamente após o corte. Para determinação da fitomassa seca da parte aérea, as amostras frescas foram levadas ao Laboratório de Manejo de Solo e Água do Núcleo de Pesquisa em Produção e Conservação no Cerrado (NUPEC) e secas em estufa de circulação de ar forçado a 65°C até atingir massa constante.

3.10.3 Variáveis de produção e qualidade do fruto

Para a produção, foram avaliados o número de frutos (NF) e a produtividade (PD). A qualidade de fruto foi avaliada determinando o diâmetro longitudinal dos frutos (DLF) (Figura 13A) e o diâmetro transversal dos frutos (DTF), com auxílio de um paquímetro digital (Figura 12B).

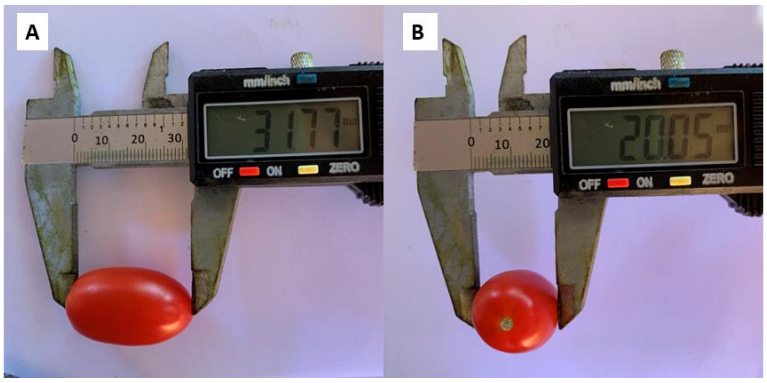


Figura 12. Determinação do diâmetro longitudinal (A) e transversal do fruto com auxílio do paquímetro analógico (B). Fonte: elaborado pelo autor.

Os frutos foram avaliados quanto à qualidade pelas características de sólidos solúveis totais (SST) determinado pelo uso de refratômetro portátil, acidez titulável total (ATT) por titulometria, conforme método Instituto Adolfo Lutz (1985), e a sua relação (SST/ATT).

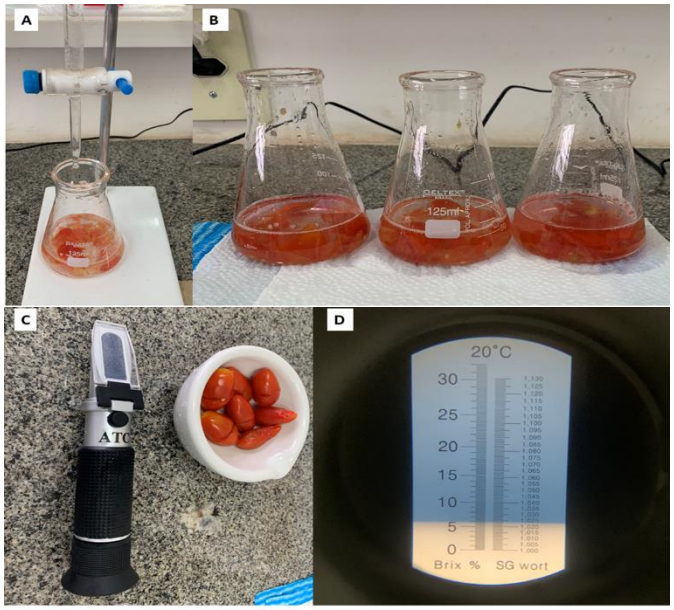


Figura 13. Titulação da polpa de tomate com hidróxido de sódio e reagente fenolftaleína (A); Coloração roseada após titulação (B); Refratômetro portátil e frutos para obtenção dos sólidos solúveis (C); Leitura de sólidos solúveis no refratômetro (D). Fonte: elaborado pelo autor.

3.10.4 Consumo e eficiência no uso da água

O consumo de água foi considerado desde o transplantio das mudas até o final do ciclo da cultura, obtido pelo acumulado das lâminas aplicadas por unidade experimental. A eficiência no uso da água foi obtida pela relação da produtividade pelo consumo de água.

3.11 Análise estatística

Os dados do experimento foram testados para normalidade (Shapiro-Wilk e Kolgomorov-Smirnov) e verificada a homoscedasticidade (Bartlett e Levene). Os tratamentos, normais e homogêneos, foram submetidos à análise de variância pelo teste F a 5% de probabilidade de erro e, quando detectada significância estatística, procedida a análise ao teste Tukey a 5% de probabilidade de erro e a análise de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas utilizando os procedimentos do software estatístico SISVAR v.5.8 conforme FERREIRA (2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Altura de planta

O resumo da análise de variância para altura de planta (AP) do tomate cereja em função de diferentes substratos comerciais e da disponibilidade hídrica aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT), está exposto na Tabela 4.

Tabela 4. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na altura de plantas (AP) aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F		
		AP 30 DAT	AP 60 DAT	AP 120 DAT
Bloco	5	1,71^{ns}	3,13*	2,31^{ns}
SB	1	1,20 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,76 ^{ns}
DH	2	0,71 ^{ns}	9,72*	3,17 ^{ns}
SB x DH	2	1,02 ^{ns}	1,92 ^{ns}	1,43 ^{ns}
Erro	25			
CV (%)		19,08	10,21	2,98
Média geral (cm)		31,81	111,09	162,01

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ^{ns}: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

A disponibilidade hídrica (DH) aplicada aos 60 dias após o transplantio (DAT) das plantas de tomate proporcionaram efeito isolado ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para variável altura de planta. Não houve efeito significativo do fator tipos de substrato (SB), assim como também não houve interação entre tipos de substrato e disponibilidade hídrica nos intervalos avaliados (Tabela 4).

O resultado não significativo para as avaliações de AP30 e AP120, principalmente a AP120, com relação a lâmina de irrigação contraria o estudo como o de Silva et. Al. (2014) que observaram um aumento da altura de planta conforme eleva-se a taxa de reposição de água na cultura do tomate.

A avaliação aos 60 dias DAT (AP60) da variável altura de planta ajustou-se ao modelo linear de regressão, com a maior altura média de planta (120,8 cm) observada na disponibilidade hídrica de 300% da ETc (Figura 14).

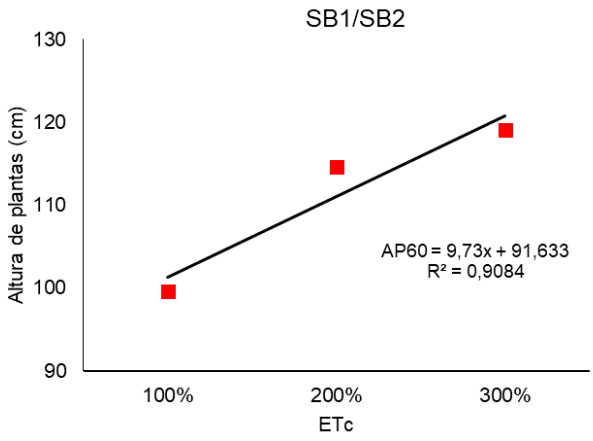


Figura 14. Altura de planta em função da disponibilidade hídrica aos 60 dias após o transplantio no tomate cereja Santawest.

Macêdo & Alvarenga (2005) avaliando o tomateiro híbrido Bônus F1 sob lâminas de água, correlacionam a altura de planta com a disponibilidade hídrica, obtendo maior crescimento com aumento das lâminas de água. Kubo (2022) avaliando o tomateiro cereja aos 95 dias após a germinação (DAG) sob diferentes lâminas de irrigação, observou um comportamento linear crescente da variável altura de planta com relação a disponibilidade hídrica.

4.2 Diâmetro de caule

O resumo da análise de variância para diâmetro de caule (DC) do tomate cereja em função de diferentes substratos comerciais e da disponibilidade hídrica aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT), pode ser observado na Tabela 5.

Verificou-se efeito isolado para a disponibilidade hídrica (DH) aplicada aos 60 dias após o transplantio (DAT) das plantas de tomate ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F para variável diâmetro de caule. Não houve efeito significativo do fator tipos de substrato (SB), assim como também não houve interação entre tipos de substrato e disponibilidade hídrica nos intervalos avaliados (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) no diâmetro do caule (DC) aos 30, 60 e 120 dias após o transplantio (DAT) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F		
		DC 30 DAT	DC 60 DAT	DC 120 DAT
Bloco	5	0,59ns	1,74 ns	1,31ns
SB	1	0,34 ns	1,77 ns	0,57 ns
DH	2	2,62 ns	5,49*	2,52 ns
SB x DH	2	0,14 ns	0,52 ns	0,33 ns
Erro	25			
CV (%)		9,84	7,87	16,15
Média geral (mm)		8,38	10,2	13,47

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

A avaliação aos 60 dias DAT da variável diâmetro do caule ajustou-se ao modelo linear de regressão, apresentando o maior diâmetro do caule (10,71 mm) na disponibilidade hídrica de 300% da ETc (Figura 15).

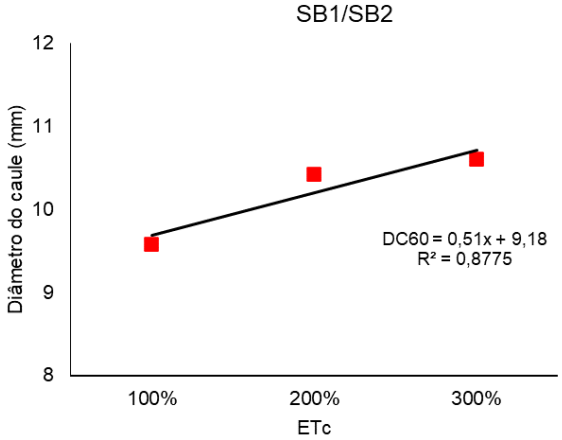


Figura 15. Diâmetro do caule em função da disponibilidade hídrica aos 60 dias após o transplantio no tomate cereja Santawest.

Almeida et al. (2020) testando o desenvolvimento vegetativo do tomate em substrato de fibra de coco com relação a disponibilidade hídrica, encontrou um valor médio de 10,64 mm do diâmetro do caule na lâmina de 122% ETc. Esse valor médio observado pelos autores, aproximou-se do valor médio em DC60 (10,2 mm) e foi inferior ao valor médio encontrado em DC120 (13,47 mm) neste experimento.

Em se tratando de disponibilidade hídrica, houve uma correlação com Candido et al. (2015), Pacheco (2017) e Kubo (2022) em testes com tomate cereja cultivado em solo que observaram no tomate sob lâminas de água, a redução do diâmetro do caule com a diminuição da disponibilidade hídrica.

4.3 Fitomassa

O resumo da análise de variância para a fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas aos 120 dias após o transplantio (DAT), encontra-se na Tabela 6.

Tabela 6. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na fitomassa fresca da parte aérea (FFPA) e fitomassa seca da parte aérea (FSPA) aos 120 dias após o transplantio (DAT) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F	
		FFPA	FSPA
Bloco	5	5,25*	0,56 ns
SB	1	0,97 ns	0,99 ns
DH	2	149,45*	54,81*
SB x DH	2	1,82 ns	1,39 ns
Erro	25		
CV (%)		10,65	16,22
Média geral (g)		783,41	202,24

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

Foi observado que houve efeito significativo isolado para disponibilidade hídrica (DH) na fitomassa fresca e seca da parte aérea das plantas de tomate ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de F. Não houve efeito significativo do fator tipos de substrato (SB), assim como também não houve interação entre tipos de substrato e disponibilidade hídrica nos intervalos avaliados (Tabela 6).

Para ambas as fitomassas avaliadas houve ajuste ao modelo linear crescente de regressão. Os maiores valores para fitomassa fresca da parte aérea (1074,42 g planta^{-1}) e fitomassa seca da parte aérea (271,26 g planta^{-1}), dentro do intervalo experimental, foram observados na disponibilidade hídrica de 300% da ETc, sendo um

incremento de 118% e 103% com relação ao menor nível de disponibilidade hídrica, respectivamente (Figura 16 AB).

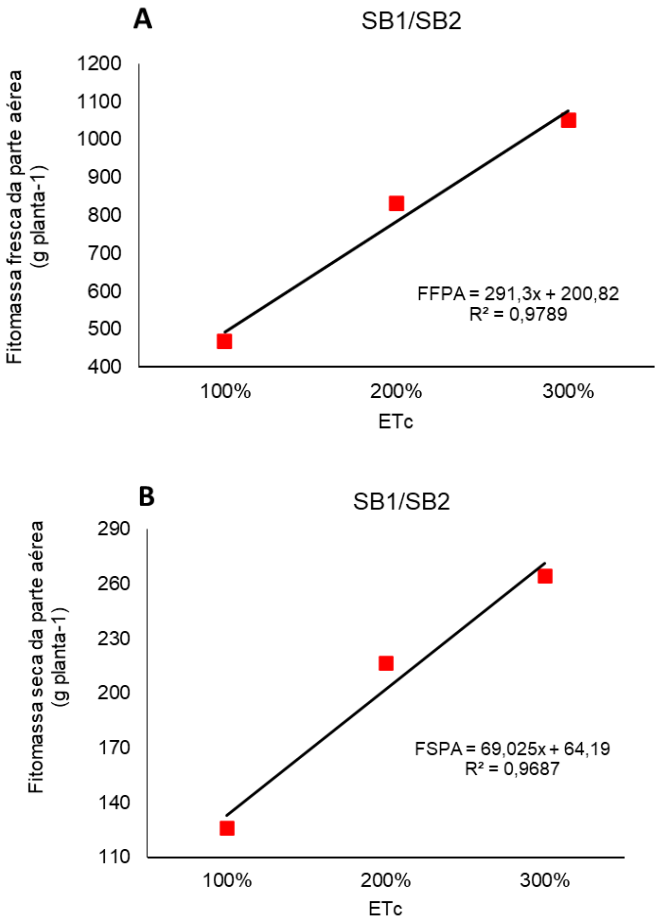


Figura 16. Fitomassa fresca da parte aérea (A) e fitomassa seca da parte aérea (B) em função da disponibilidade hídrica aos 120 dias após o transplantio do tomate cereja Santawest.

Oliveira et al. (2012) avaliando níveis de água disponível no solo na cultura do girassol e Kubo (2022) testando lâminas de irrigação no cultivo do tomate cereja em solo, encontraram comportamento semelhante do aumento da fitomassa fresca da parte aérea com o aumento do nível de água disponível. Estes resultados podem estrar associados ao suprimento correto de água para as plantas, sabendo que é fundamental para processos metabólicos, proporcionando o funcionamento correto do sistema e pleno desenvolvimento da planta.

Soares et al. (2011), em experimento com o tomateiro cultivar “Nemadouro” sob estresse hídrico, obtiveram resultados significativos para a variável fitomassa seca da parte aérea com comportamento linear e crescente com o aumento da disponibilidade

hídrica, sendo que os melhores resultados foram obtidos na lâmina de 120% da evapotranspiração real.

Para a disponibilidade hídrica, observa-se correlação com Candido et al. (2015), no qual avaliaram o tomateiro sob lâminas de água, e observaram o aumento da fitomassa seca da parte aérea com o aumento da lâmina de água e com Bowles et al. (2016), em estudo com o tomateiro em condições de déficit hídrico, constatando a redução da fitomassa seca da parte aérea.

A capacidade de síntese, armazenamento e transporte de fitoassimilados das plantas aumentam com uma maior parte aérea, a fim de atender a demanda dos drenos como o desenvolvimento vegetal e formação dos frutos (TAIZ & ZEIGER, 2013).

4.4 Número de frutos

O resumo da análise de variância para a variável número de frutos (NF) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas, encontra-se na Tabela 7.

A variável número de frutos apresentou efeito significativo isolado para disponibilidade hídrica (DH) ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F. Não houve efeito significativo do fator tipos de substrato (SB), assim como também não houve interação entre tipos de substrato e disponibilidade hídrica nos intervalos avaliados (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) no número de frutos (NF) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F
		NF
Bloco	5	1,27 ns
SB	1	2,67 ns
DH	2	10,34*
SB x DH	2	0,064 ns
Erro	25	
CV (%)		31,64
Média geral (unidades)		80,13

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

A variável número de frutos ajustou-se ao modelo linear de regressão, obtendo-se o maior número médio de frutos (103 unidades), dentro do intervalo experimental, na disponibilidade hídrica de 300% da ETc (Figura 17).

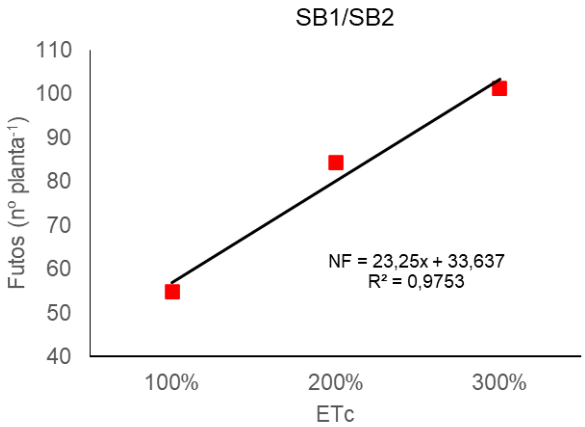


Figura 17. Número de frutos em função da disponibilidade hídrica no tomate cereja Santawest.

Souza et al. (2019), afirma que altas temperaturas dentro da casa de vegetação pode provocar abortamento de flores, formação de frutos pequenos, e consequentemente menor produção, afetando de maneira geral a produção final. Assim, com a temperatura média elevada (30,4 °C), a demanda hídrica da cultura do tomate aumenta, podendo ter colaborado para a redução no número de frutos no menor nível de reposição hídrica (100% ETc).

Com relação a disponibilidade hídrica, foi observado por Pacheco (2017) em experimento com o tomateiro cultivar “BRS Iracema” sob influência de diferentes lâminas de irrigação, o aumento no número de frutos com o aumento da disponibilidade hídrica.

4.5 Diâmetro longitudinal e transversal do fruto

O resumo da análise de variância para a diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e diâmetro transversal do fruto (DTF) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas, encontra-se na Tabela 6.

Tabela 8. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) nas variáveis diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e diâmetro transversal do fruto (DTF) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F	
		DLF	DTF
Bloco	5	2,42 ns	0,52 ns
SB	1	0,00 ns	1,22 ns
DH	2	20,23*	13,18*
SB x DH	2	7,72*	4,41*
Erro	25		
CV (%)		4,89	6,02
Média geral (mm)		29,20	18,05

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

O fator disponibilidade hídrica (DH) influenciou significativamente ao nível de 5% pelo teste F para os diâmetros longitudinal e transversal do fruto. O teste F não revelou efeito significativo do fator tipo de substrato (SB). A interação entre os fatores (SB) x (DH) foi significativa ao nível de 5% pelo teste F (Tabela 8).

Para o diâmetro longitudinal do fruto (DLF) e diâmetro transversal do fruto (DTF), observou-se comportamento linear crescente para as disponibilidades hídricas de 200% e 300% da ETc, com maiores diâmetros para o substrato SB2, 30,5 e 31,3 mm no DLF e 18,01 e 18,95 mm no DTF, respectivamente. Na disponibilidade hídrica de 100% da ETc, o comportamento foi o inverso, sendo linear decrescente, com

maiores valores de diâmetro de fruto para o substrato SB1, 28,4 mm no DLF e 17,78 mm no DTF (Figura 18AB).

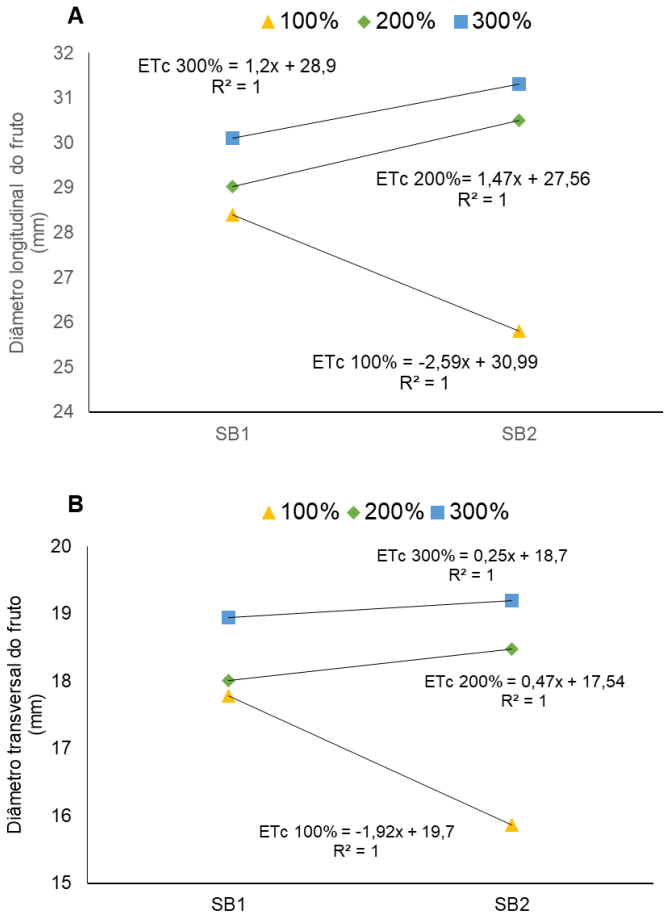


Figura 18. Diâmetro longitudinal do fruto (DLF) (A) e diâmetro transversal do fruto (DTF) (B) em função da disponibilidade hídrica no tomate cereja Santawest.

A diferença observada na disponibilidade hídrica de 100% da ETc entre os substratos SB1 e SB2 pode estar relacionada a capacidade de retenção da umidade no substrato, onde o substrato SB1 possui particulados menores, formando agregados com maior proporção de microporos, diferentemente do substrato SB2, com particulados maiores, prevalecendo a formação de macroporos, com tendência a maior perda da água por evaporação.

Os valores do diâmetro longitudinal dos frutos, corroboram com Soares et al. (2011), que avaliando o tomateiro cultivar “Nemaduro” sob lâminas de água, cultivado em solo, também observaram uma redução no diâmetro longitudinal do tomate com a diminuição da água disponível. A redução do diâmetro transversal do tomate com a diminuição da água disponível, também foi observado por Soares et al. (2013),

Candido et al. (2015) e Pacheco (2017), que trabalharam com diferentes disponibilidades hídricas.

4.6 Sólidos solúveis totais

O resumo da análise de variância para os sólidos solúveis totais (SST) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas, encontra-se na Tabela 9.

Tabela 9. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na variável de sólidos solúveis totais (SST) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F SST
Bloco	5	0,65 ns
SB	1	3,13 ns
DH	2	16,23*
SB x DH	2	3,93*
Erro	25	
CV (%)		9,54
Média geral (°Brix)		11,05

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

O fator disponibilidade hídrica (DH) influenciou significativamente ao nível de 5% pelo teste F no teor de sólidos solúveis totais. O teste F não revelou efeito significativo do fator tipo de substrato (SB), havendo interação entre os fatores (SB) x (DH) foi significativa ao nível de 5% pelo teste F (Tabela 9).

Para o teor de sólidos solúveis totais, analisando os níveis de disponibilidades hídricas para os tipos de substrato, observou comportamento distintos entre os substratos (Figura 19). Inicialmente, para as disponibilidades hídricas de 200% e 300% da ETc, tivemos ajuste linear decrescente, com maiores valores, 11,85 e 10,38 de °Brix, respectivamente, no substrato SB1. Na disponibilidade hídrica de 100% da ETc, o comportamento foi o inverso, sendo linear crescente, com maior teor de açucares (12,56 °Brix) nos frutos do tratamento com o substrato SB2.

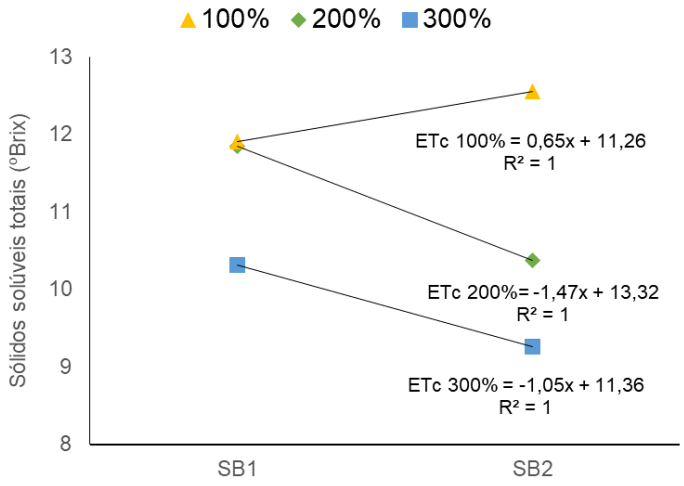


Figura 19. Sólidos solúveis totais de fruto de plantas de tomate cereja Santawest em função da disponibilidade hídrica.

Kubo (2022), avaliando o tomateiro cereja sob diferentes lâminas de irrigação cultivado em solo em ambiente protegido, encontrou o mesmo comportamento de redução dos sólidos solúveis totais com o aumento da água disponível. Todavia, os teores de concentração de sólidos solúveis totais encontrados (7 a 8 °Brix), maior e menor lâmina de água, respectivamente, foram inferiores aos teores encontrados no presente estudo.

4.7 Acidez titulável total

Para o resumo da análise de variância, pode ser observado conforme a Tabela 8, os valores de acidez titulável total (ATT) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas.

A acidez titulável total não apresentou diferença significativa para os fatores isolados de tipos de substratos (SB) e a disponibilidade hídrica (DH), nem como para a interação entre os fatores ao nível de 5% pelo teste F. A média obtida da acidez foi de 0,45 g ácido cítrico/100 ml, conforme Tabela 10.

Tabela 10. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na variável de acidez titulável total (ATT) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F
		ATT
Bloco	5	0,99 ns
SB	1	0,02 ns
DH	2	2,57 ns
SB x DH	2	1,06 ns
Erro	25	
CV (%)		19,43
Média geral (g ácido cítrico/100 ml)		0,45

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

Pacheco (2017), avaliando o tomate cereja sob disponibilidade hídrica, assim como o presente estudo, também não encontrou diferença significativa na acidez titulável total, obtendo uma média de 0,38 g ácido cítrico/100 ml de suco.

Wamser et al. (2022), em experimento com o tomate grape cultivado em substrato, observaram o aumento da acidez titulável total com a redução da disponibilidade hídrica.

4.8 Relação SST/ATT

O resumo da análise de variância para a relação entre sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulavel total (ATT) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas, encontra-se na Tabela 11.

Avaliando a relação entre sólidos solúveis totais (SST) e a acidez titulavel total (ATT), não apresentou diferença significativa tanto para os fatores isolados quanto a sua interação ao nível de 5% pelo teste F, com um valor médio de 25,05, conforme Tabela 11.

Tabela 11. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na relação entre sólidos solúveis totais (SST) e acidez titulável total (ATT) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F SST/ATT
Bloco	5	1,63 ns
SB	1	0,89 ns
DH	2	1,29 ns
SB x DH	2	0,30 ns
Erro	25	
CV (%)		19,04
Média geral (admissional)		25,05

Níveis de significância: *0,01<p<0,05ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

Pacheco (2017), avaliando o desempenho do tomate cereja sob diferentes níveis de água disponível, encontrou o valor de 16,5 na relação SST/ATT, valor este inferior à média geral encontrada no presente estudo. Uma relação SST/ATT elevada indica que os frutos de tomate apresentam uma combinação de açúcar e ácido que se correlacionam com sabor suave, se sobressaindo no paladar os açúcares (MONTEIRO et al., 2008).

O aumento do teor de sólidos solúveis e acidez na polpa tomate com o uso do estresse hídrico, principalmente pelo aumento da salinidade da solução nutritiva, é uma estratégia utilizada por muitos produtores (WAMSER et al., 2022).

4.9 Produtividade

O resumo da análise de variância para a variável produtividade (PD) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas, encontra-se na Tabela 12.

O fator disponibilidade hídrica (DH) apresentou diferença significativa ao nível de 5% de significância pelo teste F na produtividade de tomate cereja. O teste F não revelou efeito significativo do fator tipo de substrato (SB) e nem na interação entre os fatores (SB) x (DH) ao nível de 5% pelo teste F (Tabela 12).

Tabela 12. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na produtividade (PD) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F PD
Bloco	5	0,76 ns
SB	1	0,39 ns
DH	2	15,74*
SB x DH	2	1,60 ns
Erro	25	
CV (%)		50,93
Média geral (g)		230,47

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

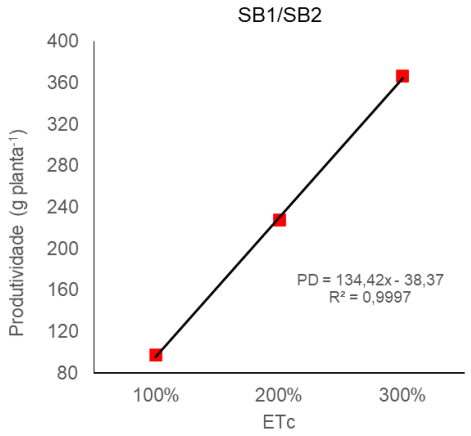


Figura 20. Produtividade de plantas de tomate cereja Santawest sob disponibilidade hídrica.

A variável produtividade ajustou-se ao modelo linear de regressão, com maiores valores produtivos (364,8 g planta^{-1}) para a disponibilidade hídrica de 300% da ETc, sendo 73,7% mais produtivo quando comparado a menor disponibilidade hídrica (Figura 20).

Kubo (2022), avaliando a produtividade do tomate cereja cultivado em vaso com solo em ambiente protegido sob lâminas de irrigação, obteve a maior produtividade (550 g planta^{-1}) para a lâmina de 100 % da capacidade de campo, sendo superior a encontrada no presente estudo.

Pacheco (2017), analisando o tomate cereja cultivar “BRS Iracema” cultivado em solo na casa de vegetação sob lâminas de irrigação no município de Rondonópolis-MT, alcançou uma produtividade máxima de 406 g planta^{-1} no maior

nível de água disponível. Vale ressaltar que o experimento mencionado e o atual estudo, foram realizados na mesma localidade, ambiente de cultivo e época do ano. O meio de cultivo (solo) e a determinação da lâmina de irrigação (sensor de umidade) foram diferentes dentre os experimentos, mesmo assim apresentando valores próximos de produtividade.

4.10 Consumo e eficiência no uso da água

O consumo de água para as disponibilidades hídricas de 100%, 200% e 300% da ETc foram de 28,13, 56,26 e 84,39 dm^3, respectivamente. Kuşçu et al. (2014) e Zhang et al. (2016), que avaliaram o tomate sob lâminas de água, observaram o aumento da evapotranspiração com o aumento da lâmina aplicada. Outro ponto que vale ser mencionado era a não ocorrência da drenagem das unidades experimentais, independentemente da disponibilidade hídrica aplicada neste experimento. Neste contexto, é possível afirmar que a demanda hídrica da cultura do tomate cereja, cultivar Santawest, cultivado em substratos em ambiente protegido, necessitava de maior disponibilidade hídrica além da máxima fornecida.

Para a variável eficiência no uso da água (EUA), não houve diferença significativa tanto para os fatores isolados quanto a sua interação ao nível de 5% pelo teste F, apresentando valor médio de 3,95 g dm^{-3}, conforme Tabela 11. O resumo da análise de variância para a eficiência no uso da água (EUA) do tomateiro tipo cereja em diferentes substratos comerciais e disponibilidades hídricas, encontra-se na Tabela 13.

Tabela 13. Resumo da análise de variância com valores de F para tipos de substrato (SB) e disponibilidade hídrica (DH) na eficiência no uso da água (EUA) do tomate cereja Santawest.

Fonte de variação	GL	Estatística F
		EUA
Bloco	5	0,62 ns
SB	1	0,02 ns
DH	2	0,71 ns
SB x DH	2	2,32 ns
Erro	25	
CV (%)		46,10
Média geral (g dm^{-3})		3,95

Níveis de significância: *0,01<p<0,05; ns: Diferença não significativa. CV: Coeficiente de variação; GL: Graus de liberdade.

Pacheco (2017), avaliando o tomate cereja em solo no ambiente protegido para a variável eficiência no uso da água, encontrou valores entre 4,40 e 9,75 g dm^{-3}, sendo valores ainda superiores ao valor médio encontrado no presente estudo.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para as condições do presente estudo, seria recomendado a utilização de cultivares melhor adaptadas e/ou tolerantes a altas temperaturas durante todo o período de desenvolvimento da cultura. A utilização do tanque Classe A para o manejo da irrigação nos cultivos em substrato, pode subestimar a real necessidade hídrica demandada pela cultura.

6 CONCLUSÕES

Ambos os substratos comerciais podem ser utilizados para a produção do tomate cereja cultivado em vaso.

A disponibilidade hídrica de 300% da ETc, maior no intervalo experimental, proporciona melhor desenvolvimento vegetativo das plantas, maior quantidade e tamanho de frutos e, uma maior produtividade.

Menor lâmina de irrigação em conjunto com os substratos utilizados no presente estudo propicia os maiores valores de sólidos solúveis totais (SST).

REFERÊNCIAS

ALARCON, A.L.; MADRID, R.; EGEA, C.; RINCÓN, L. Respuesta del melón Galia (Cv. Revigal) sobre lana de roca, a diferentes aguas de riego y zonas de cultivo. **Acta Horticulturae**, v. 16, p. 91 - 97, 1997.

ALBUQUERQUE, Paulo Emílio Pereira de. Estratégias de Manejo de Irrigação: Exemplos de Cálculo. Sete Lagoas, MG: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 24 p. (**Embrapa. Circular técnica, 136**).

ALMEIDA, R. C. de; DEUS, F. P. de; DIOTTO, A. V.; TEIXEIRA, A. L. P.; LEMOS, L. T. O.; PIZETTA, S. C.; VIEIRA, C. N. de G. Desenvolvimento vegetativo do tomateiro sweet heaven irrigado com água tratada magneticamente. **Brazilian Journal of Development**, 6(2), 5428–5434, 2020.

ALVARENGA, M. A. R. **Produção de tomate em campo, em casa de vegetação e em hidroponia.** Lavras: UFLA, 2004. 400 p.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia.** 2ª Edição rev. e ampl. Lavras: Editora Universitária de Lavras, 2013.

ALVES, J. S. **Germinação e desenvolvimento inicial de tomate em Diferentes substratos em Vilhena-RO.** 2019. 46 p. Trabalho de conclusão de curso. Faculdade da Amazônia (FAMA), Vilhena, 2019.

ARAÚJO, L.; SILVA, K. J. P.; LEMOS, L. M. C.; MILAGRES, C. C.; CARDOSO, D. S. C. P.; ALVES, L. C.; PEREIRA, P. R. G. 2013. Tomate cereja cultivado em diferentes concentrações de solução nutritiva no sistema hidropônico capilar. **Revista Unimontes Científica**, 15, 18-27.

BILDERBACK, T.E.; Warren, S.L.; Owen, J.S., Jr.; Albano, J.P. Healthy substrates need physicals. **Hort. Technol.** 2005, 15, 747–751.

BOWLES, T. M.; BARRIOS-MASIAS, F. H.; CARLISLE, E. A.; CAVAGNARO, T. R.; JACKSON, L. E. Effects of arbuscular mycorrhizae on tomato yield, nutrient uptake, water relations, and soil carbon dynamics under deficit irrigation in field conditions. **Science of the Total Environment**, v. 566-567, p. 1223–1234, 2016.

CANDIDO, V.; CAMPANELLI, G.; D'ADDABBO, T.; CASTRONUOVO, D.; PERNIOLA, M.; CAMELE, I. Growth and yield promoting effect of artificial mycorrhization on field tomato at different irrigation regimes. **Scientia Horticulturae**, v. 187, p. 35-43, 2015.

CARVALHO, L.A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.986-989, out-dez 2005.

CORREA, A.L.; FERNANDES, M.D.C.D.A.; AGUIAR, L.A.D. **Produção de tomate sob manejo orgânico**. Niterói: Programa Rio Rural, 2012.40p.

COSTA, L. A. M.; COSTA, M. S. S. M.; PEREIRA, D. C.; BERNARDI, F. H.; SÍLVIA, M. Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. **Rev. Ceres,** Viçosa, v. 60, n.5, p. 675-682, set/out, 2013.

DIAS, D. M.; RESENDE, J. T. V.; ZEIST, A. R.; GABRIEL, A.; SANTOS, M. H.; RESENDE, N. C. V.; GUERRA, E. P. Resistance of processing tomato genotypes to leafminer (Tuta absoluta). **Horticultura Brasileira**, v.37, p.40-46, 2019.

EMBRAPA HORTALIÇAS. **Cultivo de tomate para industrialização**. 2003

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. Produção de tomate em cultivo protegido e sem solo. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 2022.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R. Evapotranspiração no interior de estufas plásticas. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.2, p.17-22, 1994.

FERNANDES C; CORÁ JE; BRAZ LT. 2006. Desempenho de substratos no cultivo do tomateiro do grupo cereja. **Horticultura Brasileira**, 24: 42-46.

FERNANDES, C.; CORÁ, J. E.; ARAÚJO, J. A. C. **Utilização do tanque classe "A" para a estimativa da evapotranspiração de referência dentro da casa de vegetação.** Engenharia Agrícola, v.24, p.46-50, 2004.

FERREIRA, D.F. Sisvar: A computer statistical analysis system. **Ciência Agronômica**, v.35, p.1039-1042, 2011.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, MG: UFV. 2008. 421p.

FILHO, H. Desenvolvimento e produção do tomate cereja irrigado com diferentes concentrações e disponibilidade de água residuária. **Irriga**, v. 24, p. 582-593, 2019.

FONTES, P. C. F.; NICK, C. **Olericultura: teoria e prática**. 2 ed – Viçosa, MG: UFV, DAA, 2021. 614p.

GUILHERME, D; PINHO, L; CAVALCANTI, TFM; COSTA, CA; ALMEIDA, AC. 2014. Análise sensorial e físico-quimica de frutos tomate cereja orgânicos. **Revista Caatinga**, 41 181 -186.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa Agropecuária Municipal: Produção de Tomate.** Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 20-07-2023.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985. p. 1200.

JUBELINI, Giulia. Produção de frutas e hortaliças no Brasil destaca-se pela geração de empregos. **Revista Cultivar**, 2018. Disponível em:

<https://revistacultivar.com.br/noticias/producao-de-frutas-e-hortalicas-no-brasil-destaca-se-pela-geracao-de-empregos>. Acesso em: 04/09/2023.

KÄMPF, A. N.; TAKENE, R. J.; SIQUEIRA, P. T. V. D. Floricultura: técnica de preparo de substratos. Brasília (DF): LK **Editora e comunicação**, 2006. 132 p.

KELLER, J.; KARMELI, D. **Trickle irrigation design**. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133p.

KUBO, G. T. M. **Lâminas de irrigação e doses de biocarvão no crescimento, produção e qualidade do tomate cereja.** 2022. 76 f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2022.

KUŞÇU, H.; TURHAN, A.; DEMIR, A. O. The response of processing tomato to deficit irrigation at various phenological stages in a sub-humid environment. **Agricultural Water Management,** v. 133, p. 92-103, 2014.

LUCINI, T.; RESENDE, J. T.; OLIVEIRA, J. R.; SCABENI, C. J.; ZEIST, A. R.; RESENDE, N. C. Repellent effects of various cherry tomato accessions on the two-spotted spider mite Tetranychus urticaeKoch (Acari: Tetranychidae). **Genetics and Molecular Research**, v.15, n.1, 2016.

MA, F.; FAN, H. Use of Substrates for the Production of Quality Horticultural Crops. In Key Irrigation Technologies and Substrate Choice for Soilless Potted Flowers in Greenhouses, **Soilless Culture**; Asaduzzaman, M., Ed.; IntechOpen: London, UK, 2015; pp. 1–32.

MACÊDO, L. S.; ALVARENGA, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 2, 2005.

MANTOVANI, E. C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L. F. **Irrigação: princípios e métodos.** 3ª Edição, Viçosa: Editora Viçosa, 2009.

MANTOVANI, E. C.; Bernardo, S.; Palaretti, L. F. **Irrigação: Princípios e métodos.** Viçosa: UFV. 2006. 318p.

MARIM, B. G.; SILVA, D. J. H.; GUIMARÃES, M. A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. **Horticultura Brasileira, Brasília**, v. 23, n. 4, p. 951-955, 2005.

MARINHO. D. V. **Parâmetros genéticos para caracteres agronômicos no cruzamento de cultivares de tomate cereja (Solanum lycopersicum var. Cerasiforme) tolerantes a requeima (Phytophthora infestans).** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica, RJ. p. 22. 2018.

MAROUELLI, A. W.; SILVA, W. L. C. Frequência de irrigação por gotejamento durante o estádio vegetativo do tomateiro para processamento industrial “NFT”. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** n.7, v. 40, 2006.

MASTOURI, F.; HASSANDOKHT, M.R.; PADASHT DEHKAEI, M.N. The effect of application of agricultural waste compost on growing media and greenhouse lettuce yield. **Acta Horti**. 2005, 697, 153–158.

MEDEIROS, D. C., AZEVEDO, C. M. S. B., SOUSA, R. A., OLIVEIRA, C. J., & MARQUES, L. F. (2013). Qualidade de mudas de tomate em função do substrato e irrigação com efluentes de piscicultura. **Revista Brasileira de Ecologia**, 892, 170-175.

MENEZES JÚNIOR, F.O.G.; FERNANDES, H.S.; MAUCH, C.R.; SILVA, J.B. Caracterização de diferentes substratos e seu desempenho na produção de mudas de alface em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 18, n. 3, p. 164-170, novembro 2000.

MOELANTS, J.; SIMILON, L.; BOSMANS, L. Sustainable organic growing media in a commercial tomato growing system. **Acta Hortic**. 2021, 1317, 303–312.

MOLTIVA, M. J.; MACIÀ, A.; ROMERO, M. P.; LABRADOR, A.; DOMÍNGUEZ, A.; PEIRÓ, L. Optimization and validation of analytical methods for the simultaneous extraction of antioxidants: Application to the analysis of tomato sauces. **Food Chemistry,** v. 163, p. 234- 243, 2014.

MONTEIRO, C. S.; BALBI, M. E.; MIGUEL, O. G.; PENTEADO, P. D. S.; HARACEMIV, S. M. C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 19, n. 1, p. 25-31, 2008.

NICK, C.; SILVA, D. J. H.; BORÉM, A. **Tomate: do plantio a colheita.** Viçosa, MG: ed. UFV, 2018. 237p.

NURZNSKI, J. The yield of greenhouse tomato grown in straw and rockwool. **Folia Hort.** 2006, 18, 17–23.

OLIVEIRA, H. B. P.; SANTANA L. M.; SANTOS, C. E. R.; MAZZINI-GUEDES R. B. Casa de vegetação de baixo custo: construção e análise das condições ambientais. **Revista brasileira de engenharia e sustentabilidade**, v.7, esp, p.7-13, 2019.

OLIVEIRA, J. T. L.; CHAVES, L. H. G.; CAMPOS, V. B.; SANTOS JÚNIOR, J. A. S; FILHO, D. H. G Fitomassa de girassol cultivados sob adubação nitrogenada e níveis de água disponível no solo. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 6, n. 1, p. 23-32, 2012.

OLLE, M.; Nagouajio, M.; Simos, A. Vegetable quality and productivity as influenced by growing medium: A Review. **Zemdirb. Agric**. 2012, 99, 399–408.

PACHECO, A. B. **Tomateiro cereja sob disponibilidades hídricas e doses de potássio com irrigação semiautomatizada em ambiente protegido.** 2017. 86 f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Mato Grosso, Rondonópolis, 2017.

PEIXOTO, J. V. M.; MORAES, E. R.; PEIXOTO, J. M. L.; NASCIMENTO, A. R.; NEVES. J. G. Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 96-117, 2017.
ROSA MF; BEZERRA FC; CORREIA D; SANTOS FJS; ABREU FAP; FURTADO AAL; BRÍGIDO AKL; NORÕES ERV. 2002. **Utilização da casca de coco como substrato agrícola.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos 52. 24p.

ROSA, P. R. **Influência de diferentes substratos e lâminas de irrigação no cultivo da espécie *DianthuschinensisL.*** 2021. 49 p. Trabalho de conclusão de curso (Graduação). Universidade Federal do Pampa, Alegrete-RS, 2021.

SANTANA, M. J. de.; VIEIRA, T. A.; BARRETO, A. C.; CRUZ, O. C. Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. **Irriga**, v. 15, n. 4, p. 443-454, 2010.

SANTIAGO, E. J.; OLIVEIRA, G. M.; LEITÃO, M. M. V. B. ROCHA, R. C.; PEREIRA, A. V. A. Yield characteristics of cherry tomato cultivated with and without shading screen at different irrigation. **Pesq. Agropec. Trop**., Goiânia, v. 48, n. 4, p. 374-381, Oct./Dez. 2018.

SANTOS, D. C.; FERRREIRA, R. L.F.; ARAÚJO NETO, S. E. A.; QUEIROZ, E. F.; MEDEIROS, R. S. Produção de mudas de tomateiro em substratos alternativos. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v. 11 n. 21; p. 1530-1541. 2015.

SILVA, A. L. **Produção e evapotranspiração do tomate-cereja submetido a lâminas de irrigação, em ambiente protegido.** 2020. 38 f. Monografia (Especialização em Agronomia). Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2020.

SILVA, B. A.; SILVA, A. R.; PAGIUCA, L. G. Cultivo protegido. **Hortifruti Brasil**, CEPEA-ESALQ/USP, Ano 12, N° 132, p. 10-18, março, 2014. Disponível em: https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/acessar/cultivo-protegido-versus-campo-aberto.aspx.

SILVA, J. M. S.; FERREIRA, R. S.; MELO, A. S.; 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**, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

SILVA, P. A.; RABELO, J. S.; GUIMARÃES, M. A.; SILVA, J. C. V.; OLIVEIRA, L. S. C. Sistemas de condução na produção comercial de tomate “cereja”. **Revista Nativa,** v. 5, n. 5, p. 316-319, 2017.

SILVA, S. N.; NEVES, E. Importância do manejo da irrigação. **Enciclopédia biosfera**, v.17 n.34; p. 271-288, 2020.

SOARES, L. A. A.; BRITO, M. E. B.; SILVA, E. C. B.; SÁ, F. V. S.; ARAÚJO, T. T. Componentes de produção do tomateiro sob lâminas de irrigação nas fases

fenológicas. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 8, n. 3, p. 84-90, 2013.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V.; ARAÚJO, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 203-212, 2011.

SOARES, L. A. A.; LIMA, G. S.; BRITO, M. E. B.; SÁ, F. V.; ARAÚJO, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 203-212, 2011.

SOUSA, F. G. G.; CARVALHO, R. S. C.; MELO, M. R. M.; SARTORI, M. M. P.; GRASSI TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 5ª Edição, Porto Alegre: Artmed, 2013.

WAMSER, A. F.; VALMORBIDA, J.; ARGENTA, L. C.; FELTRIM, A. L.; CALDEIRA LINS JÚNIOR, J.; PEREIRA MONTEIRO, F. Manejo autônomo da fertirrigação do tomate grape cultivado em substrato utilizando sensores Irrigás®. **Irriga**, [S. l.], v. 27, n. 3, p. 452–464, 2022.

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

ZHANG, H.; XIONG, Y.; HUANG, G.; XU, X.; HUANG, Q. Effects of water stress on processing tomatoes yield, quality and water use efficiency with plastic mulched drip irrigation in sandy soil of the Hetao Irrigation District. **Agricultural Water Management**, 2016.