

MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

Produtividade da água de irrigação no cultivo do tomate grape submetido às estratégias de manejo

Moacir Andrade dos Santos

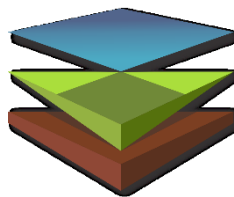
Serrinha - Bahia - Brasil - 2023



INSTITUTO FEDERAL

Baiano

Campus Serrinha

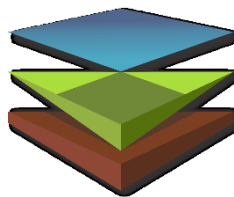


INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MOACIR ANDRADE DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE
GRAPE SUBMETIDO ÀS ESTRATÉGIAS DE MANEJO**

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2023



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

MOACIR ANDRADE DOS SANTOS

**PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE
GRAPE SUBMETIDO ÀS ESTRATÉGIAS DE MANEJO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *campus* Serrinha, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva

SERRINHA
BAHIA - BRASIL
2023

Catálogo: Fabiana A. Santos - CRB-5/1521
IF Baiano, Campus Serrinha.

S237p Santos, Moacir Andrade dos
Produtividade da água de irrigação no cultivo do tomate
Grape submetido às estratégias de manejo . / Moacir Andrade dos
Santos . -- Serrinha, Ba., 2023.

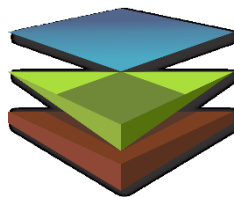
102p.

Trabalho de Conclusão de Curso (Dissertação de Mestrado
Profissional em Produção Ciências ambientais) - Instituto
Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano - Campus
Serrinha.

Orientador: Dsc. Alisson Jadavi Pereira da Silva

1. *Solanum lycopersicum* 2. *trato cultural* 3. *substrato*. 4. *brix*
I. Título.

CDU: 635.64



INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS SERRINHA
MESTRADO PROFISSIONAL EM CIÊNCIAS AMBIENTAIS

**PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE
GRAPE SUBMETIDO ÀS ESTRATÉGIAS DE MANEJO**

**Comissão examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso de
Mestrado do discente MOACIR ANDRADE DOS SANTOS**

Aprovado em 21 de julho de 2023

Documento assinado digitalmente
gov.br ALISSON JADAVI PEREIRA DA SILVA
Data: 17/08/2023 11:20:10-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Alisson Jadavi Pereira da Silva
IF Baiano - *Campus* Governador Mangabeira
(Presidente - Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br DELFRAN BATISTA DOS SANTOS
Data: 18/08/2023 14:40:00-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Delfran Batista dos Santos
IF Baiano - *Campus* Serrinha

(Examinador Interno)
Documento assinado digitalmente
gov.br MARCIO DA SILVA ALVES
Data: 21/08/2023 11:13:32-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Dr. Marcio Silva Alves
IF Baiano - *Campus* Itaberaba
(Examinador Externo)

AUTOBIOGRAFIA

Meu nome é Moacir Andrade dos Santos, também conhecido pelos mais “chegados” como Mô, Moá, Cí, Moca e Moça. Nasci em 30 de abril de 1992 em Santo Antônio de Jesus-Ba, filho de agricultores e irmão mais novo de dois rapazes. Sou torcedor do Bahia. Fui criado no Cruzeiro, zona rural do município de Laje, onde sempre me identifique com o trabalho no campo e o contato com a natureza. Desde criança ajudei meus pais na labuta do campo, as mãos já acostumada ao calejo da luta fazia parte da formação de um bom cidadão, capinava, plantava, colhia, ensacava laranja, limpava a casa e até cozinhava mesmo sem saber (risos...), em um pedacinho de terra que minha mãe me deu para eu plantar, eu sonhava em conquistar as coisas e a realizar meus sonhos, era a diversão dos finais de semana. Sempre estudava no período vespertino, comecei no Lídia de A. Assis, dá saudosa amiga pró Gloria, época que já respondia o dever de casa na casa do vizinho antes de chegar em casa, era sempre tão dedicado, ansioso e hiperativo que já cheguei na escola no recreio da turma do matutino, ia correndo para escola. O ensino fundamental e o médio foram na base da dificuldade, era adolescente e tinha que trabalhar na diária com agricultores da região e com meu pai para fazer um dinheirinho, mas deu tudo certo e conclui o 2º grau no Cerja em 2009, essa etapa devo muito a minha mãe que não deixava eu desistir dos estudos, e ao meu irmão que dava a vida por mim. Em 2009 fiz a seletiva do IF Baiano de Uruçuca, morei fora pela primeira vez, formei em Téc. em Agropecuária e já sai do estágio direto para o primeiro emprego, trabalhei vários anos com assistência técnica rural. Consegui ingressar algumas vezes na faculdade, mas sendo impossível conciliar aos trabalhos, incluindo Agronomia (UFRB)(meu sonho) que tive que abandonar depois de uma greve e dificuldades financeiras, daí comecei estudar para concurso, abri um comercio de produtos agrícolas e um ano após começar o empreendimento fui empossado pelo IF Baiano, passei por Xique-Xique e vim para Gov. Mangabeira, por aqui fiz a graduação em Tecnologia em Agronegócio (UNIP), especialização em Fertilização do Solo (FAVENI) e o mestrado no IF Baiano *Campus* Serrinha, continuo trabalhando como servidor no IF Baiano *Campus* Gov. Mangabeira, amando as coisas simples da vida, como um menor de café em um copo de extrato de tomate, buscando sempre fazer o bem e vislumbrando novos desafios. Você sonha, você faz, você conquista.

AGRADECIMENTO

Agradeço a Deus, pela dádiva da vida e por me oportunizar cursar o Mestrado Profissional em Ciências Ambientais.

Ao Instituto Federal Baiano *campus* Serrinha pela criação do curso e por nos proporcionar esta oportunidade e aos idealizadores do Mestrado Profissional.

Sou grato a todos professores, servidores e colaboradores do Mestrado Profissional em Ciências Ambientais, *Campus* Serrinha.

Ao amigo, colega de trabalho e meu orientador, Professor Dr. Alisson J. Pereira da Silva, que Deus continue lhe abençoando para continuar sendo luz na vida das pessoas.

Aos professores Delfran Batista e Márcio Alves por colaborar e participar deste momento tão especial.

A minha mãe Maria Santa, meus irmãos Railton e Jurandir e amigos por todo apoio e incentivo antes e durante o curso.

A Carolina Borges, por toda ajuda nessa luta do curso e da vida.

A empresa parceira Agristar, que participou efetivamente para que o projeto pudesse acontecer, obrigado!

Sou imensamente grato ao IF Baiano *Campus* Governador Mangabeira por todo suporte prestado durante o curso e pesquisa.

Ao amigo Fabio Tayrone, estudioso e gentil, agradeço toda ajuda que me proporcionou, conte sempre comigo.

Muitíssimo obrigado a todos colaboradores e colegas do IF Baiano *Campus* Governador Mangabeira, cito eles: Josemario, Josué, Jean, Danilo Militão, Janelson, Marcelo, Rodinele, Josemeire, Maicon, Hernane, Rosa, Edvaldo, Anatalicio, Lilian, Silvana, Marcio São Pedro, Willy, Elaine, Anderson, Lívia, Daiana, Sandoval e Silvio Chaves.

Aos colegas de turma do MPCA, Mikaele, Daíse e David, e, aos amigos, Raoni, Luís, Rubens, Debora, Estefânia e Agner, agradeço o companheirismo e amizade.

Meu fraterno agradecimento a todos que participaram direta ou indiretamente desta conquista.

PRODUTIVIDADE DA ÁGUA DE IRRIGAÇÃO NO CULTIVO DO TOMATE GRAPE SUBMETIDO ÀS ESTRATÉGIAS DE MANEJO

RESUMO: Diante das incertezas climáticas, aumento da população mundial e necessidade de produzir alimentos sob baixa disponibilidade hídrica, estudos que apontem alternativas para cultivo vegetal com redução no consumo de água tornam-se extremamente necessárias. Objetivou-se com o presente trabalho avaliar as implicações do tipo de substrato, desbrota e manejo da irrigação na produtividade da água, rendimento e qualidade físico-química de frutos no cultivo do tomate “grape” (*Solanum lycopersicum* L.) em ambiente protegido. Cultivou-se o tomate conduzido com uma, duas, três e quatro hastes. Adicionalmente, verificou-se quais as implicações do manejo de irrigação fixo e variável na produtividade e consumo hídrico do cultivo. Os substratos utilizados foram: 100% de solo local; 80% de solo local + 20% de casca de arroz carbonizada; e substrato comercial Carolina Soil XVI. As plantas foram dispostas em espaçamento de 1m x 0,70m e distribuídas segundo um delineamento experimental inteiramente casualizado dentro de uma casa de vegetação agrícola. Formou-se um esquema fatorial 3x4x2 (3 substratos, 4 formas de condução de hastes e 2 formas de manejar a irrigação) com 24 tratamentos e cinco repetições, totalizando 120 parcelas experimentais. Avaliou-se a produtividade da água de irrigação, rendimento das plantas e qualidade dos frutos. Os resultados obtidos indicam não haver diferença nas médias das variáveis de produção em função das estratégias de manejo de irrigação. Já quanto à forma de condução, verificou-se que conduzir o tomate grape com apenas uma haste diminui a produção, comparativamente a condução com 2, 3 e 4 hastes. Enquanto que os tipos de substratos influenciaram a massa total de tomate obtida apenas quando as plantas foram cultivadas com 2 hastes, neste caso, as plantas cultivadas em substrato comercial apresentaram maior número de frutos. O aumento no número de ramos por planta cultivada implicou em elevação da produtividade da água.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum*, *trato cultural*, substrato, brix

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1	Manejo de irrigação	12
2.2	Cultura do tomate	16
2.3	Tomate <i>Sweet Grape</i>	18
2.4	Irrigação e produtividade da água	21
2.5	Substratos	26
2.6	Sistema de condução	27
2.7	Cultivo em ambiente protegido e em vasos.....	28
2.7.1	Cultivo em vasos.....	29
3	HIPÓTESE	30
4	OBJETIVOS	30
4.1	Objetivo Geral	30
4.2	Objetivos Específicos	30
5	MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.1	Caracterização local.....	31
5.2	Delineamento experimental.....	33
5.3	Semeadura.....	35
5.4	Preparo do local	37
5.5	Transplante	37
5.6	Substratos	38
5.6.1	Solo local (A).....	38
5.6.2	Solo local e casca de arroz carbonizada (B).....	39
5.6.3	Substrato comercial carolina soil classe XVI.....	40
5.6.4	Propriedades hidráulicas dos substratos	40
5.6.5	Manejo de irrigação.....	43
5.6.6	Acionamento do sistema de irrigação	48
5.7	Manejo e tratos culturais	48
5.7.1	Condução das hastes	49
5.7.2	Fertirrigação	50

5.7.3	Desbaste	51
5.7.4	Controle de plantas invasora.....	52
5.7.5	Controle de pragas e doenças	53
5.7.6	Polinização.....	54
5.8	Colheita e pós-colheita	54
5.9	Análise físico-químico.....	55
5.10	Determinação de massa fresca e seca	57
5.11	Avaliação e coleta de dados.....	58
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
6.1	Efeito dos substratos na produção de tomates cultivados com 1, 2, 3 e 4 hastes	60
6.2	Efeito do número de ramos na produção de tomates.....	64
6.3	Efeito das formas de manejar a irrigação na produção de frutos	66
6.4	Desdobramento.....	68
6.5	Produtividade da água.....	72
6.5.1	Consumo hídrico	80
6.6	Análise de qualidade dos frutos	81
7	CONCLUSÃO	84
	REFERÊNCIAS.....	86
	APÊNDICE A	107
	APÊNDICE B	107
	ANEXO A	108

1 INTRODUÇÃO

A água é um dos recursos mais preciosos que existe, sendo o Brasil um dos países com maior reserva de água doce em todo mundo, embora a disponibilidade hídrica não seja regular entre as regiões que compõem o país. Em virtude das incertezas climáticas e da acelerada degradação dos recursos naturais, a água, este bem tão essencial para vida do planeta encontra-se ameaçada por ser extremamente necessária para viabilizar as necessidades de atividades diversas, tais como agropecuária, industrial, doméstica, pesca, turismo, navegação e geração de energia elétrica. Dentre estas atividades, destaca-se a agricultura irrigada, setor produtivo já amplamente conhecido como o que mais demanda água em todo mundo. Aproximadamente 70% de toda extração de água doce, superficiais e subterrâneas, destina-se ao uso da agricultura irrigada (Dehghanipour et al., 2020). Diante disso, estudos que contribuem com o aperfeiçoamento de técnicas capazes de reduzir o consumo de água pela irrigação, mantendo ou elevando a produtividade dos cultivos, tornam-se extremamente necessários.

A utilização correta da irrigação depende de procedimentos técnicos específicos - comumente denominados de manejo da irrigação - que orientam quanto ao tempo de funcionamento da moto-bomba e/ou da quantidade de água a ser aplicada às plantas. Na ausência do manejo de irrigação, a produtividade da lavoura é comprometida, devido ao excesso ou falta de água disponível para a planta (Balbino, 2016). Na falta de adoção pelo manejo de irrigação, a tendência é que o agricultor aplique água demasiadamente, aplicando volumes que esgotam a capacidade do solo em armazenar água, favorecendo ocorrência de percolação, perdas de nutrientes por lixiviação e diminuição da produtividade.

O manejo da irrigação consiste na determinação do momento, da quantidade e de como aplicar a água na lavoura, levando em consideração outros aspectos do sistema produtivo como o controle fitossanitário, as condições meteorológicas, econômicas, edafoclimáticas e as estratégias de condução da cultura (Balbino, 2016), afim de

promover um ambiente satisfatório ao desenvolvimento das plantas e usufruir dos recursos naturais de forma consciente.

As formas mais comuns de manejar a irrigação são baseadas em variáveis atmosféricas, do solo e/ou da planta. As três formas contribuem com um correto uso da água, envolvem o uso de equipamentos específicos, sendo que a escolha deve ser feita em função da que mais se adapta às condições do produtor rural, sejam elas físicas do local (solo, clima e disponibilidade de água), da planta, da capacitação técnica e da capacidade de investimento.

Manejar a irrigação via solo significa tomar a decisão de irrigar ou não observando o conteúdo, tensão ou disponibilidade de água no solo. Para obtenção dessas variáveis, os sensores eletrônicos tornam-se cada vez mais acessíveis e vantajosos, permitindo medições automáticas e viabilizando a automação dos sistemas de forma criteriosa.

Muito se tem estudado as técnicas de manejo de irrigação afim de se usar a água disponível mais eficientemente na produção agrícola (Leite et al., 2011; Brito et al., 2012; Zoz, 2015), produzir mais com menos água (Tuong; Bhuiyan, 1999; Tabbal et al., 2002; Favati et al., 2009; Hooshmand et al., 2019), ou aumentar a produtividade da água (Tabbal et al., 2002; Stone, 2005; Bogale et al., 2016; Nangare et al., 2016). A atual preocupação em garantir mais produção por volume de água aplicada via irrigação deriva-se do aumento pela demanda por alimentos e necessidade de conservação dos recursos naturais, fazendo uso das tecnologias empregadas no manejo de irrigação (Christofidis, 2008; Brito et al., 2012; Mantovani et al., 2013).

A garantia de um bom plano de manejo da água em um cultivo irrigado não deve considerar apenas as variáveis inseridas no contexto dos sistemas de irrigação, mas também a planta e o solo, a exemplo das diversas técnicas de desbrota e substratos que podem influenciar a demanda hídrica e frequência de irrigação. Plantas conduzidas com diferentes números de hastes podem apresentar distintas áreas foliares, o que pode afetar a transpiração e conseqüentemente a demanda de água pela cultura. Por outro lado, o material de origem de um substrato caracteriza a retenção de água na região do solo explorada pelas raízes, implicando na frequência de irrigação.

O estudo de variáveis que implicam no rendimento e consumo de água do tomate Grape, apresenta grande importância no ramo da tomaticultura, tendo em vista que este

fruto pequeno e doce tem caído no gosto dos consumidores, sendo uma excelente opção de cultivo para os produtores rurais, que quando comparado ao tomate convencional, encontra-se menos pesquisas apesar do seu elevado potencial.

A produção do tomate Grape tem crescido significativamente ao longo dos anos, facilmente encontra-se este saboroso fruto no comércio, conquistou a população e vem tomando espaço no gosto dos clientes e produtores. Por estes e outros motivos como precocidade na produção, excelente valor agregado, demanda constante, sabor diferenciado, durabilidade de conservação e versatilidade. Podem ser consumidos in natura, cozido ou em molhos, atraindo interesse dos consumidores, comerciantes, cozinheiros e agricultores. Sendo assim, torna-se extremamente importante e necessário a realização de pesquisas no cultivo do tomate Grape, levando em consideração as variáveis que podem influenciar a produtividade da lavoura. Os resultados da pesquisa permitirão recomendações das melhores técnicas de manejo no cultivo do tomate Grape, auxiliando o produtor na adoção da melhor técnica de manejo na sua tomada de decisão.

Diante disso, a presente pesquisa foi desenvolvida visando investigar como as variações na forma de manejar a irrigação, na técnica desbrota e nas características do substrato podem afetar a produtividade da água no cultivo do tomate *Grape (Solanum lycopersicum L.)* irrigado por gotejamento.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Manejo de irrigação

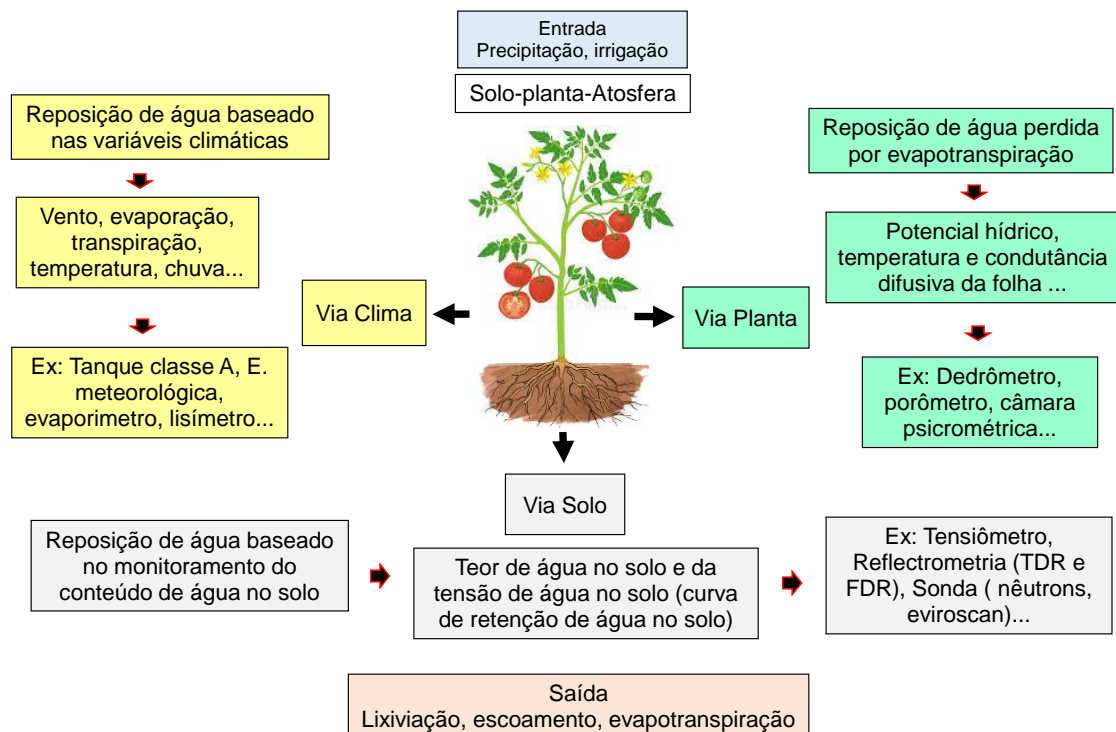
Na agricultura, o manejo do sistema de irrigação é um parâmetro que contribui significativamente para o sucesso do empreendimento. Diversos sistemas são bem dimensionados e apresentam déficit econômico em função da aplicação inadequada da água, sem consideração dos critérios de solo, planta e atmosfera que indicam o momento e a quantidade ideal da lâmina de irrigação. Lâminas excessivas, além de ser motivo de perda de água e energia, também influenciam no escoamento superficial, por outro modo, lâminas deficitárias podem submeter as plantas a um processo de estresse que direciona para redução da produção (Da Silva et al., 2017).

No Brasil, a grande maioria dos usuários da agricultura irrigada não adota qualquer estratégia de uso e manejo racional da água de irrigação. Apesar da disponibilidade de vários métodos de manejo, os irrigantes não têm sido receptivos a qualquer método em particular (Espindula Neto, 2002), dificultando a racionalização da água e o manejo da cultura com emprego tecnologia.

O correto manejo da irrigação pode proporcionar economia de água, energia, elevar a produtividade da cultura, a qualidade da colheita e a redução da lixiviação de nutrientes para camadas abaixo do sistema radicular da planta (Pavani et al., 2009).

Os processos básicos de manejo racional da água de irrigação são três (Figura 1), processos baseados nas condições atmosféricas, nas condições de umidade do solo e nas condições de água na planta. Pode ser feito também o manejo integrado, que recomenda a irrigação baseado nas condições da atmosfera e do solo, concomitantemente (Balbino, 2016).

Figura 1. Representação esquemática dos tipos de manejo de irrigação.



Fonte: Autoria Própria.

Albuquerque (2008) afirma que as metodologias de manejo de irrigação mais empregadas são baseadas em: turno de rega fixo (utilizando o valor de

evapotranspiração calculado na fase de dimensionamento do projeto do sistema de irrigação); via clima, através de estimativas de evapotranspiração, utilizando tanque classe A, métodos empíricos de Penman Monteith e Hargreaves; via solo, através de instrumentos que medem diretamente e indiretamente o conteúdo de água no solo (sensores de umidade, tensiômetros etc.); e uso combinado de variáveis do solo e do clima/atmosfera. Sendo possível adotar o turno de rega variável, que tem se mostrado satisfatório.

O manejo de irrigação via planta, analisa principalmente variáveis presentes na planta, em especial avalia-se as folhas. Ao adotar-se o manejo de irrigação considerando as condições de água na planta, existem alguns métodos que indicam o estado hídrico das plantas, tais como: potencial hídrico das folhas, resistência estomática, temperatura do dossel vegetativo, determinação do grau de turgescência das folhas, entre outros (Pires, 1999). Baseado nessas informações, poderá fornecer água a planta (irrigar) ou não.

Apesar de ser promissor, o manejo de irrigação via planta ainda tem baixa aceitação, pois é de difícil acesso aos produtores pela complexidade envolvida tanto no uso dos equipamentos como na coleta de dados, tem sido utilizado para fins de pesquisa, em geral possui custo elevado e necessita de automação, calibrações sofisticadas, sensibilidade as variações ambientais, demandam maior desenvolvimento tecnológico e cuidados especiais (Wright; Stark, 1990; Jones, 2004; Coelho et al., 2012).

Devido às dificuldades envolvidas no manejo via planta, comumente o manejo da irrigação é feito via solo, clima ou a associação de ambos (Pires, 1999).

O monitoramento da irrigação via clima pode ser feito pela reposição do consumo diário da cultura (evapotranspiração real de cultura) ou pela soma do consumo dos dias anteriores, desde a data da última irrigação (Camargo, 2016), considerando os fluxos de entrada e saída de água por meio do balanço hídrico no solo. Para o cálculo do balanço hídrico e da lâmina de irrigação necessária são utilizados os dados meteorológicos.

Outros métodos mais simplificados, como o irrigômetro, podem ser utilizados para o manejo da irrigação via clima (SENAR, 2019). As irrigações devem ser quantificadas pela estimativa da lâmina de irrigação, para proporcionar umedecimento uniforme no solo até onde se concentram a maioria das raízes absorventes (Pires, 1999).

Um dos métodos indiretos utilizados para estimar a necessidade hídrica da cultura são as estações meteorológicas. Uma estação meteorológica automática é composta de uma série de sensores dos parâmetros meteorológicos (pressão atmosférica, temperatura e umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar, direção e velocidade do vento, etc.), ligada a uma unidade de memória central (“data logger”), que integra os valores observados minuto a minuto e os disponibiliza automaticamente, por meio de transferência via cabo, rádio ou GPRS (Camargo, 2016).

Para reposição da água na cultura adotando o manejo via clima, faz-se necessário o conhecimento da evapotranspiração, determinada por métodos diretos (lisimetria, parcelas experimentais) ou estimada a partir de métodos indiretos, seja através do uso de evaporímetros tipo tanque classe A, ou por meio do uso de equações com dados extraídos da estação meteorológica (Coelho et al., 2012). Desta forma, é um método dispendioso, complexo, exige equipamentos sofisticados e recurso humano capacitado, requer conhecimento prático e teórico dificultando a realização deste manejo pelo agricultor.

As técnicas de manejos estão atreladas de alguma forma, todas são boas e eficientes, devendo a escolha ser feita em função da que mais se adapta às condições do produtor rural, sejam elas físicas do local (solo, clima e disponibilidade de água), da planta e a capacidade de investimento. Em se tratando do manejo via solo, têm-se uma facilidade de custo e manejo em relação aos demais, podendo ser feito de maneiras variadas com custo relativamente baixo e pelo próprio produtor rural.

A adoção do manejo da irrigação via solo baseia-se no monitoramento da variação do conteúdo de água no solo, a partir de instrumentos que medem diretamente e indiretamente a umidade do solo. Para isso, faz-se necessário o conhecimento da umidade do solo na capacidade de campo, no ponto de murcha permanente e no ponto de umidade crítica para a cultura, que podem ser obtidos à partir da curva de retenção de água no solo (Frizzone et al., 2012).

Um dos meios utilizados para realizar o manejo da irrigação é o do balanço de água no solo, que consiste no monitoramento das entradas e saídas de água no sistema solo, planta, atmosfera. Em campo, o manejo da irrigação normalmente é realizado a partir de turno de rega fixo, por meio de estimativas de evapotranspiração utilizando o

tanque classe A ou estações meteorológicas, e via solo, utilizando instrumentos (tensiômetros, sensores eletrométricos, TDR e outros) que possibilitam a determinação do conteúdo de água no solo (Albuquerque, 2008).

O manejo de irrigação via solo considera a umidade do solo onde o sistema radicular da cultura está se desenvolvendo e pode ser feito usando tensiômetros, sensores eletrométricos e por dissipação térmica, sonda de nêutrons, sonda enviroscan, TDR (Reflectometria no domínio do tempo), tomografia computadorizada e atenuação de raios gama (Martins, 2007).

Realizar o manejo da irrigação via solo possui diversas vantagens, condiciona o solo a manter-se com teor de água adequado favorecendo o desenvolvimento da cultura, não interfere nos tratos fitossanitários (Balbino, 2016), permite conhecer em tempo real a tensão de água no solo, possui facilidade de manuseio do aparelho (tensiômetro) e custo relativamente baixo, é facilmente encontrado no comércio por agricultores.

A adoção do sistema adequado para sua cultura, o agricultor terá boas consequência, como sucesso na escolha do sistema de irrigação, automação no turno de rega, lâmina de irrigação adequada, economia no custo com energia e redução no volume do consumo de água (Coelho Filho et al., 2001).

O manejo da irrigação só será adequado se levar em consideração as interrelações solo-água-planta-atmosfera, sendo indispensável o conhecimento da realidade local antes de definir sua estratégia e as técnicas a serem adotadas e que ajudarão a identificar o momento de irrigar (quando) e quanto irrigar. Levando em consideração o recurso financeiro disponível, mão-de-obra e a água disponível para irrigação.

2.2 Cultura do tomate

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é nativo da América do Sul, de uma região compreendida entre o oeste do Equador e o norte da Bolívia e Chile (Nick et al., 2018).

O tomateiro é uma solanácea herbácea, possui caule flexível que não suporta o peso dos frutos ao manter-se na posição vertical, embora seja uma planta perene, a cultura comporta-se como anual (Filgueira, 2007).

Segundo Viteri (2013) o tomate é o segundo vegetal mais importante do mundo em volume produzido, ficando atrás apenas da batata. Sua importância não se refere apenas à produção, mas também aos valores comercializados internacionalmente, havendo um aumento de 44% nos últimos 10 anos.

É uma hortaliça de grande importância socioeconômica e de excelente aceitação por parte do público consumidor. É reconhecidamente uma das hortaliças mais exigentes em fertilizantes, agrotóxicos, água e energia. Estima-se que os cultivos de tomate no Brasil ocupem atualmente área de aproximadamente 56 mil hectares, com produção superior a 3,5 milhões de toneladas e produtividade média de cerca de 62 t/ha (Madeira et al., 2019).

Segundo Carvalho e Pagliuca (2007), o Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de tomate. A produtividade por área no Brasil é de 65,14 t/há, sendo Goiás o principal produtor nacional e sendo o principal tomate comercializado no Brasil, para consumo in natura, o Salada Longa Vida, seguido pelo Italiano e os minitomates (Conab, 2019). Estima-se que o tomate seja a hortaliça que ocupa a segunda posição mundial em área cultivada, e a primeira em volume industrializado (Filho et al., 1994).

O tomate ocupa segundo lugar em importância econômica entre as hortaliças no Brasil, sendo cultivado em todas as regiões do país (Delazari et al., 2019).

No Brasil, os principais estados produtores são Goiás, São Paulo, Minas Gerais, Bahia e Santa Catarina, responsáveis por aproximadamente 79,1 % da produção total de 4,5 milhões de toneladas (IBGE, 2018).

O consumo dos frutos contribui para uma dieta saudável e bem equilibrada. Estes são ricos em minerais, vitaminas, aminoácidos essenciais, açúcares e fibras dietéticas. O tomate contém grandes quantidades de vitaminas B e C, ferro e fósforo, o tomate vermelho contém licopeno, um antioxidante que pode contribuir para a proteção contra substâncias carcinogêneas. Consomem-se os frutos do tomate frescos, em saladas, ou cozidos, em molhos, sopas e carnes ou pratos de peixe. Podem ser processados em purês, sumos e molho de tomate (*ketchup*). Também os frutos enlatados e secos constituem produtos processados de importância econômica (Dam et al., 2006).

Nunes e Werner (1980) afirmam que o tomateiro produz bem nos mais diversos tipos de solo, exceto em solos excessivamente argilosos e compactos. Com relação ao

aspecto nutricional, pode ser considerado como uma das plantas mais exigentes e a que melhor responde a doses elevadas de fertilizantes. O fornecimento insuficiente de corretivos, fertilizantes e água, prejudica seu-desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, resultando em menor produtividade e baixa qualidade dos frutos. É uma cultura propícia aos problemas com incidência de pragas e doenças, assim, tornando uma excelente forma de cultivo o plantio em casa de vegetação.

2.3 Tomate *Sweet Grape*

Dentre as diversas cultivares de tomate, a demanda e a oferta pelo mini tomate têm aumentado nos últimos anos, pois além de ser muito saboroso, é bastante atrativo, sendo muito utilizado na ornamentação de pratos e no preparo de saladas. Para os produtores, o interesse em cultivar esse grupo de tomate se deve ao alto valor agregado no mercado (Abrahão, 2011).

A incorporação do tomate Sweet Grape em cardápios da mesa dos consumidores cresce a cada dia. Segundo Gusmão et al. (2000), a utilização de mini tomates como adorno, aperitivo e na confecção de pratos diversos é uma das formas de consumo dessa hortaliça, que é bastante consumida em restaurantes por ser considerado uma hortaliça exótica de tamanho pequeno e delicado.

Bernardino (2021) salienta que este fruto tão apreciado possui um grau Brix mais elevado, ou seja, um maior teor de açúcar no fruto, podendo chegar entre 9 e 12 graus Brix, enquanto o tomate tradicional apresenta frutos com no máximo 6 graus Brix. O cultivo comercial do tomate Sweet Grape pode ser feito em casa de vegetação, acondicionado em sacos, vasos ou diretamente no solo, tanto em casa de vegetação como em campo aberto. O cultivo dessa variedade de tomate, que se tornou um nicho de mercado, se enquadra no perfil da agricultura familiar, uma vez que pode ser cultivado em áreas pequenas e com pouca estrutura, e ao mesmo tempo produzir um material de alto valor agregado.

O tomate Sweet grape mascot F1 é famoso por seu tamanho pequeno (semelhante a uva) e sua doçura, além do valor agregado comercialmente.

Descrição do tomate SWEET GRAPE HÍBRIDO MASCOT F1 de acordo seu fabricante (Agristar), informações constantes no site do produtor das sementes:

- Pontos fortes: Alto brix, uniformidade e elevada produtividade.
- Planta: Hábito de crescimento indeterminado, ciclo precoce, excelente vigor e com menor brotação lateral.
- Frutos: Saborosos, alongados, firmes, com excelente coloração e ombros uniformes.
- Tamanho médio: 2 X 4 CM
- Ciclo médio: 100 dias
- Resistencia: FOL, TMV E VD
- Pós colheita: Excelente
- Peso médio: 18 G
- Tipo de fruto: GRAPE (UVA)

Tomates de tamanho extremamente reduzido (aproximadamente metade do tomate cereja) e de sabor diferenciado. Apresentam crescimento em cachos, muito semelhante aos de uva. Têm o tamanho ideal para serem consumidos inteiros em saladas ou como tira-gosto. Cada planta pode produzir mais de 1.000 frutos (Carvalho; Pagliuca, 2007) e média de 1,665 kg/planta (Marques, 2017), podendo ultrapassar 8 kg/planta dependendo do manejo e duração do ciclo de cultivo.

O tomate grape está ganhando popularidade entre os consumidores por causa de seu sabor, doçura, potenciais benefícios para a saúde e a facilidade de consumo (Marques, 2017). De acordo a revista Globo Rural (2010) o tomate Sweet Grape, Miúdo e saboroso, tem conquistado consumidores em todo o país, estima-se que a produção brasileira em 2013 é aproximadamente de 89 mil toneladas.

Os consumidores consideram o tomate cereja um produto de alta qualidade e com sabor reconhecidamente superior ao tomate de mesa tradicional. Por isso, geralmente, aceitam o preço mais elevado desse produto, que se deve, principalmente, ao superior custo de colheita e à inferior produção por área, quando comparado ao tomate de mesa tradicional (Hobson; Bedford, 1989).

Segundo Revista Globo Rural (2010), para o agricultor, o investimento na variedade tem se mostrado interessante, apesar do tomate uva apresentar custo maior que o tomate convencional, ele apresenta excelente retorno financeiro devido seu valor agregado, com preços atrativos, mostrando-se uma ótima alternativa de cultivo.

Em pesquisa realizada no município de Cruz das Almas - BA em 17 de abril de 2023, os preços do tomate *Sweet Grape* variaram de 5,30 a 13,00 (180g). Na loja Verdurão WG a proprietária Gisleide afirmou que ele é vendido entre R\$ 6,00 e R\$ 6,50 (180g), a mesma informou que adquire este produto de produtores do Rio Grande do sul, em virtude de não encontrar fornecedores na região, Gisleide ainda complementou que o *Grape* não é o carro chefe do seu empreendimento, porém tem ótima aceitação e boa vendagem, comparando-se ao vegetal brócolis.

No Hiper São Paulo localizado ao lado do supermercado “Todo Dia” o tomate *Sweet Grape* é vendido a R\$ 5,30, já na rede de supermercado C&S loja 1 e 2 custa R\$ 8,99 e R\$ 7,99, respectivamente, enquanto no Mercadão localizado na praça Senador Themistocles é vendido a R\$ 6,99, ainda em Cruz das Almas e com mesma embalagem de 180g encontra-se este tomate a R\$ 6,00 no RS Hortifrúti Distribuidora e de R\$ 13,00 no Hortifrúti do lar.

Na cidade de Governador Mangabeira o *Sweet Grape* não é facilmente encontrado nos mercados e lojas de verduras, apenas o Hortifrúti santo Antônio na praça principal comercializa o fruto no valor de R\$ 5,00 e o Mini Max vende por encomenda, ambos em bandejas de 180g.

De acordo Negrisoli et al. (2015), pode-se obter aproximadamente 24% de lucratividade na cultura do tomate *Grape*, sendo a mão-de-obra o principal custo de produção. O cultivo do mini tomate situa-se entre as culturas que proporcionam rápido retorno econômico. Por isso, tal variedade tem despertado grande interesse dos agricultores devido aos valores compensadores e mercado promissor, sendo uma excelente alternativa de diversificação das atividades (Cunha et al., 2012).

São diversas as características que faz este fruto ser tão atraente, vai desde sua precocidade na produção, como também excelente retorno econômico, qualidade físico-química que lhe confere sabor único e versatilidade no uso culinário.

Em se tratando da qualidade do tomate *Sweet Grape*, Vieira et al. (2014) sustenta: Os mini tomates orgânicos do cultivar *Sweet Grape*, apesar de possuírem teor de umidade mais elevado em relação aos cultivados em sistema convencional, apresentam maiores teores de cinzas, de proteína, de lipídios, de licopeno e relação entre os sólidos solúveis totais e a acidez total, e menor acidez total, teor de carboidratos e valor

energético, o que representa para o consumidor vantagem do ponto de vista nutricional, sensorial e funcional.

O tomateiro é cultivado em praticamente todas as regiões brasileiras. Dentre os diversos tipos de tomates existentes, o mini tomate vem se destacando, devido às suas características produtivas, pois além de ser bastante atrativo e saboroso, possui alto valor agregado estimulando os produtores a investirem no cultivo dessa hortaliça. O cultivo de mini tomate vem sendo realizado, principalmente, em ambiente protegido, como uma forma de minimizar as perdas de produção e manter a qualidade de frutos, além de proporcionar a produção antecipada ou fora de safra e assim proporcionar maior retorno financeiro ao produtor em relação ao obtido no cultivo convencional a céu aberto (Rodrigues, 2016).

2.4 Irrigação e produtividade da água

A agricultura irrigada tem sido importante estratégia para a produção agrícola mundial, gerando emprego e renda, sendo que atualmente mais da metade da população global depende de alimentos produzidos em áreas irrigadas (Mantovani et al., 2009).

A irrigação é uma técnica utilizada para disponibilizar água para as culturas. O correto manejo pode contribuir para a maximização da eficiência na produção das culturas, visando obter maior produção com menor utilização do recurso água, mão de obra e energia. Com o desenvolvimento de novas tecnologias para a otimização da irrigação e seu manejo, tem-se desenvolvido vários sensores para a leitura mais detalhada das condições do ambiente agrícola. Com esses dados (Sensores de umidade no solo, radiação solar, temperatura, quantidade de água em forma de vapor na atmosfera, direção e velocidade do vento, taxa de evaporação, precipitação, dentre vários outros), torna-se possível ter conhecimento do que está ocorrendo nesse meio e, com isso, pode-se estimar as necessidades da cultura (Marques, 2007).

O cultivo do tomateiro pode ser realizado em sequeiro ou irrigado. Quando irrigado, os sistemas de irrigação geralmente utilizados e mais recomendados são o localizado por gotejamento e micro aspersão (Balbino et al., 2010).

Sobre a irrigação por gotejamento, Marouelli et al. (2014) afirma que quando devidamente instalado e manejado, o sistema por gotejamento proporciona alta eficiência

de irrigação (80% a 95%) e uma economia de água e de energia na ordem de 20% a 35% em relação a aspersão. O menor gasto de água é resultante da menor perda de água por evaporação, pois o sistema deposita a água no pé da planta, molhando somente parte da superfície do solo.

Os sistemas de irrigação que aplicam água de forma localizada se caracterizam pela economia de água, pela pequena utilização de mão-de-obra, pelo grande potencial de automatização, pela manutenção de elevados níveis de água no solo para melhorar o desenvolvimento das culturas, pela possibilidade de se adequar às condições de solos e relevo, pela possibilidade de aplicação de fertilizantes em solução na água de irrigação (Scaloppi, 1986). Hanson e Lamm (1995) apontam ainda como vantagens, a economia de fertilizantes, redução de custos culturais e o aumento em produtividade. Todas essas são razões pelas qual a utilização destes sistemas tem crescido.

A preocupação com as mudanças climática é crescente, em meio a isso, dois conceitos são atuais e estudados, produtividade da água e pegada hídrica. Em seu sentido mais amplo, a produtividade da água é o retorno líquido por unidade de água utilizada. A melhoria da produtividade da água tem por objetivo produzir mais alimentos, renda, melhores meios de subsistência e serviços ecossistêmicos com menos água (Molden et al., 2010). A Pegada Hídrica é um indicador desenvolvido recentemente para quantificar o conteúdo virtual de água em produtos ou serviços (Lovarelli et al., 2016), comumente expressa pela relação entre o volume de água consumido em todo processo de produção, desde o campo até a indústria. A pegada hídrica de um tomate (250 g) é de 50 litros e os valores aumentam consideravelmente para os derivados que, são 530 litros para 1 quilo de ketchup e 710 litros para 1 quilo de purê de tomate (Águaqsp, 2017).

Segundo Brito (2007) a produtividade da água é um conceito que busca quantificar o retorno unitário obtido de cada unidade de volume de água utilizado na produção de determinado produto. No campo da produção agrícola, esse parâmetro tem sido originalmente representado em termos de kg/m^3 .

Aumentar a eficiência do uso da água na agricultura requer decisões sábias sobre o sistema de irrigação, a estratégia e o método para programar a irrigação, entre outros fatores relacionados à gestão da água. Desde o início do ano 2000, a abordagem da produtividade da água tem sido amplamente sugerida para resolver esses problemas.

Essa abordagem fornece indicadores úteis para o manejo e o desempenho econômico da irrigação (Heydari, 2004). A análise da literatura, entretanto, mostra confusão no uso dos termos e falta de acordo nas equações.

Em um sentido amplo, a produtividade da água pode estar relacionada ao valor ou ao benefício derivado do uso da água, sendo que a definição desse conceito pode variar em função do profissional envolvido quanto ao uso da água na agricultura. A obtenção de uma maior quantidade de biomassa por unidade de água transpirada é um meio de expressar a produtividade quando se tem a cultura como foco, mas em áreas extensas, como um perímetro irrigado ou uma bacia hidrográfica, a obtenção de um maior retorno econômico por unidade de água utilizada para a irrigação ou mesmo para culturas dependentes de chuvas pode ser uma maneira melhor de expressar a produtividade da água (Basso, 2022). Vê-se então que a medida da produtividade da água depende da escala de interesse (Molden et al., 2003). É um conceito mais amplo que a eficiência de uso da água, definida pela relação entre a biomassa produzida por unidade de volume de água por unidade de área cultivada.

O termo “Eficiência do Uso de Água” é muitas vezes relacionado com diferentes significados: alguns autores referem-se a este termo como um sinônimo de eficiência de aplicação, outros utilizam este termo para expressar a produtividade da água como uma relação do rendimento de água (Almeida, 2008). Contudo, a expressão eficiência do uso de água deve ser limitada a funções fisiológicas e ecofisiológicas (Steduto, 1996).

Em irrigação, comumente, o termo eficiência é usado para expressar a razão entre a quantidade de água que é captada e a que é distribuída nos diferentes pontos do sistema empregado. Ou, em termos práticos, como a razão entre a água captada e a liberada no perfil do solo que é explorado pelas raízes das plantas, uma vez que não podem ser desconsideradas as perdas por escoamento superficial, percolação profunda e evaporação. Agronomicamente, em cultivos de lavoura, cujo atributo de interesse econômico principal é a produção de grãos, Eficiência do Uso da Água significa, por exemplo, a quantidade de grãos produzida por unidade de área cultivada e por unidade de água usada, no entanto, há quem considere, na área agrícola, como sendo mais adequada a expressão “Produtividade da Água” (PA), para representar a razão entre rendimento por unidade de evapotranspiração ou por unidade de água usada (chuva,

irrigação, variação do armazenamento no solo), em vez de “Eficiência de Uso da Água” (EUA) (Cunha et al., 2014).

O termo Produtividade da Água refere-se à razão entre o produto obtido e o insumo utilizado (Heydari, 2014) e, ao contrário da eficiência (EUA), as unidades do numerador são diferentes das do denominador. Isso está de acordo com o conceito de produtividade física da água do cultivo introduzido por Molden (1997), que ganhou ampla aceitação (Kijne et al., 2003). Há consenso sobre o numerador de ser o rendimento comercial, mas a definição e os componentes do denominador diferem entre os autores. Alguns consideram apenas a água transpirada pela cultura (Bouman, 2007), mas a maioria dos autores inclui tanto a água evaporada do solo quanto a transpirada pela cultura, ou seja, a evapotranspiração (ET) (Kijne et al., 2003; Sincik et al., 2008; Blatchford et al., 2018). Pereira et al. (2012) sugerem o uso da água total envolvida na produção em vez de ET no denominador.

A produtividade física da água da cultura (produção), é definida com a quantidade de produto no numerador. Mas, normalmente, os agricultores são motivados pelo aumento da lucratividade da agricultura e das receitas agrícolas pela gestão dos insumos. Portanto, o conceito de produtividade da água pode também se referir ao valor econômico da produção, conforme descrito por Rodrigues e Pereira (2009). Um termo adequado para o último é produtividade econômica da água, que se refere à razão entre produtos e insumos em termos monetários.

Segundo Almeida (2008), o termo “produtividade da água” é definido e usado de diversas formas. Entretanto, não existe uma definição única que abarque todas as situações (Barker et al., 2003).

Para facilitar o entendimento a Figura (2) abaixo apresenta a forma de atuação dos termos Produtividade da Água e Eficiência do Uso da Água.

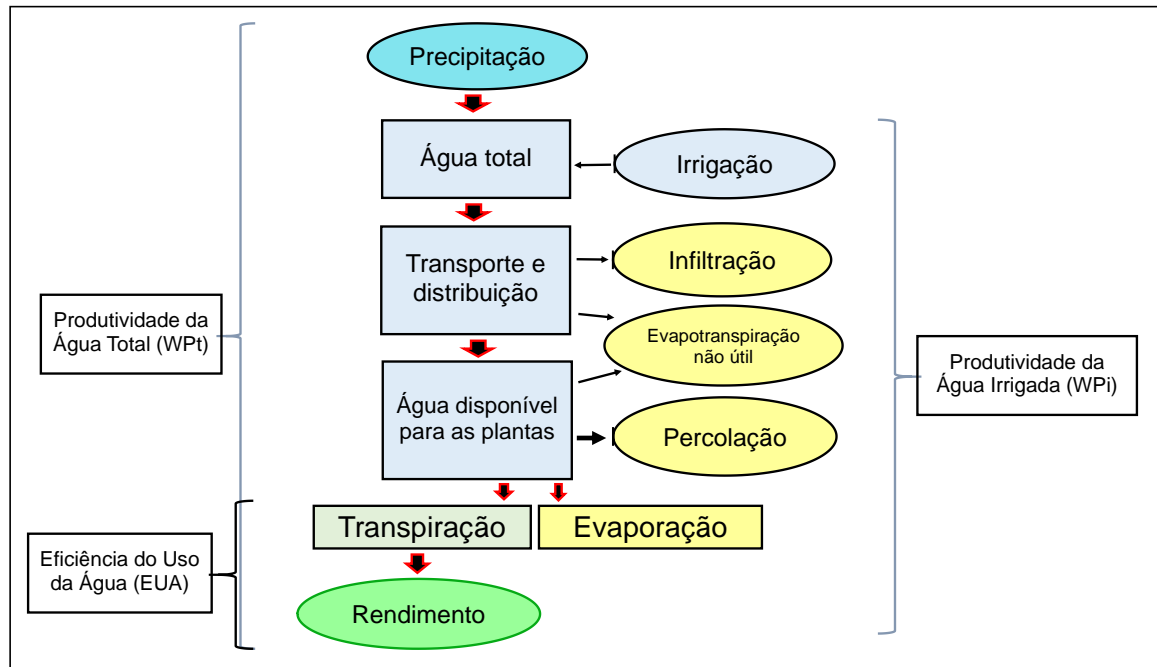


Figura 2. Representação esquemática do conceito de produtividade da água.

Fonte: Adaptado de Zoz (2015).

Assim, a produtividade da água pode ser definida como uma relação entre a produção atingida pela cultura (Y) em quilograma (kg), e a quantidade de água utilizada para esse fim, em metro cúbico (m^3) (Almeida, 2008). Contudo, o denominador pode referir-se a água total utilizada (A_t), incluindo a precipitação, sendo então definida como produtividade de água total (WP_t), determinado como em Pereira (2007), de acordo com a equação 1.

$$WP_t = \frac{y}{A_t} \quad [1]$$

$$WP_i = \frac{y}{A_i} \quad [2]$$

O denominador também pode-se referir apenas à água utilizada na irrigação (A_i), sendo por sua vez definida como produtividade da água irrigada (WP_i) (Pereira, 2007), e estimado conforme equação 2.

De acordo Frizzone e Melo (2022), diversos fatores afetam a produtividade da água, portanto, é preciso combinar medidas biológicas de economia de água com soluções de engenharia (método de irrigação para economia de água, irrigação com

déficit, sequenciamento adequado de déficits, modernização do sistema de irrigação, etc.), práticas agronômicas e de manejo do solo e interação agricultura e aquicultura.

2.5 Substratos

O uso de substrato que proporcione boa produtividade, boa retenção de água e baixo custo é uma excelente ferramenta para os produtores de tomate.

Pode ser considerado substrato para plantas qualquer material poroso, usado sozinho ou em combinação com outros, que colocado em um recipiente, fornece suporte e níveis suficientes de água e oxigênio para o desenvolvimento ideal das plantas que crescem nele (Vence, 2008). Para Andriolo (2017), um substrato agrícola pode ser definido como todo material capaz de reter água e permitir o desenvolvimento das raízes, deve ter densidade aparente baixa, porosidade total elevada para garantir adequada proporção de ar e água e, ser isento de substâncias químicas tóxicas.

São inúmeros os tipos e combinações de substratos, os materiais orgânicos mais comumente utilizados no cultivo de plantas podem ser exemplificados com: turfa, cascas de árvores (sobretudo pinus), fibra de coco, casca de arroz carbonizada, outras fibras e cascas. As matérias-primas minerais podem ser: vermiculita, perlita, espuma fenólica, lã de rocha, argila expandida (Zorzeto, 2011). Vários materiais podem ser utilizados como substrato, dentre eles, produtos que provocam transtornos no serviço de limpeza pública, como substrato fibra de coco, pó de serra, casca de arroz carbonizada, maravalha, substrato comercial, substrato CNPH, casca de arroz (*in natura*) e lã de rocha (Carrijo et al., 2002). Gusmão et al. (2006) mostrou ser possível cultivar tomate Mascot e Sweet Million em substrato comercial, areia, solo coberto e solo descoberto.

O crescimento e a produtividade do tomateiro cereja modificam-se de acordo as características dos substratos. Os substratos compostos de resíduos obtidos do beneficiamento do arroz e dejetos de bovinos resultaram em tomateiros com os melhores valores para todos os parâmetros avaliados na fase vegetativa e reprodutiva das duas cultivares de tomate cereja. Os substratos elaborados a base de resíduos alternativos de base ecológica mostram-se como fontes alternativas e interessantes no cultivo do tomateiro visando o reaproveitamento da matéria e a sustentabilidade do sistema produtivo (Soldateli et al., 2019). Dessa forma, substrato de origem local e de

baixo custo torna-se uma excelente alternativa para o produtor de tomate. Conforme ressalta Cunha et al. (2014), é possível usar sozinho ou em combinações, materiais como substrato comercial (Bioplant), composto de esterco bovino, vermiculita e palha de café na confecção de substratos.

O substrato de cultivo é um fator de elevada importância nas culturas, podendo refletir na produção, manejo, custo de aquisição e consumo de água, impactando diretamente no resultado financeiro do produtor.

2.6 Sistema de condução

Em se tratando do manejo de condução das plantas, implicações de plantas com um ramo ou mais pode interferir no custo, na produtividade (número de frutos, massa e características físico-química), biomassa, conseqüentemente pode impactar no consumo hídrico e faturamento final.

Têm-se dois segmentos principais na tomaticultura: Tomate para processamento industrial, também dito tomate rasteiro, visto que o sistema de produção é geralmente mantido sem tutoramento, utilizando-se variedades com hábito de crescimento determinado; Tomate para mesa, em geral utilizando-se tutoramento e variedades com hábito de crescimento indeterminado ou semideterminado, havendo ainda neste caso diferentes grupos, dentre eles Santa Cruz, Salada, Cereja e Italiano (Madeira et al., 2019).

Carvalho e Tessarioli Neto (2005) afirmam que o número de ramos por planta de tomateiro afeta o número de frutos por planta, a massa média e a produção comercial, independentemente dos híbridos, as plantas conduzidas com dois ramos apresentaram maior número de frutos por planta e a menor massa média comercial de frutos, assim, é importante analisar se a condução com ramos compostos ou não, implica significativamente no aumento de produtividade, no entanto levando-se em consideração a produtividade da água e o substrato utilizado em determinada condução.

Segundo Delazari et al. (2019), a planta de tomate pode ser conduzida com uma ou duas hastes, quando conduzida com uma haste/ramo tem-se maior produção de frutos grandes. As hastes devem ser tutoradas entre 10 e 15 dias após o transplante, com fitilho, fita plástica e outros.

Oliveira et al. (1996) analisando o cultivo do tomate com uma e duas hastes, observou-se que quando conduzido com uma haste apresenta maior número de frutos não comerciáveis, tal fato pode ter ocorrido em razão do maior acúmulo de fotoassimilados e água.

2.7 Cultivo em ambiente protegido e em vasos

Cultivar sob ambiente protegido tem se tornado uma excelente alternativa na agricultura, pois permite produzir mais e melhor. Consegue-se colher com redução de danos das pragas e doenças, não tem perdas com vento e chuva, promovendo boas produções em comparado ao campo aberto.

O cultivo em casa de vegetação promove a redução no uso de agrotóxicos, consequentemente preservando o meio ambiente, produção consciente e alimentos de qualidade. Também proporciona produzir durante todo ano mesmo com situações adversas em áreas de campo aberto.

Nos períodos, chuvosos ou temperaturas baixas pode-se cultivar o tomateiro sob proteção de plástico, assim como reduzir os ataques de pragas e doenças se a casa de vegetação for bem manejada (Dusi et al., 1993)

De acordo Fontes et al. (1997), elevadas produtividades de tomate podem ser obtidas, associando cultivar de alto potencial e manejo, complementa que o cultivo protegido está em expansão no Brasil e no mundo, possibilitando controle da velocidade do vento e de pragas e produzindo frutos de qualidades, observou-se que o número de frutos de tomate foi influenciado pelo cultivar e ambiente, sendo mais produtivo em casa de vegetação, com mais frutos comerciais e menor incidência de alternaria que em campo aberto.

Existem diversos modelos se casa de vegetação, Makishima e Carrijo (1998) dizem que para o cultivo do tomateiro sob proteção, podem ser utilizados diferentes modelos de estruturas: túnel alto, capela, teto em arco, teto convectivo, capela com lanternins, cobertura inclinada ou na horizontal (Londrina), em módulos independentes ou conjugados.

Fayad et al. (2001) avaliaram o cultivo de tomate em campo e ambiente protegido, sendo a produção total de frutos em campo, 94,8 t ha, destes, 93% foram classificados

como comerciais, equivalente a 738,0 kg ha/dia, já no cultivo em ambiente protegido a produção total de frutos foi 115,4 t ha, destes, 94% foram classificados como comerciais, equivalente a 807,0 kg ha/dia.

2.7.1 Cultivo em vasos

O cultivo de tomateiro em casa de vegetação pode ser realizado diretamente no solo, fornecendo água e fertilizantes via sistema de irrigação localizada por gotejamento. A irrigação pode ser realizada para formar uma faixa de molhamento contínua ou apenas um bulbo molhado em volta do sistema radicular da cultura. Recentemente, outra técnica tem sido utilizada para o cultivo do tomateiro em casa de vegetação é o cultivo em vasos.

No cultivo do tomateiro fora do solo, as plantas desenvolvem-se em vasos ou sacos de cultivo contendo um substrato, e suas necessidades hídricas e nutricionais são providas por meio de uma solução nutritiva. Podem ser usados como substratos materiais como fibra da casca de coco, areia, vermiculita, casca de arroz carbonizada, casca de pinus substrato comercial, solo e outros.

Tem como benefícios cultivar em vasos: melhor controle da irrigação e da nutrição, que resulta em maior produtividade da cultura; Obtenção de frutos mais uniformes, com maior qualidade e maior valor comercial; O cultivo pode ser feito em qualquer época do ano e em locais com solos salinizados ou afetados por patógenos de solo, como nematoides, fungos ou bactérias; Redução de custos com mão de obra em virtude da eliminação ou redução de práticas culturais como capinas e pulverizações; Redução do uso de defensivos agrícolas (herbicidas, nematicidas, fungicidas e inseticidas) e maior eficiência do uso da água e de fertilizantes (EMBRAPA, 2022).

A produção de tomate em vasos em ambiente protegido pode resultar em perspectivas para realização de novos trabalhos (Barros et al., 2016).

Silva et al. (2020) ratifica que no que diz respeito à comparação da média de produção nos diferentes tamanhos de vaso, observou-se que os híbridos cultivados no vaso de 5 litros apresentaram os menores valores de produção comparados aos cultivados nos vasos de 7 litros em duas colheitas, sendo ao final das quatro colheitas estatisticamente igual para os dois vasos.

Campagnol et al. (2017) asseguram que o sistema de cultivo sem solo (em recipientes) pode ser realizado em sacos, vasos ou canaletas de polietileno. No cultivo

de minitomates, os sistemas mais utilizados são em vasos ou sacos de polietileno preenchidos com substratos. Nessa modalidade de cultivo, os recipientes são irrigados e fertilizados por meio de um sistema de irrigação por gotejamento. Geralmente, usam-se recipientes com volume médio de 8 litros por planta conduzida com duas hastes e tutorada com fitilho.

Para o cultivo do tomateiro em ambiente protegido, Pinto (2017) adotou o vaso de 12 litros com sistema de irrigação por gotejamento, enquanto Souza (2020) optou pelo vaso de 8 litros.

Os vasos para cultivo podem ser utilizados em vários ciclos de cultivos e dependendo do material de sua composição e da exposição ao sol pode durar mais de 3 anos.

3 HIPÓTESE

O rendimento, produtividade da água e qualidade físico-química do tomate Grape podem variar em função de estratégias de manejo de irrigação, dos diferentes tipos de substratos e de diferentes formas de condução de hastes.

4 OBJETIVOS

4.1 Objetivo Geral

Avaliar as implicações das técnicas de desbrota, substratos e manejo da irrigação no rendimento, qualidade físico-química dos frutos e produtividade da água no cultivo do tomate *grape* em ambiente protegido.

4.2 Objetivos Específicos

Determinar o rendimento, produtividade da água e qualidade físico-química do tomate *Grape* em função do manejo de irrigação por frequência fixa e variável;
Verificar como os diferentes tipos de substratos influenciam no intervalo ótimo de irrigação e nas variáveis de produção e volume de água utilizado;

Identificar como as diferentes formas de condução de hastes do tomate *Grape* interferem na necessidade de irrigação, no rendimento e qualidade físico-química do tomate; Investigar a interação entre os fatores manejo de irrigação, condução de hastes e substrato para identificar uma combinação destes fatores que maximiza a produtividade do tomate *Grape* com menor necessidade de água para irrigação.

5 MATERIAL E MÉTODOS

5.1 Caracterização local

O experimento foi desenvolvido no Instituto Federal Baiano, *campus* Governador Mangabeira, situado no município de Governador Mangabeira – BA, coordenadas geográficas 12° 36' 7" S, 39° 2' 34" W, que possui 94,7 km², 200m de altitude, com pluviosidade entre 800 a 1.300 mm anuais, temperatura média anual de 26°C (BRASIL, 2003), 19.818 habitantes, sendo 62,57% da população rural, maior faixa etária entre 20 e 24 anos (Fonte: IBGE - Censo Demográfico – Coordenação IBGE Santo Antônio de Jesus), localizada numa região de clima tropical (Mapa de clima IBGE, 2002).

Implantou-se um cultivo de tomate *Grape* numa casa de vegetação de estrutura tipo “teto em arco” (Figuras 3 e 4) com medidas de 23,90 m de comprimento, 7,10 m de largura e 4,73 m de altura. Posição geográfica S 12°36'.604” e W 039° 01'.851”. A estrutura é composta por vigas de madeira (eucalipto), tela antiafídeo nas laterais, que impedem a entrada de pragas e, filme plástico (150 micras – casa de vegetação) transparente na cobertura, que permite a passagem de radiação solar.



Figura 3. Casa de vegetação utilizada na pesquisa. Posição geográfica S 12°36'.604" e W 039° 01'.851".

Na casa de vegetação, sem interferência de chuva e pragas, foram implantadas fileiras de plantas de tomateiro com 24 tratamentos e 5 repetições, totalizando 120 parcelas (Figura 4).



Figura 4. Disposição das parcelas experimentais no interior da casa de vegetação.

Cultivou-se as plantas em vasos de 8 litros. Os vasos foram preenchidos com 1 litro de brita e 7l de substrato. Em cada vaso foi instalado um gotejador autocompensante (vazão de 3,6 litros/hora). O espaçamento adotado foi 1m x 0,70 m. A nutrição das plantas foi feita através da fertirrigação.

5.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi do tipo inteiramente casualizado em esquema de arranjo fatorial. Assim, estudou-se concomitantemente os efeitos da frequência de irrigação (fixa e variada), desbrota (plantas com 1, 2, 3 e 4 hastes) e substrato (comercial, 100% solo local e 80% solo local + 20% casca de arroz carbonizada), formando um fatorial 3x4x2, com 24 tratamentos e 5 repetições, totalizando 120 parcelas experimentais (Figura 5). Cada parcela experimental representada por um vaso com uma planta.



Figura 5. Visão experimental aos 59 dias de cultivo.

As plantas ficaram dispostas em espaçamento de 1m x 0,70m dentro da área útil experimental. Adicionalmente, foram cultivadas plantas de bordadura em todo perímetro do bloco, totalizando 62 plantas de bordaduras.

Tabela 1. Fatores experimentais avaliados

Fatores - Fatorial 3 x 4 x 2		Identificação
Substrato 1	100% solo local	A
Substrato 2	80% solo local + 20% casca de arroz	B
Substrato 3	Comercial	S
	1	1

Haste	2	2
	3	3
	4	4
Frequência de irrigação	Fixa	F
	Variável	V

O esquema abaixo representa o croqui de instalação do bloco experimental na casa de vegetação, a mesma construída sentido Leste-Oeste.

ESQUEMA EXPERIMENTAL

		F	V			
Substrato	S	1	2	3	4	F – Irrigação fixa / V – Irrigação variável S - SUBSTRATO COMERCIAL CAROLINA SOIL A – 100% SOLO LOCAL B – 80% SOLO LOCAL+ 20% CASCA DE ARROZ CARB.
	A	1	2	3	4	
	B	1	2	3	4	

Número de ramos/hastes

Total de vasos = 182

BORDA		BORDA	BORDA	BORDA	BORDA	BORDA	BORDA
BORDA	1	2-A-V	3-A-F	1-A-V	4-S-V	2-S-V	BORDA
BORDA	2	4-B-V	4-A-F	4-A-V	1-A-V	4-S-F	BORDA
BORDA	3	1-S-F	2-S-F	2-A-V	4-S-F	3-B-V	BORDA
BORDA	4	2-B-V	4-B-V	1-B-F	1-S-V	3-S-F	BORDA
BORDA	5	3-B-F	1-S-V	3-B-F	1-B-V	2-A-F	BORDA
BORDA	6	1-S-V	4-B-F	2-B-F	2-B-V	4-B-F	BORDA
BORDA	7	4-S-F	2-S-F	2-A-F	4-S-V	1-S-F	BORDA
BORDA	8	2-B-V	2-A-V	4-A-V	3-S-V	4-A-F	BORDA
BORDA	9	4-S-F	1-A-V	2-S-V	4-A-V	2-A-V	BORDA
BORDA	10	4-S-V	3-A-V	4-B-F	3-S-F	1-A-F	BORDA
BORDA	11	2-B-F	1-S-F	2-B-V	4-B-V	2-A-F	BORDA
BORDA	12	3-B-F	1-B-F	3-B-V	2-B-F	3-B-F	BORDA
BORDA	13	4-A-F	1-A-F	2-B-F	3-A-F	3-S-F	BORDA
BORDA	14	3-A-V	3-B-V	1-A-F	4-A-V	2-S-V	BORDA
BORDA	15	3-B-F	3-A-F	1-B-F	4-S-F	4-A-F	BORDA

BORDA	16	2-S-V	1-B-V	4-S-V	2-B-F	2-A-F	BORDA
BORDA	17	3-A-V	1-S-F	2-S-F	3-S-V	1-B-F	BORDA
BORDA	18	1-B-V	2-A-F	1-A-F	2-A-V	1-A-V	BORDA
BORDA	19	2-S-F	1-S-F	3-S-F	1-S-V	4-B-V	BORDA
BORDA	20	3-A-F	4-B-F	4-B-V	3-S-V	2-B-V	BORDA
BORDA	21	3-S-V	3-B-V	3-A-V	3-A-V	1-S-V	BORDA
BORDA	22	1-A-V	4-B-F	2-S-F	1-A-F	2-S-V	BORDA
BORDA	23	3-A-F	3-S-F	1-B-F	4-S-V	1-B-V	BORDA
BORDA	24	3-B-V	3-S-V	4-A-V	4-A-F	1-B-V	BORDA
BORDA		BORDA	BORDA	BORDA	BORDA	BORDA	BORDA

O experimento foi desenvolvido visando contribuir com a otimização do uso da água na cultura do tomate *Grape*, sem perder de vista a importância de identificar as variações na produtividade da cultura em função do modelo de condução adotado, substrato utilizado e manejo da irrigação localizada. Dessa forma, o experimento atentou-se para as implicações do manejo de irrigação em frequência fixa e variada, condução de uma, duas, três e quatro hastes por planta, cultivadas em 3 tipos de substrato, sendo eles: Substrato comercial Carolina Soil classe XVI (S), solo local puro (A) e 80% Solo local puro + 20% casca de arroz carbonizada (B).

5.3 Semeadura

As mudas de tomate foram obtidas por meio de sementes, doadas pela empresa de sementes Agristar (Fundada em 1958 pelo Sr. Ib John Hornemann, com matriz em São Paulo, com 60 anos de experiência, é uma das maiores empresas do país no desenvolvimento, produção e comercialização de sementes de hortaliças, flores e ervas, atuando no mercado profissional com as linhas Topseed Premium, Topseed e Superseed, e no segmento de jardinagem, hobby e lazer através da linha Topseed Garden), a partir da semeadura em bandejas plásticas (preta) para mudas com 50 células, nas medidas de 5x5x8 cm cada célula. A semeadura foi feita no dia 04/02/2022, as sementes foram plantadas nas células na profundidade de 0,5 cm (Figura 6).



Figura 6. Semeadura das sementes do tomate grape.

A emergência de plântulas iniciou 5 dias após sementeira, aos 12 dias após emergência as plântulas alcançaram 13 cm de altura e 48 cm aos 22 dias (Figura 7), com fornecimento de irrigação diariamente. A fertirrigação das mudas iniciou dia 22/02/22 com concentração a 30% (iniciou 100% após plantio).



Figura 7. Mudanças de tomate em sementeira aos 22 dias após sementeira.

Nas bandejas de sementeira utilizou-se o substrato carolina soil.

5.4 Preparo do local

Antes da realização do plantio definitivo, foi realizado o preparo do local para recebimento das mudas. Realizou-se a limpeza do local eliminando as ervas daninhas, restos de materiais, limpeza do tanque de água, instalação de água, energia e internet, montagem do sistema de irrigação e outras necessidades.

Nessa fase também foi realizado o balizamento das parcelas, com auxílio de barbante, piquete e trena organizou-se o bloco experimental devidamente alinhado e no espaçamento adotado. Nesta etapa montou-se as linhas/fileiras dos vasos no espaçamento de 1 m entre fileiras e 0,70 entre plantas, logo após identificou-se os vasos com os códigos referentes para cada tratamento.

5.5 Transplante

Realizou-se o plantio definitivo 28 dias após semeadura com plantas medindo 48 cm de altura, 0,5 cm de espessura do caule (na altura de 5 cm do colo) e com 4 a 6 folhas desenvolvidas. Plantas 1 dia antes do plantio definitivo (Figura 8), vigorosas, sadias e com altura média de 48 cm.



Figura 8. Mudas de tomate Grape aos 22 dias após emergência das plântulas.

As mudas foram transplantadas das bandejas direto para os vasos de plantio com substrato, em ótimas condições sanitárias e bom vigor vegetativo (Figura 9). Em cada vaso de 8 litro colocou-se 1 litro de brita no fundo afim de servir como dreno e na sequência completou-se o com substrato.



Figura 9. Vista experimental no mesmo dia do transplântio.

A berço foi feito com um pedaço de madeira redondo, já com o substrato molhado, na sequência plantou-se as mudas e realizou a poda apical.

5.6 Substratos

5.6.1 Solo local (A)

Um dos substratos usados no experimento foi composto por 100% de solo local, coletado na área agrícola do IF *campus* Governador Mangabeira (Figura 10), possui classe textural franco argiloso arenosa (17,3% silte, 56,5% areia e 26,2% argila), pH 6,8, teor de matéria orgânica 1,7%, CTC (T) 10,4 e bons teores de macro nutrientes, conforme análise de solo (Apêndice A). O substrato coletado é classificado dentro do Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS) numa área constituída por Latossolo Amarelo, que representa 78% do território do município de realização da pesquisa (BRASIL, 2003; BDIA, 2023) (Anexo C). Usou-se a quantidade total de 280 litros de solo em 40 vasos. Este mesmo substrato foi usado nas plantas da bordadura.



Figura 10. Solo local.

5.6.2 Solo local e casca de arroz carbonizada (B)

Outro substrato utilizado foi composto por 80% solo local + 20% casca de arroz carbonizada (CAC) (Figura 11). A parte de solo usada é o mesmo solo do tópico anterior, já a casca de arroz foi adquirida no comercio local e carbonizada nas dependências do *campus*. Usou-se 224 litros de solo e 56 litros de casca de arroz carbonizada, fazendo a mistura do material antes de levar para os vasos. A casca de arroz é oriunda do beneficiamento do arroz.



Figura 11. Solo local + casca de arroz carbonizada.

5.6.3 Substrato comercial carolina soil classe XVI

Este substrato tem na sua composição turfa, vermiculita e calcário. Possui pH 5,5, condutividade elétrica (mS/cm) 0,7, umidade máxima (% m/m) 60, densidade seca (kg/m³) 130, Capacidade de Retenção de Água (% m/m) 350, lote do produto 206622 (Figura 12). Foram gastos 280 litros deste substrato em 40 vasos, cada embalagem com 8 kg (45 litros) de substrato.



Figura 12. Substrato comercial carolina soil.

5.6.4 Propriedades hidráulicas dos substratos

Para determinar o potencial matricial do solo (ψ) a partir de valores de conteúdo de água no solo (θ) fez-se necessário obter as propriedades hidráulicas dos substratos estudados. Para tanto, realizou-se um experimento de evaporação para obtenção das propriedades hidráulicas pela lógica da modelagem inversa com apoio do software HIDRUS – 1D, version 4.16.0110 (Simunek et al., 2013). Foram instaladas sondas de TDR na profundidade de 5 cm nos vasos (total de 3) com substrato. Cada vaso foi revestido com objetivo de evitar saída de água por percolação. Na sequência o recipiente foi saturado, ocorrendo perda de água apenas através da evaporação dos substratos.

As variações do conteúdo de água nos substratos foram medidas com as sondas de TDR instaladas em intervalos de 15 minutos de forma automática. A evaporação de água foi quantificada pela variação de massa que ocorreu no recipiente (vaso com substrato), em intervalos de 15 minutos, por meio de balanças Alfa Instrumentos com capacidade de 60kg (Modelo BL5040-60) e capacidade de 120 kg (Modelo BL 5040-120), ambas com precisão de 0,02% quando usada em sistema controlado (Sem fluxo de ar,

ausência de ruído de rede elétrica, sem vibração do chão e sem variação de temperatura), segundo o representante da marca a precisão para o ambiente que foi aplicado é em torno de 0,1%.

Os dados obtidos da variação do conteúdo de água nos substratos e de evaporação foram inseridos no software HYDRUS – 1D, para resolução da equação (3) de Richards (Richards, 1931) afim de estimar o fluxo de água no solo.

$$\text{Equação: } \frac{\partial \theta}{\partial t} = \frac{\partial}{\partial z} \left[K(\theta) \left(\frac{\partial h(\theta)}{\partial z} - 1 \right) \right] \quad [3]$$

No qual,

h = pressão de água no solo (m H₂O);

θ = conteúdo de água no solo (m³.m⁻³);

t = tempo (h);

z = coordenada vertical (m);

$K(\theta)$ = representa a função condutividade hidráulica do solo (m h⁻¹).

No sentido de descrever a curva de retenção de água no solo (SWRC) (equação 4) e a curva de condutividade de água no solo (SWCC) (equação 5) utilizou-se o modelo de Mualem-Van Genuchten (Mualem, 1976; Van Genuchten, 1991).

$$\begin{cases} \theta(h) = \theta_s & h \geq 0 \\ \theta(h) = \theta_r + (\theta_s - \theta_r) \left[\frac{1}{1 + |\alpha h|^n} \right]^{(1 - \frac{1}{n})} & h < 0 \end{cases} \quad [4]$$

$$K(\theta) = K_s S_e^\lambda \left[1 - \left(1 - S_e^{\frac{n}{n-1}} \right)^{1 - \frac{1}{n}} \right]^2 \quad [5]$$

$$S_e = \frac{(\theta - \theta_r)}{(\theta_s - \theta_r)} \quad [6]$$

No qual,

θ_s = conteúdo de água residual (m³ m⁻³);

θ_r = conteúdo de água saturado (m³ m⁻³);

h = pressão (m H₂O);

$K(\theta)$ = condutividade hidráulica não saturada do solo ($m\ h^{-1}$);

K_s = condutividade hidráulica saturada do solo ($m\ h^{-1}$);

S_e = saturação efetiva,

α , n e λ = parâmetros empíricos.

No programa HYDRUS – 1D, a determinação dos parâmetros hidráulicos do solo (θ_r , θ_s , α , n , λ e K_s) é realizada pela minimização entre as variáveis “ θ ” ou “ h ” observados e simulados no espaço e no tempo. Para isso, utiliza-se o total das diferenças obtidas entre os valores de θ ou h observados e simulados, podendo ser expressa a partir de uma função objetiva (Φ), equação 7.

$$\Phi(\theta, \beta) = \sum_{j=1}^m \sum_{i=1}^{n_j} [\theta_{TDR,j}(z_i, t_i) - \theta_{EST,j}(z_i, t_i, \beta)]^2 \quad [7]$$

No qual,

Φ = função objetiva;

θ_{TDR} = conteúdo de água no solo observado na TDR;

θ_{EST} = conteúdo de água no solo estimado utilizando os parâmetros hidráulicos do solo otimizados em β (θ_r , θ_s , α , n , λ e K_s);

t_i = horário (tempo) da leitura;

z_i = posicionamento da sonda de TDR;

j = número de leituras realizadas no mesmo ponto;

m = número de diferentes locais de medidas de umidade;

n = número de medidas realizadas em um m .

Nota-se na equação anterior, que o lado direito da equação refere-se ao resíduo entre os somatórios dos valores do conteúdo de água observados na TDR no tempo “ t_i ” para “ j ” medidas em “ z_i ” e os correspondentes valores de conteúdo de água estimados utilizando os parâmetros do solo otimizados em “ β ”. Para minimizar a função objetiva (Φ) utilizou-se o método não linear de Levenberg-Marquardt.

Tabela 2. Parâmetros hidráulicos dos substratos

	Substratos		
	Solo	Solo + CAC	Comercial
$\theta_R(m^3 m^{-3})$	0,00264	0,004725	0,0524400
$\theta_S(m^3 m^{-3})$	0,5400	0,600000	0,9400000
$\alpha (m^{-1})$	0,0136	0,016850	0,0282730
$n (-)$	1,5460	1,590700	1,8290000
m	0,3532	0,371346	0,4532531
$R^2 (%)$	98,900	99,700000	96,8900000
$\lambda (-)$	0,519	0,000014	0,0001333
$K_s (m dia^{-1})$	9,370	7,960000	11,0800000
RMSE	0,059	0,022600	0,0346000

Depois de obter-se os parâmetros hidráulicos dos substratos, foi obtida a curva de retenção de água no solo, tornando-se possível a partir de dados do conteúdo de água no substrato obter-se os respectivos valores de potenciais matriciais. Esses valores foram importantes para definir o limite superior de água no substrato, para os tratamentos em que se deseja retornar à umidade do substrato para a condição de 100% da disponibilidade total de água.

5.6.5 Manejo de irrigação

O cálculo do tempo e volume de irrigação foi realizado com base no volume dos vasos (8 litros) e nos valores de umidade volumétrica referentes ao limite crítico inferior (umidade crítica) do substrato, onde o sistema acionava, até a umidade correspondente ao limite superior (capacidade de campo), onde o sistema desligava.

Tabela 3. Parâmetros hidráulicos dos substratos

Substrato	Limite Inferior			Limite superior		
	Sinal elétrico	Umidade cm^3/cm^3	Potencial	Sinal elétrico	Umidade cm^3/cm^3	Potencial

Solo	1750	0,3080	17,65 kPa	2050	0,4454	6 kPa
Solo + CAC	1750	0,2729	20,79 kPa	2050	0,4634	6 kPa
Comercial	1800	0,3577	11,96 kPa	2350	0,5473	6 kPa

Dessa forma, o cálculo do tempo de irrigação foi realizado de acordo equação, abaixo.

$$T_{irrigação} = \frac{(\theta_{LS} - \theta_{LI}) \times volume_{vaso} \times \frac{1}{Ef}}{Q_E} \quad [8]$$

Em que,

T = Tempo de Irrigação

θ_{LS} = Limite Superior – capacidade de campo (desliga)

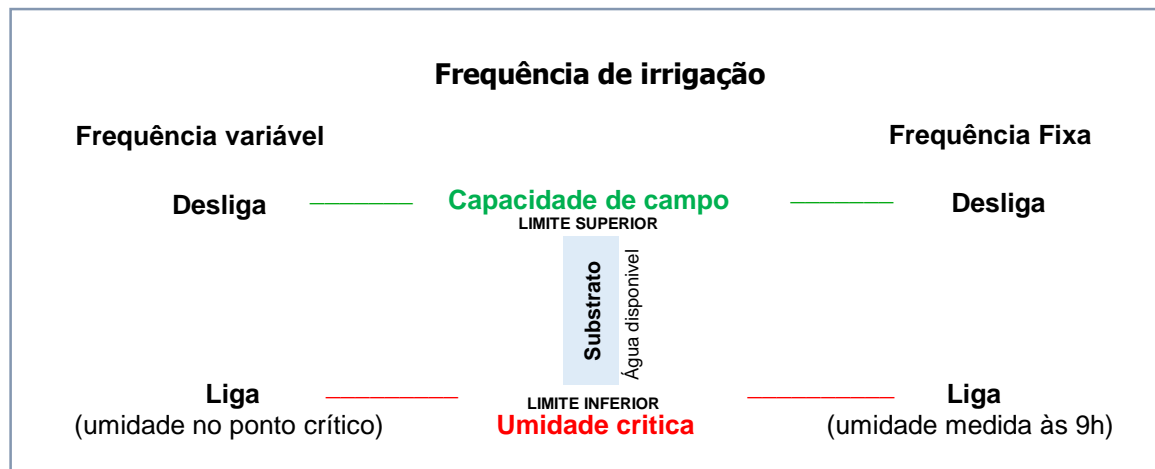
θ_{LI} = Limite Inferior – umidade crítica (liga)

Ef = Eficiência de aplicação de água do sistema (90%)

Volume do vaso = 8 litros

Q_E = Vazão do emissor (3,6 l/h)

Adotou-se no projeto dois modelos de frequência de irrigação como fonte de variação experimental: frequência fixa (F) e frequência variável (V). O modelo de frequência fixa era fornecido água todos os dias no mesmo horário, realizando-se a medida do valor de umidade atual dos substratos e retornando-os ao valor de capacidade de campo. Já no sistema com frequência variável o sistema era acionado automaticamente sempre que o valor de umidade atingia o valor crítico inferior.



A imagem abaixo apresenta o sensor de umidade inserido no substrato e o sensor no momento da instalação, na profundidade de 5 cm (Figura 13).



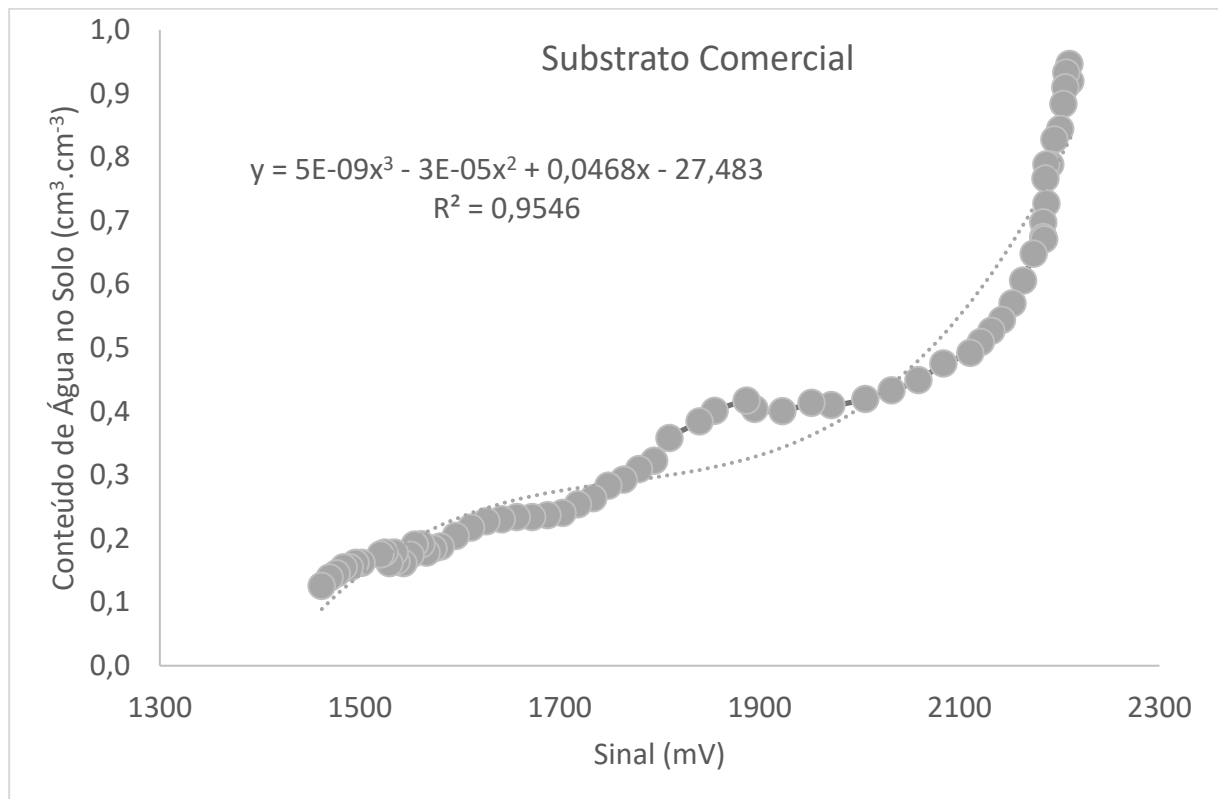
Figura 13. Sensor de água no solo.

Os sensores foram calibrados para utilização nos três substratos utilizados. Para tanto, utilizou-se tubos de PVC de 10 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro para preenchimento com os substratos. Na parte inferior do tubo, colocou-se telas de TNT (tecido não tecido) com a função de apenas permitir a passagem de água sem a perda de solo. As sondas foram inseridas nos substratos até cobrir completamente as hastes dos sensores. Em seguida os tubos com substratos foram imersos por 24 horas em um recipiente com água de forma que a altura da lâmina alcançasse dois terços da altura da coluna de substrato para saturação. Após a saturação, deixou-se as colunas de substrato com os sensores em bancada de laboratório para secagem natural, sendo obtidos valores de massa com

uma balança digital com precisão de 0,1g e os respectivos valores de sinal elétrico proveniente das sondas (mV). Inicialmente, fez-se leituras da massa (g) e do sinal elétrico (mV) de dez em dez minutos, pois a perda de água por drenagem neste período foi muito elevada, especialmente no substrato comercial. À medida que a drenagem cessava em cada tipo de substrato, as leituras ocorreram em maiores intervalos de tempo. Quando os valores de massa passaram a levar muito tempo para diminuição, as colunas foram levadas à estufa a 105°C. Procedimento que continuou até que já não ocorresse variação de massa. A umidade volumétrica referente a cada leitura de massa obtida na balança foi determinada pela equação 9:

$$\theta = U \times \frac{ds}{da} \quad [9]$$

Em que: U = umidade gravimétrica do solo ($\text{g} \cdot \text{g}^{-1}$); ds= densidade do substrato (g/cm^{-3}); ds= densidade da água (g/cm^{-3}). Com os valores de θ e do sinal elétrico (mV) estabeleceu-se as seguintes curvas de calibração:



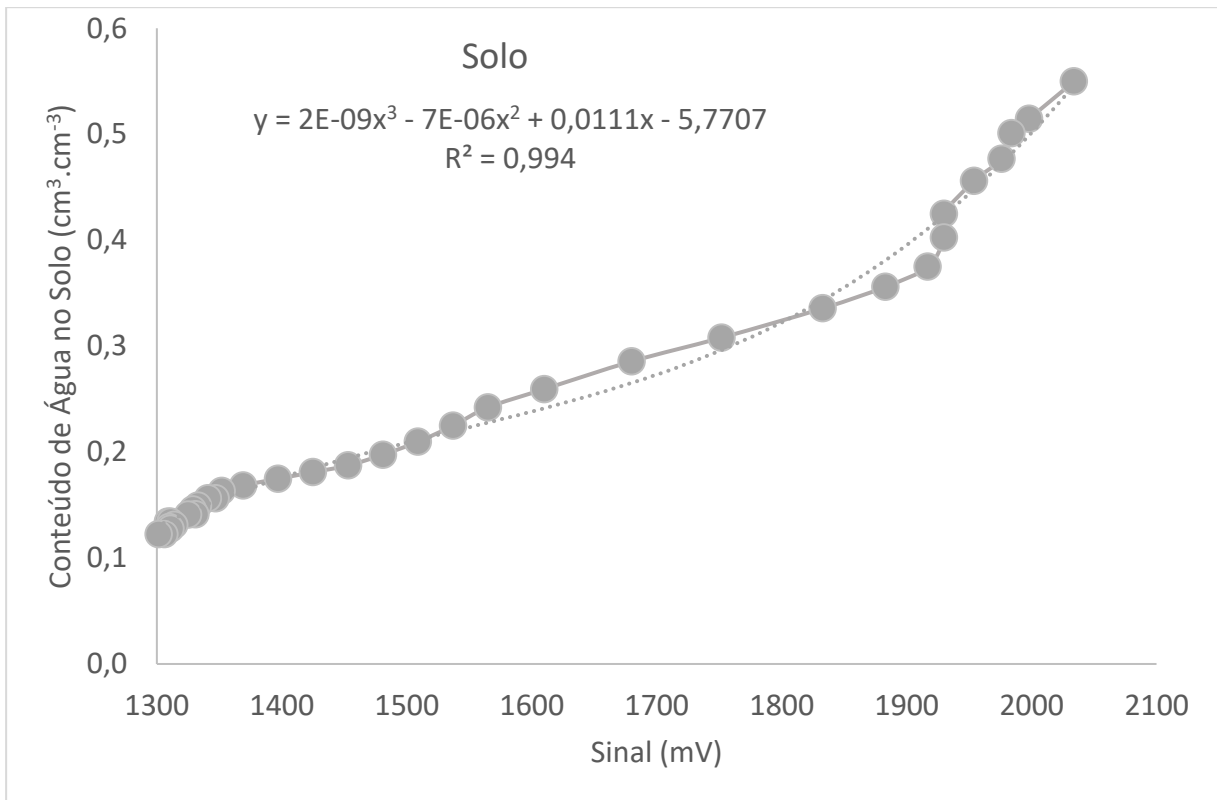
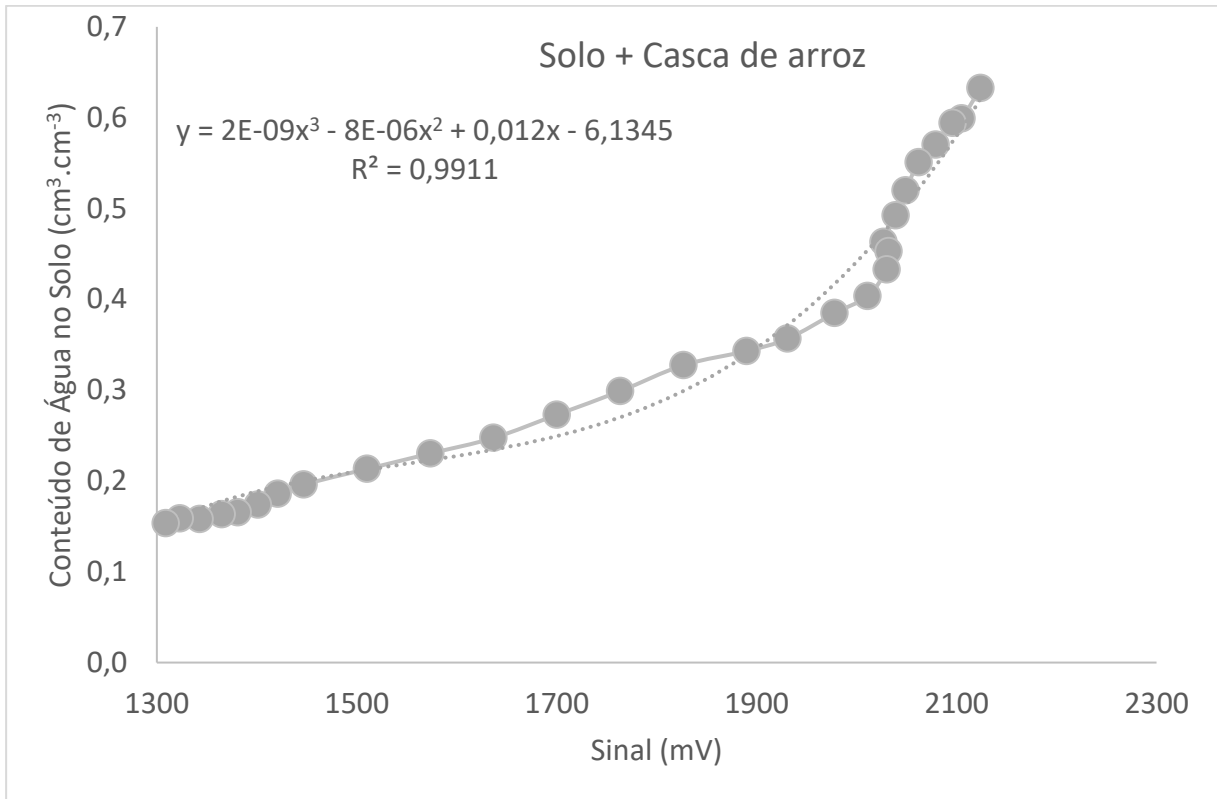


Figura 14. Curvas de calibração obtidas para uso nos substratos.

5.6.6 Acionamento do sistema de irrigação

O acionamento do sistema de irrigação foi um fator de grande atenção e extrema importância no cultivo, para que o sistema acionasse no momento adequando o uso dos sensores de umidade foi essencial no monitoramento da umidade nos substratos. Como já dito na irrigação em frequência fixa, os valores de umidade dos substratos eram obtidos às 9h da manhã, sendo que a partir do valor obtido, calculava-se o volume de água necessário para retomar o solo à capacidade de campo, conforme equação 8. Já na frequência variável, o sistema era acionado automaticamente sempre que a umidade do substrato atingia a umidade no limite crítico inferior, independentemente do horário. A Figura 15 mostra o momento de acionamento e suspensão da irrigação conforme leitura dos sensores de umidade.

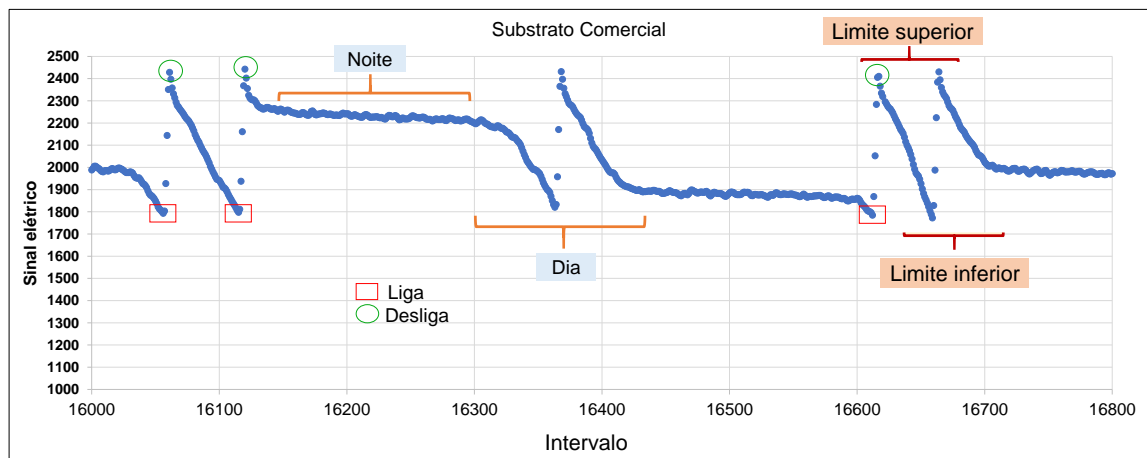


Figura 15. Representação do sinal elétrico.

O estudo demonstra a diferença no consumo/perda de água nos diferentes turnos do dia. No período da noite a linha do sinal elétrico se comporta na horizontal, referindo-se a um menor consumo de água, já no período do dia a linha do sinal se comporta na vertical, representando maior consumo de água.

5.7 Manejo e tratos culturais

Os tratos culturais iniciaram de fato na implantação da cultura, nas bandejas, ocorreram, no entanto, numa escala reduzida em virtude do pequeno espaço utilizado.

No mesmo dia do transplante foi realizada a poda apical das plantas para estimular brotações laterais, exceto as plantas conduzidas com um ramo vegetativo.

5.7.1 Condução das hastes

As parcelas foram conduzidas com uma, duas, três e quatro hastes, sendo tutorada com barbante amarrado na vertical (Figura 16) e realizado o desbaste dos brotos indesejáveis. Utilizou-se uma linha de barbante para cada ramo.

As parcelas foram estabelecidas por meio do delineamento inteiramente casualizado (sorteio), com o fator condução (1, 2, 3 e 4 hastes) já definido. Dessa forma, a distribuição das parcelas com cada condução dentro do bloco já foi previamente definida antes mesmo da montagem do bloco. Assim, já era sabido onde cada planta com determinada condução iria ser instalada, identificando-a com código em adesivo no vaso, a parti disso bastou-se seguir o manejo da condução realizando o desbaste necessário. Exemplo: A primeira planta foi instalada sabendo que seria com 2 hastes, substrato solo puro e frequência de irrigação variável, sabendo disso, bastou conduzir a planta com o manejo delineado, deixando as hastes e também fazendo o desbaste, a segunda planta com 4 hastes, a terceira com uma haste e assim sucessivamente, com mesmo procedimento válido para os fatores substrato e frequência de Irrigação.



Figura 16. Tutoramento.

Ao adotar barbante como técnica de tutoramento é necessário cuidado ao fazer o nó e conseqüentemente o tutoramento. Prendeu-se o barbante na base da haste com o nó folgado afim de não estrangular a planta após seu desenvolvimento (ramos

engrossarem). Na parte superior ficou o arame (2,50 m de altura) amarrado na horizontal, preso na estrutura da casa de vegetação, prendeu-se o barbante com um laço, em sentido vertical.

Quando a planta atingiu cerca de 2,50m soltou-se o barbante e deitou-se a planta, afim de facilitar os tratos culturais e colheita, essa prática repetiu-se sempre que a planta atingiu a altura citada anteriormente.

5.7.2 Fertirrigação

O suprimento de água e nutrientes para as plantas foram atendidos através da fertirrigação por gotejamento (direto no pé da planta). O fornecimento dos nutrientes (macro e micronutrientes) foi através de fertilizantes sintéticos. Dentre os nutrientes fornecidos cita-se o N, P, K, Ca, Fe, Zn, Mg, Mn e Boro. A nutrição foi disponibilizada de acordo necessidade da fase vegetativa da planta (desenvolvimento e frutificação) (Apêndice B).

O método de irrigação mais adequado para a utilização da fertirrigação do tomateiro é o gotejamento, os fertilizantes são dissolvidos em um tanque e injetados na tubulação (Prezotti, 2010).

O sistema de irrigação usado foi composto por tanque/caixa d'água para armazenamento, registro e conexões, bomba d'água de 0,5 cv, filtro de água, solenoide, mangueira de 25mm, fita gotejadora de 16mm, mangueira microtubo e gotejador autocompensante (Figura 17).



Figura 17. Sistema de fertirrigação.

5.7.3 Desbaste

Nas axilas das folhas dos pés de tomates nasceram brotos, que foi necessário fazer o desbaste, o excesso de brotos faz a planta gastar energia, assim, desperdiçando água e nutrientes.

A retirada dos brotos (Figura 18) ocorreu sempre que necessário, portando uma tesoura de poda, canivete ou quebrando o broto com a mão, fazer a retirada das brotações enquanto novas é mais vantajoso. Deixando apenas os ramos principais a serem conduzidos.

As plantas conduzidas com ramos compostos tiveram a poda apical realizada no dia do transplante, já os desbastes dos brotos para todos os tratamentos iniciaram 13 dias após o transplante, com frequência semanal de desbaste.

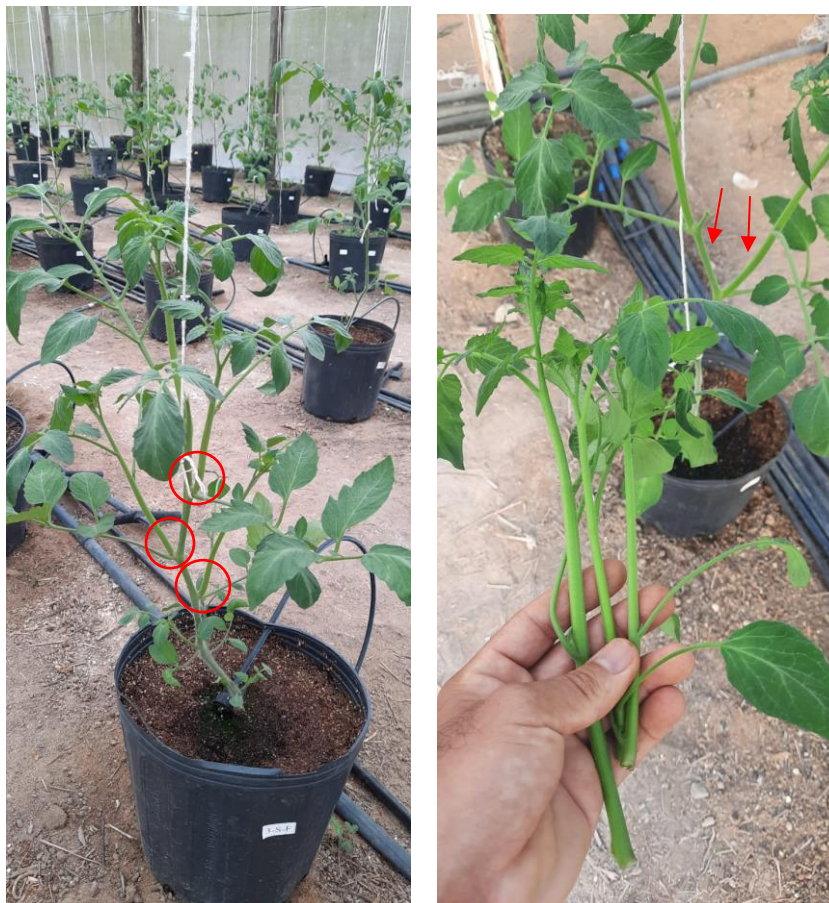


Figura 18. Desbaste dos ramos.

As ferramentas utilizadas precisaram ser higienizadas evitando contaminação com patógenos.

5.7.4 Controle de plantas invasora

Ocorreu que o substrato 100% solo apresentou maior incidência de plantas invasoras (Figura 19), sendo necessário realizar a limpeza dos vasos, o que acarreta em maior necessidade de mão de obra durante o cultivo, a limpeza foi feita manualmente com a retirada das ervas (arranquio). Realizou-se limpeza sempre que surgia ervas daninhas, arrancando as invasoras ainda novas.

O substrato 80% solo + 20% casca de arroz apresentou infestação menor que o citado anteriormente, também realizado o controle manualmente, já o substrato comercial não apresentou presença das plantas infestantes.



Figura 19. Substrato 100 % solo com plantas invasoras.

As parcelas de estudos não ficaram com presença constante de ervas, assim que germinavam eram logo arrancadas, influenciando pouco ou nada no consumo de água e nutrientes. Havendo uma incidência maior nas plantas da bordadura, que eram limpas por último.

5.7.5 Controle de pragas e doenças

É sabido que a culturas do tomateiro é muito susceptível a doença e pragas quando cultivada em campo aberto, mas quando em ambiente protegido pode se reduzir consideravelmente esses ataques, entre as principais doenças temos a requeima e pinta preta, quanto a pragas, a lagarta que mais incomoda na casa de vegetação se houver a entrada de mariposas. No entanto a podridão apical afeta os frutos independente do ambiente cultivado, causando grandes prejuízos (Figura 20).

Castellane (1988) afirma que, apesar de ser uma simples deficiência de Cálcio nos frutos, em função dos diversos fatores que a induzem, o controle da podridão apical, cuja incidência pode reduzir em muito a produção de frutos comerciáveis do tomateiro, é uma preocupação constante para pesquisadores e produtores.



Figura 20. Danos em frutos de tomate.

No experimento, a correção da deficiência de Ca foi realizada com pulverização de calcário dolomítico sobre as plantas, na quantidade 150 gramas por planta, com aplicação única durante o ciclo produtivo, quanto as lagartas foram eliminadas com catação manual quando surgia.

5.7.6 Polinização

As primeiras flores abertas surgiram 11 dias após o plantio definitivo nos vasos, pertencendo aos tratamentos conduzido com um ramo vegetativo (sem poda apical), na sequencia surgindo flores nos demais tratamentos (2, 3 e 4 ramos). A polinização aconteceu manualmente através de balanço leve dos ramos, não sendo de forma brusca para não danificar a planta nem perder frutos. Realizada diariamente durante todo ciclo produtivo das plantas. A Figura (21) abaixo apresenta a inflorescência do tomate Grape e frutos recém formados.



Figura 21. Inflorescência do tomate *Grape*.

5.8 Colheita e pós-colheita

Trinta e três dias após primeiras flores abertas obteve o primeiro fruto maduro. Realizou-se colheita uma vez por semana com os frutos maduros (coloração vermelha), sendo a primeira colheita dia 26/04/22 (Figura 22), tamanho médio dos frutos de 2 a 4 cm, toda produção foi contada e pesada em balança de precisão (marca: BEL – Modelo: S5201). Os dados coletados durante a colheita foram lançados em planilha para análise, obtenção do cálculo de produtividade e rendimento, determinação da eficiência no uso da água e qualidade dos frutos.



Figura 22. Frutos do tomateiro.

Realizou-se 8 colheitas durante a pesquisa, na última colheita sendo separados os frutos maduros para realização da análise de qualidade ($^{\circ}$ Brix e pH). O ciclo da cultura durou 109 dias. Os tratamentos com uma haste apresentaram precocidade na produção em virtude de não realizar poda apical no plantio.

5.9 Análise físico-químico

Para determinação dos sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) e pH foram usados os métodos descritos pelo INSTITUTO ADOLFO LUTZ (2008).

A obtenção dos valores $^{\circ}$ Brix foi utilizado o equipamento refratômetro digital modelo RTD-95 marca INSTRUTHERM (Figura 23), acompanhado de outros utensílios, sendo eles: Liquidificador, peneira, copos, água destilada e papel toalha. A análise foi realizada no laboratório do *Campus*, primeiro passo foi separar cerca de 25 frutos maduros do tratamento, na sequência bater estes frutos (puro) no liquidificador, coar com peneira, na sequência colocar a quantidade exata de suco puro do tomate no prisma do

refratômetro (já calibrado), logo após fazendo a leitura °Brix, aparecendo na tela do aparelho o valor em porcentagem.



Figura 23. Refratômetro.

Quanto a determinação de pH, adotou-se o processo eletrométrico utilizando o aparelho medidor de pH (phmetro) marca Astra (Figura 24), calibrado na solução tampão pH 4.01 a 25° C, pH 6.86 a 25° C e pH 9.18 a 25° C, utilizou-se o suco puro do tomate em copo descartável, imergindo o peagâmetro digital diretamente do suco, aguardando por alguns segundos até estabilizar o valor e realizar a leitura diretamente no aparelho. Para cada tratamento o eletrodo foi lavado com água destilada e enxuto com papel toalha.



Figura 24. Peagâmetro digital.

Todos os tratamentos foram feitos análises no mesmo dia (turno).

5.10 Determinação de massa fresca e seca

Foram determinados valores de massa fresca vegetativa e massa seca, para determinação da massa fresca foi coletada a planta inteira (exceto raízes)(Figura 25), após retirada da planta do vaso (sem raiz), o vegetal foi cortado em partes menores, pesou-se em balança de precisão e acondicionou em embalagens de papel para posterior secagem, já a massa seca foi determinada após as plantas nas embalagem serem submetidas à secagem em estufa de circulação forçada de ar (marca: Limatec), até peso constante, em g/planta, procedendo, em seguida, à pesagem em balança de precisão, para a determinação da massa seca (Braga et al., 2007; Dôres, 2007; Miranda et al., 2009; Cunha et al., 2015; Morales et al., 2015; Goncalves et al., 2018).



Figura 25. Determinação de massa fresca.

A massa seca foi obtida após secagem da planta em estufa a 60 graus Celsius (Figura 26), semelhante ao usado por Cunha et al. (2015) (65 °C). Durante o período de uma semana, Braga et al. (2007) fez o processo de secagem em 96 horas.

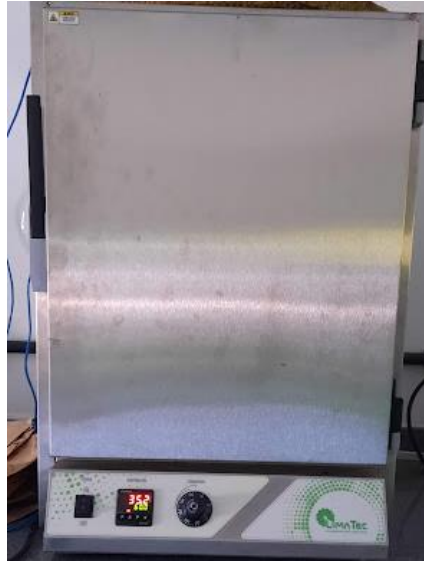


Figura 26. Obtenção de massa seca.

Após secagem (desidratação) em estufa, foi pesada a massa seca.

5.11 Avaliação e coleta de dados

As avaliações e coletas de dados eram realizadas diariamente com planilhas e registros das informações obtidas, coleta de dados do crescimento vegetal, produção por planta (número e peso dos frutos) e fornecimento de água pelo somatório do volume das irrigações aplicadas. O número de fruto por planta foi determinado pela soma das unidades de frutos de todas as colheitas de cada tratamento (uma planta), já a massa dos frutos determinou-se pela soma dos pesos de todas colheitas de cada tratamento (cada planta), ou seja, o peso do número total de frutos.

A produtividade da água de irrigação determinou-se pela razão entre a produção de frutos por planta (PFP - kg/planta) e o volume de água aplicado por planta (VAP - litro/planta), conforme equação (10):

$$PA (kg \text{ litro}^{-1}) = \frac{PFP}{VAP} \quad [10]$$

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância e teste de médias Tukey, $p < 0.05$) para identificação do efeito de cada fator e da interação entre eles.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Figura 27 apresenta as variações de Temperatura e Umidade relativa do Ar registradas no interior da estufa agrícola durante os meses de março e maio de 2022. Conforme os dados registrados em intervalos de 10 minutos, as plantas foram submetidas à uma temperatura média de 26°C, sendo que o valor máximo registrado foi 43°C e o valor mínimo 18°C. No que diz respeito à umidade relativa do ar, a média registrada foi de 77% com valor máximo de 94% e mínimo de 29%.

Filgueira (2007), explica que o tomateiro é exigente em termoperiodicidade diária, requer temperaturas diurnas amenas e noturnas menores, temperaturas excessivas ou muito baixas é fator limitante na cultura, prejudicando a frutificação, germinação e crescimento vegetativo.

Segundo Yara Brasil (2020), o tomateiro é uma cultura de estação quente, sendo muito sensível à geada em qualquer estágio de crescimento e é considerada a faixa de temperatura ótima para o tomate entre 18 e 27°C, quanto a umidade relativa do ar, a faixa ótima em culturas conduzidas em casa de vegetação variam de 60-80%. Umidade relativa muito baixa faz com que a planta transpire mais, conseqüentemente elevando o consumo de água. Da Silva et al. (2006) indicam que temperatura maiores de 40°C e abaixo de 10°C, prejudicam o desenvolvimento dos frutos do tomateiro.

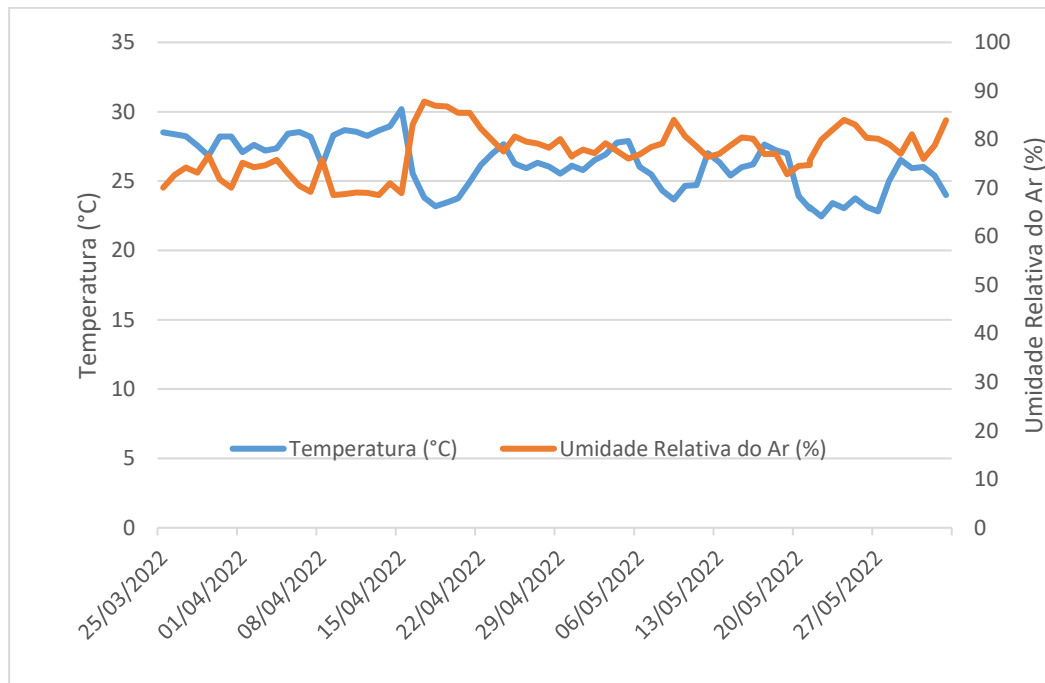


Figura 27 - Monitoramento de Temperatura e Umidade Relativa do Ar no interior da estufa em período experimental.

6.1 Efeito dos substratos na produção de tomates cultivados com 1, 2, 3 e 4 hastes

Os menores valores referentes a números de frutos foram verificados (Tabela 4) nas plantas cultivadas em vasos preenchidos eminentemente com solo. Quando o tomate foi cultivado em solo preenchido com mistura solo + casca de arroz e em substrato comercial a produção (número e massa de frutos) foi a mesma. Quando cultivadas em solo puro, cada planta produziu em média 255 frutos, já na mistura solo + casca de arroz e substrato comercial cada planta produziu em média 322 e 338 frutos, respectivamente.

Dado os resultados encontrados entende-se que a escolha do substrato interfere na produção de frutos devido especialmente à natureza física dos materiais – densidade, porosidade, retenção de água. O solo puro foi acondicionado nos vasos à uma densidade média de $(1,10 \text{ g/cm}^3)$ e porosidade de 32%. Já quando o solo foi misturado com casca de arroz, após acomodação nos vasos a densidade média resultante foi $0,80 \text{ g/cm}^3$ com 42% de porosidade, enquanto que no substrato comercial a densidade foi $0,13 \text{ g/cm}^3$ com 88% de porosidade. O percentual de casca de arroz incorporada ao solo puro propiciou

características positivas não presente ao solo puro, elevou a porosidade e melhorou a densidade do substrato facilitando a distribuição de água e nutriente em todo sistema radicular, propiciando conforto no desenvolvimento das raízes envolta por um substrato solto, sem compactação, características estas presentes também no substrato comercial.

Tabela 4. Efeito do substrato no número e massa dos frutos

Tipo de substrato	N° frutos	Massa (g/planta)
100% solo	255a	1615a
80% solo + 20% casca de arroz	322b	1622a
Substrato comercial carolina soil	338b	1940a

Para Soldateli et al. (2020) os substratos a base de associações de esterco e casca de arroz carbonizada, apresentam melhores resultados de produtividade total e número de frutos de tomate cereja em relação as plantas cultivadas apenas em solo puro, o crescimento e a produtividade de tomateiro cereja modificam-se conforme as características dos substratos.

O uso de combinações de compostos/misturas a exemplo da casca de arroz carbonizada e solo puro, mostra-se uma excelente alternativa tendo em vista que um composto pode complementar características ausente no outro, como melhorar o teor de matéria orgânica, promover boa porosidade, elevar a capacidade de retenção e armazenamento de água, facilitar os tratos culturais, dessa forma, propiciando bom desenvolvimentos das raízes e conseqüentemente promovendo condições satisfatórias a planta, assim, elevando a produção e a lucratividade.

De acordo Soldateli et al. (2020) substratos compostos de resíduos obtidos do beneficiamento do arroz e dejetos de bovinos resultam em plantas de tomateiros com maior número de frutos e massa, o autor cita que a produtividade do cultivar Cascade foi de 4,36 t/ha, enquanto a cultivar Samambaia obteve-se uma produtividade de 6,84 t ha, ambos resultados utilizando misturas de compostos, enquanto cultivadas, somente com solo, foram de 0,56 t/ha e 0,67 t/ha para as duas cultivares, respectivamente.

Andriolo et al. (1999) verificaram que o substrato comercial e a casca de arroz carbonizada em mistura com solo propiciaram melhores condições a produção quando

comparado ao substrato húmus (oriundo da minhocultura), no entanto os três podem ser utilizados como substrato na cultura do tomate. Andriolo et al. (1999) complementa que casca de arroz usada isoladamente proporciona redução a produção de frutos e aumenta as perdas de água devido à dificuldade de retenção, sendo indicada para ser eficiente empregada com mistura.

Para Godoy (2018) substrato contendo somente solo não se mostra eficiente quando analisada a produção de flores, em relação a substratos de misturas de resíduos orgânicos (casca de arroz carbonizada, solo e esterco bovino) em diversas proporções o número de flores podendo ser relacionado diretamente com as características do substrato usado, melhores resultados em mistura alcançaram 46 flores, enquanto solo puro chegou a 15,37.

No estudo realizado não ficou evidenciado se o substrato tem relação direta com o “pegamento” maior ou menor das flores, tendo em vista que não observou-se quedas de flores, assim sendo, o número de flores está relacionado diretamente com o número de frutos, sendo o solo puro o substrato com menores condições favoráveis.

De acordo com os resultados encontrado por Lima et al. (2009), o substrato composto somente por solo apresentou condições para menor número de folhas, o que influenciou no estágio reprodutivo, devido a menor área fotossintética, acarretando em menor produção de flores e posterior frutificação, no qual constatou menor produção no número de frutos.

Visando a reciclagem dos resíduos proveniente do beneficiamento do arroz, a casca de arroz se apresenta como ótima alternativa para formulação de substratos para produção de tomate do tipo cereja, sendo uma forma de reduzir impactos ambientais e tornar o sistema de produção sustentável e produtivo. Podendo também testá-la em proporções (%) diferentes, assim como, ser associada a outros compostos, não sendo indicada seu uso de forma isolada.

Fontes et al. (2004) afirma que o sistema Fito (substrato constituído de composto, areia e fertilizantes) pode substituir o cultivo em solo tanto em ambiente protegido quanto em campo.

Menegaes et al. (2018) estudando duas espécies da família solanácea (*fisalis*) e nove tipos de substratos, observaram que de maneira geral que as espécies

apresentaram boa germinação e desenvolvimentos das plantas para produção de frutos, destacando-se os substratos Carolina Soil, Mecplant + casca de arroz carbonizada e Tecnomax + CAC. Conforme resultados apresentados pelo autor citado, a casca de arroz carbonizada também pode ser usada em mistura com substrato comercial, apresentando resultados satisfatórios.

Santos (2018) avaliou o desenvolvimento vegetativo de plantas de alface com os substratos carolina soil (substrato comercial), terra nua, hortaliça plus (substrato comercial), e mistura dos compostos, com isso, os resultados obtidos sugerem que o substrato carolina soil apresentou melhores características propiciando melhores condições de produção em relação aos demais formulados das avaliações, garantindo melhor altura, massa seca, área foliar específica e taxas de crescimento absoluto e de assimilação líquida.

Quando comparados diferentes combinações de resíduos orgânicos (casca de coco, cama-de-frango, esterco bovino, composto orgânico, coprólitos de minhoca, casca de arroz carbonizada e caroço de açaí) na confecção de substratos e substrato comercial (plantmax), o substrato plantmax foi o que forneceu melhores condições para obter melhor desempenho na produção de biomassa e desenvolvimento das raízes, o substrato contendo esterco bovino ou coprólitos de minhoca, como fonte de nutrientes, e a casca de arroz carbonizada, como condicionante físico, podem ser utilizados na composição de substratos alternativos (Araújo Neto et al., 2009).

Avaliando misturas de compostos com areia lavada, casca de arroz carbonizada, esterco bovino, húmus de minhoca e substrato carolina Soil, com base nas características avaliadas, o substrato comercial Carolina Soil apresentou melhores condições de cultivo na cultura do pimentão (Silva et al., 2019).

Saidelles et al. (2009), avaliando a influência da casca de arroz carbonizada (CAC) como substrato, testou o substrato 100% Solo, casca de arroz carbonizada a 100% e diferentes combinações de solo e CAC, recomenda-se utilizar 50% de casca de arroz carbonizada + 50% de solo.

6.2 Efeito do número de ramos na produção de tomates

Quanto ao efeito das formas de condução de hastes na produção de frutos, verificou-se (Tabela 5) haver distinção nas variáveis de produção analisada apenas quando o tomateiro foi cultivado com uma haste, sendo neste caso, a menor produção obtida.

A escolha do número de ramos na condução do tomateiro pelo produtor rural é fator preponderante na redução de custo e mão-de-obra e na elevação da produtividade do cultivo. Conduzir com uma haste mostrou-se ser inferior as demais conduções no quesito rendimento, no entanto a produtividade não apresentou efeito significativo ao cultivar-se as plantas com 2, 3 ou 4 hastes, assim, é vantajoso ao agricultor trabalhar com 2 hastes, minimizando custos com desbaste, polinização, barbante, tutoramento e mão-de-obra e defensivos, sendo menos dispendioso em virtude da menor área vegetativa. É importante salientar que a mão-de-obra é fator limitante em algumas regiões, dessa forma, quanto menor trabalho, melhor para o agricultor, sempre considerando os ganhos produtivo, econômicos e ambientais.

Tabela 5. Efeito do número de haste

Números de ramos	Nº frutos	Massa (g/planta)
1	202a	1303a
2	303b	1788b
3	345,5b	2014b
4	370b	2065b

As plantas conduzidas com hastes compostas sobressaíram melhor que as plantas cultivadas com haste única. Este resultado pode ser justificado pelo maior número de ramos e, folhas que favoreceram a formação de maior dorsel, fazendo a planta receber maior incidência de luz, conseqüentemente aumentando sua atividade fotossintética e produção de energia. A fotossíntese e respiração realizada pela planta é essencial para sua sobrevivência e produção, permitindo a translocação dos nutrientes e água presente no substrato, por meio da seiva, processo essencial para produção de frutos. Com isso, uma copa maior, bem nutrida, com fornecimento de água e luz, em geral permite maior

produção de flores e frutos. O espaçamento (0,70m x 1,00m) adotado propiciou espaço suficiente para desenvolvimento de todas as hastes sem sofrer sombreamento, permitiu que toda planta recebesse luz solar, assim, reduzindo gasto enérgicos com folhas sombreadas.

Nomura e Cardoso (2000) afirmam que uma maior área foliar promove incremento na produção de frutos, já quando se reduz acima de 25% dessa área fotossintética, reduz-se significativamente a produção de frutos. Existe um equilíbrio entre crescimento vegetativo (hastes e folhas) e reprodutivo (frutos), caracterizado pela relação fonte: dreno (Marcelis, 1991), quando se trata da área foliar.

De acordo Lima et al., (2009), o menor número de folhas acarreta influência no estágio reprodutivo, no qual constata menor produtividade, devido a menor área fotossintética, conseqüentemente, essa não sendo convertida em flores e posterior frutificação.

Os resultados corroboram os de Silva et al. (2017), os quais observaram que o aumento do número de hastes na condução do cultivar 'Isla 261' proporciona aumento da produtividade e o menor número de hastes por planta possibilita a melhoria das características relativas à padronização e tamanho de frutos.

Segundo Azevedo et al. (2010), plantas conduzidas com maior número de hastes e cachos, em geral, apresentam maior número de frutos, contudo, os frutos geralmente apresentam calibre menor em decorrência principalmente da maior competição por foto assimilados estabelecida entre os frutos.

Seleguini et al. (2006) verificaram que a produção e o número de frutos por planta bem como a produção total e produção de frutos de tamanho médio por área cresceram-se diretamente com o aumento no número de racimos. Resultado semelhante ao encontrado por Poerschke et al. (1995) que avaliando o rendimento do tomateiro, concluiu que plantas com mais ramos produz mais que planta com apenas um ramo.

Carvalho e Tessarioli Neto (2005), observaram indicações diferentes às obtidas no presente trabalho, os referidos autores indicam a condução com uma haste quando comparado a condução de duas hastes, é o mais indicado para o cultivo do tomate em ambiente protegido e em substrato comercial. Enquanto resultados da pesquisa

demonstram que plantas de tomate Grape cultivadas com 1 ramo apresentam respostas de produtividade (massa e número de fruto) inferiores às plantas com ramos compostos.

Marim et al. (2005) avaliando à forma de condução de hastes, verificaram que no cultivo com uma haste, independentemente do método de tutoramento utilizado, houve aumento na produção de frutos grandes sem alteração na produção comercial e total, promovendo assim aumento na receita desta cultura.

A pesquisa encontrou resultados inferiores nas plantas conduzidas com 1 ramo, tanto para massa como número de frutos, com redução na produtividade total, os resultados do divergem do encontrado por Matos et al. (2012), no qual o sistema de condução de plantas com uma haste tutorada com fitilho proporcionou incremento na massa média de frutos e número de frutos da classe '3A', e decréscimo do número de frutos da classe '1A', sem reduzir a produtividade total e comercial quando comparado ao método de condução tradicional no bambu com duas hastes por planta.

6.3 Efeito das formas de manejar a irrigação na produção de frutos

As duas formas de manejo de irrigação estudadas não influenciaram significativamente na produção obtida.

Os resultados obtidos indicaram que o turno de rega (fixo e variável) não influenciou nas variáveis de produtividade, tanto em massa como em número de frutos (Tabela 6). Com base nos resultados percebe-se que nos dois manejos os substratos utilizados armazenaram e retiveram água suficientemente disponibilizando-a as plantas durante o intervalo entre irrigações.

O manejo de irrigação via solo permitiu monitorar em tempo real a umidade dos substratos para os manejos de frequência fixa e variável, dessa forma, foi realizada a reposição de água até a capacidade de campo em todos substratos, na frequência fixa a reposição foi feita uma vez por dia (com a umidade no ponto crítico), sempre no mesmo horário, já na frequência variável a reposição foi feita de acordo o substrato atingisse a umidade no ponto crítico, em média entre 1,1 a 1,99 vezes por dia. Assim fica evidenciado que a quantidade de acionamento da frequência fixa foi próxima da quantidade de acionamento da frequência variável, assim como o volume de água fornecido diariamente pela frequência fixa, que ficou dentro da média disponibilizada na frequência variável,

portanto, sendo satisfatória para o desenvolvimento da planta independentemente da frequência usada. Salienta-se que as frequências adotadas demonstraram efeito na produtividade da água em virtude do volume de água consumido em cada substrato, no entanto não apresentou efeito na produção de frutos.

Com isso, observou-se que as perdas de água foram maiores durante o dia (queda rápida) devido a incidência de sol, maior sensação de calor dentro da casa de vegetação e perdas por transpiração, assim, durante a noite as perdas foram potencialmente menores (queda lenta), dessa forma, o substrato com frequência fixa atingia a capacidade de campo após irrigação (próximo as 9h), proporcionando disponibilidade de água a planta durante todo dia e chegando próximo a umidade crítica a noite, com o consumo menor no período da noite a planta não sentia estresse hídrico até nova irrigação, alcançando novamente a capacidade de campo sem chegar ao ponto de murcha, conseqüentemente as plantas não sentiram efeito por falta de água (folhas murchas, abortamento etc.), tão pouco prejuízo no desenvolvimento vegetativo e nem prejuízo nas atividades estomáticas e de produtividade.

Na frequência de irrigação variável a água disponível a planta foi constante, permitindo desenvolvimento, translocação dos nutrientes e produção de flores e frutos. A água manteve-se sempre disponível entre o limite inferior e a capacidade de campo, devido ao sensoriamento em tempo real, acionando a irrigação sempre que atingia o limite crítico.

A análise de variância não detectou influência significativa para os modelos de irrigação aplicados.

Tabela 6. Efeito do tipo de frequência de irrigação

Irrigação	Nº frutos	Massa (g/planta)
Freq. Fixa	296,36a	1711,06a
Freq. Variável	313,75a	1873,84a

Apesar do tipo de frequência de irrigação não provocar significativas diferenças de produção, aliado ao substrato, implica diferenças relevantes no consumo de água. Na frequência fixa o substrato casca de arroz carbonizada em mistura com solo consumiu aproximadamente menos 80 litros de água em cada planta em relação ao mesmo

substrato na frequência variável, no solo a frequência fixa também apresentou vantagem, já o substrato comercial se apresentou vantajoso e apropriado na frequência variável, com economia aproximada de 20 litros por plantas.

Com base nas informações obtidas é possível observar que as frequências de irrigação analisadas não apresentam diferenças significativas para os parâmetros de produção (número e massa dos frutos), porém é fator importantíssimo no quesito de efeito na produtividade da água e escolha do manejo de irrigação a ser adotado pelo produtor rural, reitera-se que o manejo de irrigação via solo foi extremamente satisfatório principalmente em termos de facilidade nos tratos culturais e acuracidade dos dados, proporcionando ao produtor fazer escolha deste manejo e ferramenta (sensores) no seu empreendimento rural, cabendo apenas fazer uma análise mais apurada da sua realidade de trabalho e econômica para decidir qual frequência melhor se adequa.

6.4 Desdobramento

Para o cultivo do tomate em vaso preenchido apenas com solo local a maior produção obtida foi com a condução de 3 e 4 hastes. Já nos demais tipos de substrato, a distinção ocorreu somente quando o tomateiro foi conduzido com apenas uma haste, havendo diminuição na produção comparada aos demais tipos de condução.

Analisando-se o efeito dos substratos em cada forma de condução de haste, verificou-se haver efeito apenas quando as plantas foram manejadas com 2 hastes, sendo que neste caso as plantas cultivadas em substrato comercial apresentaram maior número de frutos. Quanto a massa produzida não houve distinção entre a utilização de substrato comercial e mistura solo+arroz nas plantas conduzidas com 2 hastes (Tabelas 7 e 8).

Tabela 7. *Número de frutos* obtidos em tomateiros com diferentes números de ramos cultivados em diferentes tipos de substratos.

Tipo de substrato	Nº de ramos			
	1	2	3	4
100% solo	173a A	207ab A	313 bc A	327c A

80% solo + 20% casca de arroz	191a A	311b AB	377b A	407b A
Substrato comercial carolina soil	240 a A	391 b B	347ab A	376 b A

Medias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, segundo teste de Tukey ($p < 0,05$)
Medias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Portanto, recomenda-se evitar a condução do tomate grape com apenas uma haste, uma vez que todos os tratamentos conduzidos com uma haste apresentaram efeito negativo em relação aos demais tipos de condução nos 3 substratos.

Tabela 8. Massa de frutos obtidos em tomateiros com diferentes números de ramos cultivados em diferentes tipos de substratos.

Tipo de substrato	Nº de ramos			
	1	2	3	4
100% solo	1126a A	1355ab A	2040c A	1941bc A
80% solo + 20% casca de arroz	1243a A	1748ab AB	2065b A	2231b A
Substrato comercial carolina soil	1540a A	2260b B	1937ab A	2023ab A

Medias seguidas de mesma letra minúscula nas linhas não diferem entre si, segundo teste de Tukey ($p < 0,05$)
Medias seguidas de mesma letra maiúscula nas colunas não diferem entre si, segundo teste de Tukey ($p < 0,05$).

Para Candian (2015), o número e a condução das hastes não influenciaram a produção de frutos por planta (g), porém, com o aumento no número de hastes, houve acréscimo no número de frutos por planta, no entanto com menor calibre. No experimento do referido autor, o tratamento com 2 hastes convencionais teve maior produção precoce, já em relação as características físico-químicas dos frutos, o aumento no número de hastes proporcionou maiores valores de licopeno, acidez titulável e açúcares redutores.

Resultados semelhantes foi encontrado por Azevedo (2006), o mesmo afirma que o sistema de condução afeta diretamente a classificação dos frutos, principalmente no que diz respeito ao quesito classe ou calibre, no sistema de condução com hastes

compostas, em geral, apresenta maior número de frutos, porém, com menor; A condução vertical das plantas, com três hastes, proporciona maior produtividade de frutos comerciais, porém com maior custo de mão-de-obra para a realização da prática da desbrota, a produtividade eleva de acordo o aumento do número de hastes.

Heine et al. (2015) perceberam que o tomateiro produzido com duas hastes obteve maior número de frutos e menor peso médio por fruto, mas atingiu maior produtividade, já em relação a qualidade dos frutos, melhores resultados foram alcançados utilizando plantio com maior espaçamento e plantas conduzidas com uma haste, dessa forma, para o cultivo de tomate, recomenda-se o plantio em menor espaçamento, aliado à condução das plantas com duas hastes. Porém, acarretará na obtenção de frutos com menor calibre, mais leves e menor qualidade do fruto.

Para o fator número de hastes por planta Charlo et al. (2009) verificaram que a maior produção por planta foi observada quando conduzida com duas hastes, possivelmente isto deve estar relacionado ao fato de haver maior número de flores e maior área foliar fotossintetizante, outro fator observado é que as plantas com uma haste produziram menos frutos, porém estes com maior desenvolvimento devido ao menor número de drenos por planta.

Hafle et al. (2009) analisando uma planta frutífera (maracujá), identificou-se que plantas com menor número de ramos produtivos tiveram a produtividade e o número de frutos reduzidos, com o peso médio do fruto aumentado, sem perdas de características internas.

De uma maneira geral, as plantas conduzidas com um ramo obtiveram valores inferiores as plantas de ramos compostos. Tal resultado pode estar relacionado ao fato das plantas de hastes compostas apresentarem maior realização de fotossíntese devido sua área foliar, assim, tendo potencial maior de produção. Vale salientar que independente do substrato usado, o aumento de produtividade se deu com aumento do número de hastes e, para os três substratos, quando cultivado com uma haste houve decréscimo de produção.

No tocante ao efeito do substrato na produção de tomate, Coelho et al. (2018) Salientam que quando comparado ao solo puro e outras composições de substratos, o tratamento com casca de arroz carbonizada em mistura com solo e esterco bovino é o

substrato que propicia melhores condições para os valores das variáveis número de fruto na inflorescência, número de flores, diâmetro dos frutos, número de folhas e tamanho da planta na cultura do tomate.

Segundo Simões et al. (2015), quando adicionada a casca de arroz carbonizada ao substrato, o efeito benéfico vem de suas características físicas que proporcionam boa drenagem, baixa densidade e conseqüentemente, maior capacidade de retenção de água, desde que sua concentração no substrato seja menor que 50%.

Costa et al. (2007), estudando o desenvolvimento de tomate em substratos comerciais e alternativos, destacam melhor desempenho dos substratos comerciais em razão de suas melhores características de retenção de água, aeração e teores de nutrientes.

A casca de arroz carbonizada, adicionado ao substrato, pode ser utilizada como condicionador por não reagir com os nutrientes do solo, por apresentar longa durabilidade sem se degradar e por proporcionar boa retenção de umidade, não sendo indicada seu uso sem mistura (Freitas et al., 2013).

Segundo Canizares et al. (2002) e Saidelles et al. (2009) a casca de arroz carbonizada pode ser utilizada como componente em substratos, por permitir a penetração a troca de ar na base das raízes.

Rota et al. (2008) reitera que a adição de casca de arroz carbonizada favorece a diminuição da densidade e um aumento considerável no espaço de aeração dos substratos, assim, favorecendo o desenvolvimento das raízes.

De acordo Melo et al. (2006), a casca de arroz carbonizada tem sido mais utilizada como substrato, pois é estável física e quimicamente sendo, assim, mais resistente à decomposição. Isso também tem a vantagem de o substrato poder ser usado num segundo ano de produção. Porém, apresenta alta porosidade, que pode ser equilibrada com a mistura de outros elementos (turfa, húmus, vermiculita, solo, etc.).

A produtividade dos três substratos pode ser explicada pela densidade do material utilizado, sendo a mistura de casca de arroz e o substrato comercial com menor densidade, favorecendo o desenvolvimento radicular das plantas, promove boa aeração e retenção de água, favorecendo o desenvolvimento das plantas, conseqüentemente aumentando a produção de flores e frutos. O substrato com porosidade em boas

proporções, permite a troca de ar, a drenagem, evitando encharcamento e promove boa retenção de água, resistindo o solo ao secamento.

No substrato apenas com solo foi possível observar que ao chegar próximo do limite inferior de água disponível, o mesmo criava muita resistência, ficando “duro”, dificultando penetração, tanto de água, como ferramenta e conseqüentemente o desenvolvimento das raízes. Quando atingia a capacidade de campo este substrato possui dificuldade de drenar, ficando encharcado. Apesar de apresentar resultado inferior aos demais, este substrato propiciou condições para uma produção razoável, podendo sim um agricultor avaliar o tipo de solo de sua região e na ausência de um condicionador ou outro substrato, poderá fazer uso do solo puro como substrato para o tomateiro, salientando que o solo muito argiloso pode dificultar a drenagem, assim como o solo arenoso dificulta a retenção, desta maneira é indicado a mistura de composto de baixo custo.

6.5 Produtividade da água

O aumento no número de ramos por planta cultivada implicou em elevação média da “PA” (Figura 28). Para cada haste adicional elevou-se em cerca de 1,7g na produção para cada litro de água utilizada. A “PA” média do experimento foi 12 g/L com amplitude de 5g/L entre o cultivo com 1 e 4 hastes.

Este resultado justifica-se pela maior produtividade (13,9 g/L) ser obtida em plantas de ramos compostos (4 hastes), tendo em vista que quanto maior o rendimento, maior será o valor do numerador, conseqüentemente apresentando maior “PA”. Quando conduzida com apenas uma haste a Produtividade da Água foi significativamente reduzida (8,92 g/L).

Perry et al. (2009) explicaram que as culturas, o meio e as diferentes práticas de manejo podem influenciar na relação entre a produção agrícola e o consumo de água. Dessa forma, manejar as plantas com mais ramos, permitiu-se elevar a produção, sem necessariamente elevar o volume de água utilizado, assim, proporcionando elevação nos valores de produtividade da água.

Segundo Perry et al. (2009), quaisquer medidas que aumentem o rendimento das colheitas em substratos irrigados, também aumentam a produtividade da água de

irrigação. A adoção do manejo com hastes compostas comprova a eficácia no uso dessa técnica, produzindo mais sem elevação do consumo de água. É possível obter-se a elevação da massa em mais de 600 gramas/planta com mesmo volume de água, fazendo uso do manejo de condução com quatro hastes.

Os dados interpretados demonstram que através do manejo das hastes do tomate Grape é possível produzir mais com mesmo volume de água ou produzir mesma quantidade de alimentos economizando este insumo. Em termos práticos, podemos considerar que conduzir com quatro hastes ao invés de uma, usando um dos substratos analisados (comercial), que consumiu em média 138 litros/planta, pode-se obter uma economia de 49,5 litros de água por planta e, convertendo isso para um hectare, a economia ultrapassa 700 mil litros de água. Para cada haste adicional reduz o consumo em aproximadamente 16 litros de água por planta sem perdas no rendimento.

Molden et al. (2003) explica que a Produtividade da Água depende de vários fatores, incluindo material genético da cultura, práticas de manejo da água e práticas agrônômicas. É possível maximizar os ganhos no cultivo a partir das técnicas de manejo de condução de hastes, levando em consideração o espaçamento que permita pleno desenvolvimento de todas as hastes, afim de evitar gasto energético desnecessário pela planta.

A elevação de três para quatro hastes apresenta relativamente pequena variação no aumento da "PA", por outro lado, elevar o número de haste da planta, de uma para qualquer quantidade composta apresenta grande elevação da Produtividade da Água (Figura 28).

Ao cultivar-se com 1 haste obteve-se a "PA" de 8,92g/L, elevando-se para 2 hastes houve um incremento de 30,78% (11,666 g/L) na PA, já de 1 para 3 hastes a elevação é de 53,39% (13,683 g/L) e de 1 para 4 hastes o acréscimo é de 55,82% (13,9 g/L). Ficando comprovado que a condução com 3 hastes é a estratégia mais indicada para obtenção de valores ótimos de Produtividade da Água no cultivo do tomate Grape em ambiente protegido. A diferença da PA na condução de 3 para 4 haste é de apenas 2,4%, aumento pequeno quando comparado de 2 haste para 3, que tem uma elevação de 22,61%.

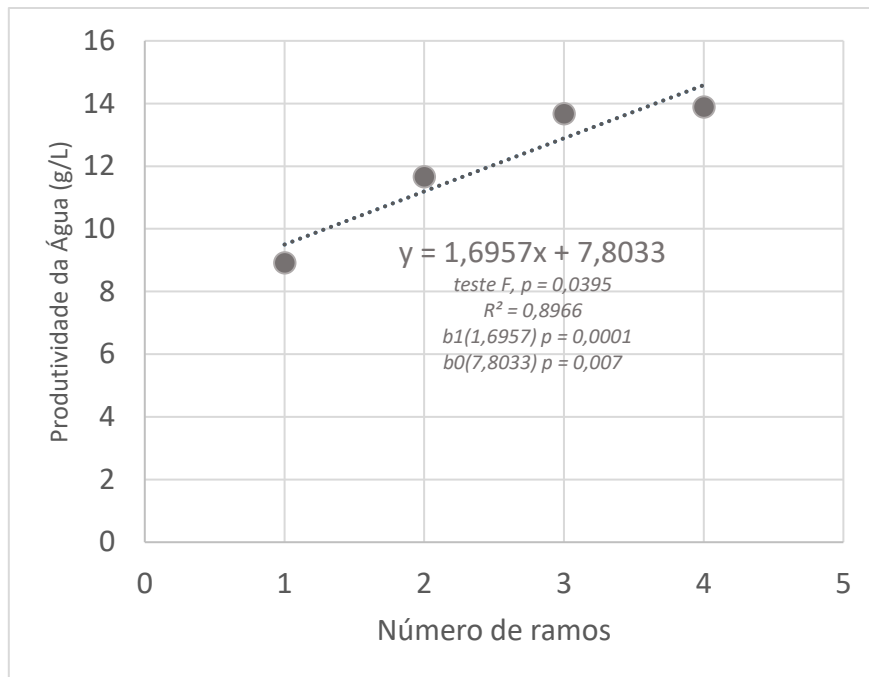


Figura 28 - Produtividade da água no cultivo do tomate *grape* em função do número de hastas por planta.

Nos cultivos em que a irrigação foi realizada com frequência fixa, o volume total de água aplicado por planta foi em média de 147 litros. Já nos cultivos com irrigação em frequência variada foi 173 litros por planta. Percebeu-se que durante alguns dias - especialmente aqueles com alta temperatura - o sistema automático instalado na condição de manejo variado foi acionado mais de uma vez no dia como resultado da alta intensidade de extração de água pelas plantas e da programação feita para o solo manter-se dentro de uma faixa “ótima” de umidade. Com isso, o número de ocorrências de irrigação no sistema automático foi maior. Entretanto, essa diferença no volume de água aplicado como resultado da distinção na forma de manejar não afetou os valores de “PA” (Tabela 9).

Viol et al. (2018) testando diferentes lâminas e frequências de irrigação no cultivo do tomate Sweet Grape em casa de vegetação, constataram que a frequência de irrigação não influenciou em nenhuma das características avaliadas (massa e número de frutos), já a interação lâmina versus frequência afetou significativamente o consumo de água, interferindo diretamente nos valores de produtividade da Água, as lâminas menores

apresentaram resultados superiores em relação as lâminas maiores. Não havendo acréscimo de produção em virtude de uma maior lâmina, quanto maior a lâmina fornecida, menor será “PA”, independentemente da frequência adotada.

Martin et al. (2012) observaram que maiores produtividades da água foram alcançadas com menores lâminas de irrigação, podendo esta ser uma alternativa na gestão de recursos hídricos e ser utilizada em situação com limitação hídrica, o autor salienta que minimizar o fornecimento de água pode acarretar em reduções mínimas de rendimento, que são insignificantes quando comparada ao ganho da produtividade da água.

Pires et al. (2009) estudaram diversas frequências de irrigação e os menores valores de produção foram observados plantas com frequência de irrigação maior que um dia, verificaram ainda que nesta frequência favoreceu o desenvolvimento de fundo preto nos frutos, por outro lado, a fertirrigação com maior frequência propiciou maior rendimento e indicam que a maior frequência de irrigação favorece a manutenção do status hídrico das plantas no sistema de cultivo protegido.

Monte et al. (2013) explica que é possível obter-se mesma produção comercial de frutos com redução da lâmina de água em até 40%, lâminas maiores promove maior consumo de água e energia, sem proporcionar aumento na produtividade comercial de frutos de tomate. Portanto, a elevação da lâmina de água fornecida não representa significativamente que a produção de frutos será aumentada.

Alcançar alta Produtividade da Água está diretamente ligada a dois fatores: (i) conhecimento das características de retenção da água no substrato; e (ii) qual a capacidade da planta em resistir as depleções de água no solo. Para isso faz-se necessário conhecimento técnico e manejo adequado afim de não submeter a planta ao estresse hídrico e comprometer o rendimento e conseqüentemente baixar os níveis de produtividade da água. É indispensável também levar em consideração que a irrigação em excesso leva a um desperdício de água, a um aumento dos custos de produção e a uma gestão inapropriada dos recursos hídricos disponíveis.

Martin et al. (2012) ressalta que a estratégia de irrigação deficitária pode ser uma alternativa para aumentar a produtividade da água, mantendo a viabilidade econômica,

entretanto esta carece de mais estudos em diferentes situações e para diferentes culturas.

Para Sousa et al. (2000), os melhores desempenhos produtivos são obtidos com frequência de irrigação de um dia ou maior frequência, as frequências de irrigação superiores a um dia não são vantajosas para a cultura e, se a água é escassa, utilizam-se irrigações com frequência diária. Analisando duas frequências de irrigação, Fernandes et al. (2002) observaram que frequência com menor intervalo incrementa maior produção no cultivo do tomate (Fernandes et al., 2002). Marques (2013) recomenda a aplicação da lâmina de 75% da evapotranspiração com duas frequências diárias, em razão da melhor eficiência, menor incidência de frutos passados e maior teor de sólidos solúveis totais no cultivo de tomate Grape.

O fator frequência de irrigação não afetou o resultado final da “PA”, no entanto é importante salientar que a pesquisa trabalhou com frequência de irrigação entre 1 e 2 vezes por dia, qualquer variação abaixo ou acima destes valores, pode comprometer o resultado produtivo da lavoura e os valores de produtividade da água.

Adotar frequências fixas maiores que um dia, irá modificar em grandes proporções as características hídricas do substrato, comprometendo o ponto de friabilidade do substrato, absorção dos nutrientes, atividade estomática, entre outros, além de favorecer que a planta atinja o ponto de murcha antes de uma nova irrigação.

Manejar a irrigação com frequência fixa ou variável (12,06 g/L e 12,07 g/L) não afetou o resultado da produtividade da água no cultivo do tomate Grape em casa de vegetação. A irrigação com frequência fixa com intervalo de 24h entre irrigações, com fornecimento de água no início do dia (9h), apresentou resultados satisfatório, tão quanto os resultados obtidos com frequência variável. É válido ratificar que apesar do turno de rega ser fixo é importante levar em consideração o horário de realizar a irrigação, irrigar antes da insolação evita que a planta sofra estresse hídrico, tendo em vista que o consumo de água é maior durante o dia.

Tabela 9. Produtividade da água no cultivo do tomate *grape* em função de formas de manejar a irrigação.

Manejo de Irrigação	Produtividade da Água (g/L)
---------------------	-----------------------------

Frequência Fixa	12,06 a
Frequência Variada	12,07 a

Valores seguidos de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si, segundo o teste de Tukey (grau de confiança = 95%).

Quanto aos substratos, observou-se que a produtividade da água foi superior nos cultivos em que o substrato comercial foi utilizado (Tabela 10). Isso se deve ao menor volume total de água aplicado nas irrigações dos cultivos em substratos comercial (138L/planta), enquanto que no solo puro foi 156 L/planta e na mistura solo+casca de arroz foi 187L/planta.

Lima et al. (2012) ressaltaram que a irrigação com menor volume é considerada eficaz no aumento da produtividade da água para diversas culturas sem causar graves reduções de rendimento. No entanto, a redução de irrigação deve ser tecnicamente planejada, afim de não comprometer as funções vitais da planta, pois manter a planta em estresse hídrico compromete seu desenvolvimento e produção.

Boas et al. (2007) observaram o mesmo comportamento na cultura da alface e complementaram relatando que com a utilização de lâminas maiores a eficiência tende a decrescer até seu ponto mínimo, atingido seu máximo com lâminas menores.

Nunes (2014) explica em seu estudo que a máxima produtividade da água (40,0 kg ha⁻¹ mm⁻¹), foi obtida com a menor lâmina de irrigação aplicada, já a menor produtividade da água (14,0 kg ha⁻¹ mm⁻¹) foi obtida no tratamento correspondente a maior lâmina de irrigação.

O decréscimo nos valores de Produtividade da Água com o incremento da lâmina de irrigação aplicada é uma decorrência da redução na taxa de aproveitamento da água pelo tomateiro, levando em consideração as perdas que ocorrem no sistema à medida que se aumenta a aplicação deste recurso.

As propriedades físicas, químicas e biológicas dos substratos impactam diretamente no poder de retenção e armazenamento de água e desenvolvimento das raízes, influenciando na drenagem, disponibilidade de água a planta, evaporação e conseqüentemente no consumo hídrico e condições produtivas as plantas.

Segundo Portela et al. (2001), o aumento da densidade do substrato, permite menor retenção de água, isso se dar por conta da redução da porosidade (macroporosidade), observou-se, também, que o aumento da densidade do substrato proporcionou menor quantidade de água disponível nos sistemas. Dessa forma, o substrato comercial se apresenta com as melhores características para retenção e conteúdo de água disponível em relação aos demais substratos testados. O substrato comercial dispõe de características superiores ao solo puro e a mistura casca de arroz+solo nos parâmetros porosidade e densidade (Tópico 6.1).

Referente a capacidade de reter água, o substrato comercial apresenta propriedades superiores aos demais, oferece melhores condições de acesso a água pela planta. A umidade do substrato comercial é maior tanto no limite inferior como no limite superior (Tabela 3).

Os substratos solo puro e solo em mistura com casca de arroz, não apresentou efeito considerável entre si, com "PA" 10,3 g/L e 10,9 g/L, respectivamente. No entanto, o substrato comercial diferiu significativamente dos demais, com "PA" 14, 9 g/L. É fundamental que novas proporções e diferentes misturas sejam testadas ao solo puro, com finalidade de analisar novas condições de elevar o rendimento e produtividade da água.

Em valores quantitativos o substrato comercial apresenta condições, que para cada 67,11 litros de água, 1Kg de fruto seja produzido, enquanto no solo puro e na mistura solo+casca de arroz sejam consumidos 97,08 l/Kg e 99,10 l/Kg, respectivamente. O substrato comercial apresenta uma economia aproximada de 31 litros de água (46%) para cada kg de tomate Grape produzido.

Tabela 10. Produtividade da água no cultivo do tomate grape em função do substrato utilizado.

Substrato	Produtividade da água (g/L)
Solo Puro	10,3 a
Solo + casca de arroz	10,09 a
Substrato Comercial	14,9 b

Valores seguidos de mesmas letras minúsculas na coluna não diferem significativamente entre si, segundo o teste de Tukey (grau de confiança = 95%).

Elevar a “PA” contribui socioeconomicamente na vida da população local e mundialmente e sobretudo, os avanços na elevação da Produtividade da Água ampara nosso meio ambiente.

De acordo Molden et al. (2010), práticas não diretamente relacionadas ao manejo da água impactam a produtividade da água por causa de efeitos interativos, como aqueles derivados de melhorias na fertilidade do solo, controle de pragas e doenças, seleção de cultivares ou acesso a melhores mercados.

Para Molden (1997), em um ambiente de crescente escassez e competição por água, aumentar a produtividade da água está no centro das metas do Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR) de aumentar a produtividade agrícola, proteger o meio ambiente e aliviar a pobreza. Aumentar substancialmente a produtividade da água utilizada na agricultura é essencial para atingir as metas de segurança alimentar e ambiental (Molden et al., 2003).

A melhoria da produtividade da água visa produzir mais alimentos, renda, melhores meios de subsistência e serviços ecossistêmicos com menos água (Molden et al., 2010). Estudos que visam elevar a “PA” está além de viabilizar o uso racional da água, permite reparar desigualdade social, manejar e conservar os solos e fontes hídricas, fazendo melhor uso destes recursos.

A Produtividade da Água foi adotada no presente estudo como a razão entre a produção de frutos por planta (PFP - kg/planta) e o volume de água aplicado por planta (VAP - litro/planta) por meio da irrigação.

Um fator muito importante para determinar o volume de água consumido é o substrato utilizado, dependendo deles o potencial de reter água e porosidade, influenciando na drenagem e evaporação, refletindo na demanda hídrica, fatores que afetam a quantidade de água na parcela.

É importante que novas pesquisas sejam realizadas no cultivo do tomate Grape, especialmente referente ao manejo de irrigação nessa cultura, vários são os desejos de autores para que invistam em pesquisa no tomate grape, que ainda é carente de trabalhos, poucos são encontrados e, quando se procura trabalhos na vertente de Produtividade da água quase são raros.

Cultivar em ambiente protegido também é uma nova tecnologia que vem ganhando espaço, esse modelo de cultivo é essencial nessa empreitada de se elevar a produtividade da água nas culturas, evitar perdas com pragas, doenças, intemperes e danos mecânicos é fundamental para elevação da “PA”, além ganho ambiental e financeiro adquirido sem uso de agrotóxico.

6.5.1 Consumo hídrico

O consumo hídrico de cada tratamento com frequência variável foi o seguinte: substrato 100% solo, 164,89 litros por planta (1,51 l p/dia), 80% solo + 20% casca de arroz carbonizada, 226, 45 litros cada planta (2,07 l diariamente) e substrato carolina soil consumo de 128, 35 litros cada planta (1,17 l dia).

Em todos os tratamentos com frequência fixa a quantidade de água fornecida foi a mesma, sendo em cada parcela 1,354 litro diariamente, 147,6 litros durante todo ciclo da planta (109 dias) e um consumo total de 8.856 litros em todas as parcelas de frequência fixa.

Os valores de fornecimento de água (Volume de Irrigação - VI) na planta/substrato foram obtidos através da quantidade de irrigações - N (nº de vezes que irrigou) multiplicado pela quantidade de água fornecida (Q) em determinado tempo.

$$VI = N \times Q \text{ (Vazão } 3,6 \text{ l/h } \times \text{ Tempo de irrigação)}$$

Exemplo: Frequência Fixa: $109 \times 1,354 = 147,6$ litros

O cálculo do tempo de irrigação foi demonstrado na equação 8.

O número de vezes que irrigou, na frequência fixa foi definido pelo número de dias de cultivo (cada dia representa uma irrigação), enquanto na frequência de irrigação

variável o número de vezes foi definido pelos “pulsos” de irrigação apresentado pelo sinal elétrico dos sensores de água no substrato.

O somatório total dos volumes das irrigações apresentou o volume total de água fornecido a planta.

A forma de distribuição de água ao usuário é o fator que primeiramente influencia a escolha do método para o manejo da água de irrigação. No caso de distribuição em rotação em dias fixos, o que é comum em empreendimentos coletivos, o método do balanço de água no solo, a partir de um turno de rega fixo, seria um dos mais indicados. Já na distribuição por demanda, onde a água está sempre disponível, ou em projetos isolados onde pode ser bombeada pelo próprio usuário, as irrigações podem ser realizadas em regime de frequência variável, de acordo com as necessidades hídricas da cultura, por meio do método do balanço ou da tensão de água no solo (Marouelli et al., 1996)

6.6 Análise de qualidade dos frutos

A condição de cultivo que propiciou a planta produzir frutos com maior °Brix foi a planta com duas hastes, substrato solo e frequência de irrigação fixa, que apresentou valor °Brix 11,5, já o pH deste foi 4,36.

Como destacado na da Figura 29, os maiores valores °Brix (11,5 e 11,4) foram encontrados em menores lâminas de irrigação e frequência de irrigação fixa, obtendo-se o maior teor de concentração de sólidos solúveis totais (11,5 °Brix) com a irrigação total de 147 litros/planta, o segundo menor consumo hídrico, evidenciando o menor conteúdo de água nos frutos. Para Taiz et al. (2017) isso pode estar relacionado ao potencial hídrico das células e a concentração de solutos nas mesmas, pois em plantas que recebem mais água a concentração de solutos nas células tendem a ser menor do que em plantas com déficit hídrico que possui um potencial osmótico maior.

Contudo, vale salientar que é necessário realizações e replicações de novas pesquisas neste tocante, tendo em vista que a menor lâmina de irrigação apresentou °Brix menor, sendo necessário novos testes para identificar a influência do limite máximo e mínimo de água na produção de sólidos solúveis, além de outras variáveis que pode afetar esta qualidade. Salienta-se que os valores °Brix encontrados foram satisfatórios,

sendo valores que demonstram o tomate *Grape* ser um fruto muito doce, com média geral 10,34 °Brix.

Segundo a Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo – CEAGESP, (2016), o conteúdo de sólidos solúveis totais pode ser influenciado pela região de produção; variação entre os dias e as noites; insolação; manejo nutricional e irrigação, dentre outros fatores.

Os resultados obtidos no presente estudo corroboram com os resultados obtidos por Carvalho (2017), que estudando o efeito do regime hídrico e da fertilização nitrogenada no rendimento e qualidade da cultura do tomate, cultivar “Coração de boi”, verificou que os teores de sólidos solúveis totais (SST) diminuíram com o aumento das lâminas de irrigação.

Avaliando a caracterização agrônômica e o °Brix em frutos de tomate híbrido “Heinz 9498”, sob irrigação localizada por gotejamento, Koetz et al. (2010) obtiveram resultados similares na variável °Brix, observando uma diminuição do teor de sólidos solúveis totais com as lâminas de irrigação de 125% da capacidade de campo, regredindo de 6,57 para 6,0 °Brix.

Matos (2016), considerando o crescimento e produção do tomate cereja vermelho, obteve resultados similares a presente pesquisa, referente ao teor de sólidos solúveis totais (°Brix), enfatizando que a cada 15% de aumento na reposição da ET_c, houve um decréscimo de -0,28 °Brix, sendo a maior média de 6,29 °Brix quando realizado a reposição com 70% da evapotranspiração da cultura e a menor 5,18 °Brix, comparando-se com a reposição de 130% da ET_c.

Os valores de pH apresentaram-se semelhantes, sendo o menor 4,34 (1-S-F) e o maior 4,58 (3-S-V), o menor valor °Brix apresentado foi 7,6% (2 hastes, substrato Comercial e frequência de irrigação variável) (Figura 29). Valores dos frutos analisados na última colheita (20/06/2022) do experimento.

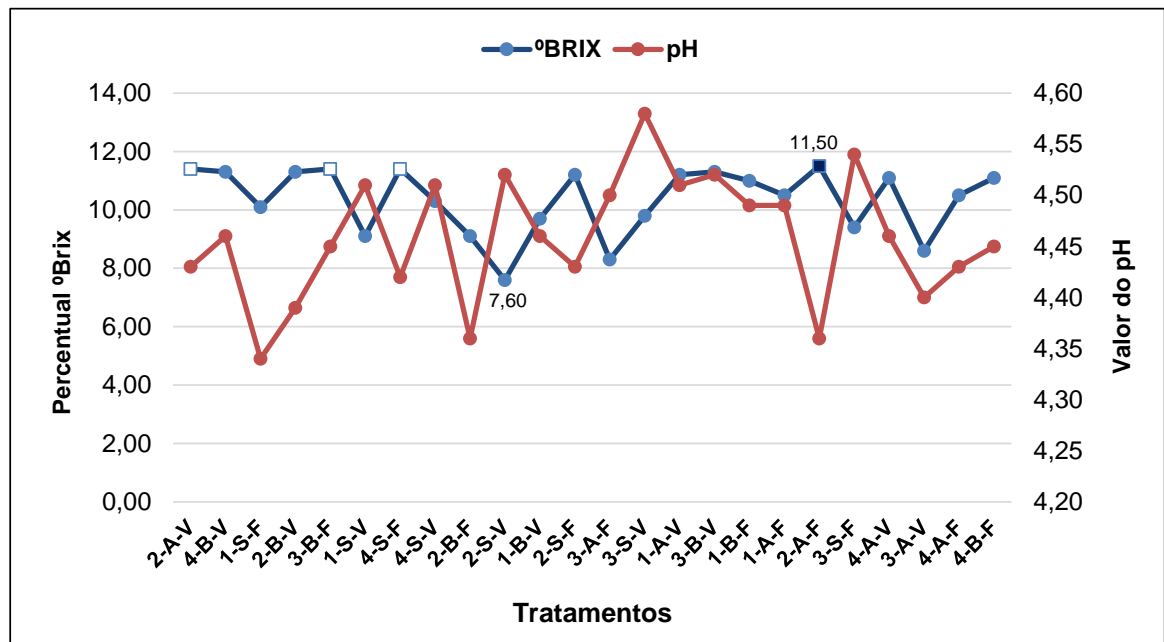


Figura 29 – Análise físico-química.

Consoante a Associação Brasileira de Horticultura (ABH) (2023), enquanto o tomate tradicional possui grau brix entre 4 e 6, as variedades cereja possuem doçura suficiente para chegar entre 9 e 12 graus brix, que indica a concentração de sólidos solúveis totais (SST), principalmente os açúcares. Isso faz toda a diferença e, pelo mundo, esse tomatinho passou a ser consumido como uvas, além de também enfeitar e dar um toque de classe nas saladas.

O pH médio da pesquisa foi de 4,6, igual ao encontrado por Vieira et al. (2014), já o °Brix médio encontrado pelos autores em cultivo convencional foi 6,95%, ficando abaixo da média encontrada nesta pesquisa (10,34%).

Um novo segmento de mini tomate, chamado Grape, começa a despontar nos mercados brasileiros. O destaque é o híbrido Sweet grape, que está agradando consumidores e agricultores que se animaram com a nova cultivar. Seu teor de sólidos solúveis (°Brix) chega a 10 °brix e tem menos acidez comparado a outras variedades que contem entre 4 e 5 °brix.

Eisele et al. (2022) afirma que o teor de sólidos solúveis totais do grupo Grape e Cereja variou de 6,04 a 9,66 °Brix entre os genótipos. Os híbridos SCI-023, BRSIG, Sweet Heaven, BRS Zamir e Dulce apresentaram os maiores níveis de atividade antioxidante.

O principal cultivar disponível no mercado é o *sweet Grape*, que possui sólidos solúveis de até 10 °brix e baixa acidez (pH médio 4,69) quando comparado as variedades Saladete e Santa Cruz que tem 4 a 5 °brix (Shirahige et al., 2010), conferindo-lhe sabor adocicado.

Holcman (2009) encontrou no tomate *Sweet Grape* sólidos solúveis totais (SST) entre 8 e 10 °brix, valor maior que o encontrado no tomate *Sweet Million*, já acidez o *Grape* apresentou resultados inferiores, menos ácido.

Takahashi e Cardoso (2015) concluíram que a condução de duas “hastes baixas” favorece a obtenção de maior número de frutos e, conseqüentemente, maior produção por planta, sem afetar o teor de sólidos solúveis, em experimento com tomate *Sweet Grape* encontrou média de 7,05 °brix.

Papadopoulos e Pararajasingham (1997) justificam essa maior doçura nos frutos das plantas conduzida com hastes composta em virtude, que a ocorrência da maior produção de biomassa é provável que a interceptação de luz fotossinteticamente ativa e a fotossíntese no dossel da planta tenha aumentado a produção de fotoassimilados que foram disponibilizados para os frutos.

Os frutos maduros foram acondicionados em geladeira dentro de embalagem plástica e durou sem estragar por mais de um mês, começou ficar impróprio ao consumo aproximadamente após 47 dias.

Evangelista et al. (2014) testou o tomate *Sweet Grape* em diferentes dias de armazenamento pós colheita, o maior e menor teor obtido (7,26 - 8,06) para SST é inferior ao encontrado nesta pesquisa, mas se assemelha em alguns tratamentos e, no pH no qual o autor citado encontrou 4,37.

7 CONCLUSÃO

Aplicando-se uma correta técnica de manejar a irrigação, percebeu-se que na condução do tomate *grape* a adição de ramos de 1 até 4, implicou em aumento da produtividade da água (g/L).

Nos três tipos de substratos, as plantas conduzidas com uma haste apresentaram produção inferior quando comparado as demais conduções.

A produção do tomate foi maior quando as plantas foram cultivadas com 2 hastes em substrato comercial.

Manejar a irrigação via sensoriamento de água no solo em frequência fixa ou variada não implica em distinção na produção do tomate grape.

Cultivar em ambiente protegido e vasos se mostrou uma excelente alternativa no cultivo do tomate *Grape*, assim como o espaçamento adotado mostrou-se satisfatório.

Este trabalho evidenciou como os substratos e suas características influenciam no rendimento e na produtividade da água, conseqüentemente, na lucratividade. A pesquisa realizada é passiva de replicação e/ou de testes de novas proporções de casca de arroz carbonizada ou até mesmo novas associações com os substratos analisados, podendo até incluir novos compostos. Ficou evidenciado que o substrato comercial apresenta condições relevantes para o cultivo do tomate *Grape* e a mistura de solo com casca de arroz promove mudanças nas características do solo de forma satisfatória, além de deixá-lo mais leve facilitando o manejo, apresenta condições para elevação da produção de frutos. Contudo o produtor rural, empresário ou pesquisador, pode sim fazer uso dos 3 substratos, fazendo uma análise criteriosa da sua realidade de trabalho e de insumos disponíveis, até mesmo o solo puro pode ser utilizado de forma satisfatória e alcançando baixo custo de produção.

O manejo de irrigação por frequência fixa é o que mais se aproxima da realidade do agricultor, especialmente o pequeno agricultor, sem redução da Produtividade da Água, dessa forma é o mais indicado. Para os produtores rurais que dispõem de recursos materiais e econômico a adoção do manejo por frequência variável lhe permitirá controlar melhor a umidade do substrato sem elevada variação da umidade no ponto crítico – e a capacidade de campo.

Conduzir as plantas com hastes compostas se mostrou uma alternativa satisfatória e necessária, sendo a condução com 2 e/ou 3 hastes as mais indicadas, aliando maior rendimento, elevada Produtividade da Água e alto °brix e, com uma haste a menos indicada.

REFERÊNCIAS

ABH - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE HORTICULTURA-ABH. Tomate Cereja –Sabor e Rentabilidade no mesmo produto. (2012) Disponível em: <http://abhorticultura.com.br/News/_Imprimir.asp?id=4864>. Acesso em: 19 de fev de 2023.

ABRAHÃO, Camila; BÔAS, Roberto Lyra Villas; BULL, Leonardo Theodoro. Relação K: Ca: Mg na solução nutritiva para produção de mini tomate cultivado em substrato. **Irriga**, p. 214-224, 2014.

AGUAQSP. Água e alimento. (2017) Disponível em: <<http://www.aguaqsp.com.br/agua-e-alimentos.php>>. Acesso em: 31 de jul de 2023.

ALBUQUERQUE, P. E. P. Estratégias de manejo de irrigação. In: ALBUQUERQUE, P. E. P.; DURÃES, F. O. M. **Uso e manejo de irrigação**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, p. 449-486, 2008.

ALESSI, Egly Sturion. **Tomate seco obtido por energia solar e convencional a partir de mini-tomates congelados**. 2010. 72f. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2010.

ALMEIDA, C. C. M. **Análise da produtividade física e económica da água. Aplicação do modelo SEDAM no perímetro de rega de Huinong, bacia do Rio Amarelo**. 2008. 92f. Dissertação (Mestrado em Engenharia do Ambiente – Gestão Ambiental), Instituto Superior de Agronomia – Universidade Técnica de Lisboa, Lisboa, 2008.

ANDRIOLO, J.L.; DUARTE, T.S.; LUDKE, L.; SKREBSKY, E.C. Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 3, p. 215-219, 1999.

ANDRIOLO, Jerônimo Luiz. **Olericultura geral**. 3. ed. Santa Maria: editora UFSM, 2017.

ARAÚJO NETO, Sebastião Elviro de et al. Produção de muda orgânica de pimentão com diferentes substratos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.5, p.1408-1413, 2009.

AZEVEDO, V.F. **Produção orgânica de tomateiro tipo "cereja": comparação entre cultivares, espaçamentos e sistemas de condução da cultura**. 2006. 73 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2006.

AZEVEDO, V.F.; ABBOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Espaçamento entre linhas e regimes de poda em tomate cereja cultivado organicamente. **Horticultura Brasileira**, v.28, p. 389-394, 2010.

BALBINO, Amanda. 3 formas de fazer o manejo da irrigação na lavoura. **Agrosmart**. 2016. Disponível em: <https://agrosmart.com.br/blog/3-formas-de-fazer-o-manejo-da-irrigacao-na-lavoura/#:~:text=O%20manejo%20da%20irriga%C3%A7%C3%A3o%20consiste,estrat%C3%A9gias%20de%20condu%C3%A7%C3%A3o%20da%20cultura>. Acesso em: 26 de mar de 2023.

BALBINO, J. M. S.; ABAURRE, M. E. O.; CASTRO, L. L. F. Manejo da água para a cultura. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, 2010. p. 149-168.

BASSOI, L. H. Irrigação com Deficit. In: ESALQ. **Agricultura irrigada no Brasil: ciência e tecnologia**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2022. p. 149-166.

BARKER, R., DAWE, D., INOCENCIO, A. Economics of Water Productivity in Managing Water for Agriculture. In: KIJNE, J. W.; BARKER, R.; MOLDEN, D. (Eds), **Water**

Productivity in Agriculture: Limits and Opportunities for Improvement, Colombo: CAB International, 2003. c. 2. p. 19-36.

BERNARDINO, Klaus. Tomate sweet grape: conheça mais sobre essa hortaliça. **MF Rural**. 2021. Disponível em:< <https://blog.mfrural.com.br/tomate-sweet-grape/>>. Acesso em: 18 de abr de 2023.

BERNARDO, S. **Manual de irrigação**. 8. Ed. Viçosa: UFV, imprensa Universitária, 2006. P. 51-68.

BERNARDO, S. **Manual de Irrigação**. 6. Ed. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 1995. 657 p.

BLATCHFORD, Megan Leigh et al. De metas globais a ganhos locais - Uma estrutura para a produtividade da água nas culturas. **Jornal internacional de geoinformação ISPRS**, v. 7, n. 11, p. 414, 2018.

BOAS, Renato C. Vilas et al. Efeito da irrigação no desenvolvimento da alface crespa, em ambiente protegido, em Lavras, MG. **R. Bras. Eng. Agríc. Ambiental**, v. 11, n. 4, p. 393-397, 2007.

BOGALE, Ashinie et al. Regulated deficit irrigation and partial root-zone drying irrigation impact bioactive compounds and antioxidant activity in two select tomato cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 213, p. 115-124, 2016.

BRAGA, Tatiane Vieira et al. Determinação de massa fresca, massa seca, água e cinzas totais de folhas de *Cissus verticillata* (L.) Nicolson & CE Jarvis subsp. *verticillata* e avaliação do processo de secagem em estufa com ventilação forçada. **Rev. Ciênc. Farm. Básica Apl.**, v. 28, n.3, p. 287 - 290, 2007.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-química para análise de alimentos**. 4 ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2008.

BRASIL. Suplemento Especial da Edição 18.431, de 29 de Novembro de 2003. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo, Salvador, 29 nov.

BRITO, R.A.L. Disponibilidade e produtividade da água: um desafio para o século 21. I **Simpósio de Pesquisa em Ciências Agrárias no Semi-Árido Mineiro**, Janaúba, ago. 2007.

CAETANO, Mariana. Sweet Grape, o tomate-uva. **Revista globo rural**. 2010. Disponível em: <<https://revistagloborural.globo.com/Revista/Common/0,,EMI168024-18078,00-SWEET+GRAPE+O+TOMATEUVA.html>>. Acesso em: 05 de maio de 2022.

CAMARGO, Débora Costa. **Manejo da Irrigação: quando, quanto e como irrigar**. 2020.

CAMPAGNOL, Rafael et al. **Olericultura**: Cultivo de minitomates em ambiente protegido. Curitiba, SENAR-PR, 60 p. 2017.

CANDIAN, J.S. **Tipos de condução de hastes na produção e na qualidade de minitomate em manejo orgânico**. 2015. 47 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Horticultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2015.

CAÑIZARES, K.A.; COSTA, P.C.; GOTO, R.; VIEIRA, A.R.M. Desenvolvimento de mudas de pepino em diferentes substratos com e sem uso de solução nutritiva. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p.227-229, 2002.

CARRIJO, O.A.; LIZ, R.S.; MAKISHIMA, N. Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, p. 533-535, 2002.

CARVALHO, J.L.; PAGLIUCA, LG. Tomate um mercado que não para de crescer. **Brasil Hortifruti**, n.58, 2007.

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, 2005.

CARVALHO, Miclay Dos Reis Pereira. **Efeito do regime hídrico e da fertilização azotada no rendimento e qualidade da cultura do tomate**. 2017. Tese de Doutorado. Instituto Politécnico de Braganca (Portugal), 2017.

CASTELLANE, Paulo Donato. **Podridão apical em frutos de tomateiro**. Jaboticabal: ed. Funep, 1988.

CEAGESP – Companhia de Entrepostos e Armazéns Gerais de São Paulo. **A medida da doçura das frutas. Centro de qualidade, pesquisa e desenvolvimento**. Cartilha técnica 08, São Paulo, p 17, 2016.

CHARLO, H.C.O.; SOUZA, S.C.; CASTOLDI, R.; BRAZ, L.T. Desempenho e qualidade de frutos de tomateiro em cultivo protegido com diferentes números de hastes. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n.2, p.144-149, 2009.

CHRISTOFIDIS, Demetrios. Água, irrigação e segurança alimentar. **Revista Item**, v. 77, n. 10, p. 19-21, 2008.

COELHO, Eugênio Ferreira et al. Manejo da água de irrigação. 2012.

COELHO FILHO, M. A.; COELHO, R. D.; GONÇALVES, A. C. A. Variabilidade espacial de variáveis físico-hídricas do solo em um pomar de lima ácida Tahiti, irrigado por microaspersão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 239-246, 2001.

COELHO, Raissa Gomes et al. Desenvolvimento e características produtivas de tomate do tipo cereja em diferentes compostos orgânicos. **Revista Espacios**, v. 39, n. 26, p. 29-41, 2018.

CONAB, COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. Tomate: análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense. **Compêndio de estudos Conab**, v. 21, p. 11-12, 2020.

COSTA C.A.; RAMOS S.J.; SAMPAIO R.A.; GUILHERME D.O.; FERNANDES L.A. 2007. Fibra de coco e resíduo de algodão para substrato de mudas de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, 2007.

CUNHA, A. H. N. **Cultivo de Tomate Sweet Grape em hidroponia com diferentes Substratos utilizando Água Residuária**. 2012. 88 p. (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Estadual de Goiás, Anápolis, 2012.

CUNHA, Camila et al. Substratos alternativos para produção de mudas de alface e couve em sistema orgânico. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, 2014.

DA CUNHA, Darlan Lemos et al. Massa fresca e seca da parte aérea e raiz em função da aplicação de super simples em mudas de maracujá. **XXXV Congresso Brasileiro de Ciência do Solo**, 2015.

DA CUNHA, G. R. et al. Gestão da produtividade da água em agricultura: o desafio de elevar o rendimento dos cultivos em ambientes com restrição hídrica. **Revista Plantio Direto**, Edição 144, 2014.

DA SILVA, Gideon Ujacov et al. Manejo de irrigação via solo e clima na cultura do milho (*Zea mays* L.) na região de Alegrete/RS. **Revista de Ciência e Inovação**, v. 2, n. 1, p. 101-112, 2017.

DA SILVA, J.B.C. et al. Cultivo de tomate para industrialização. Embrapa, 2006. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/clima.htm#:~:text=A%20temperatura%20m%C3%A9dia%20no%20per%C3%ADodo,de%2010%20a%2034%20%C2%BAC>. Acesso em: 28 de jul. 2023.

DAM, Barbara van et al. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. **Agrodok**, 2006.

DE AZEVEDO, Juscelino Antônio; DA SILVA, Euzebio Medrado. **Tensiômetro: dispositivo prático para controle da irrigação**. Embrapa Cerrados, 1999.

DE BARROS, Rubens Pessoa; MAGALHÃES, Isabelle Cristina Santos; REIS, Ligia Sampaio. Análise da produtividade de duas variedades de tomate em vasos com solo orgânico em ambiente protegido. **III Reunião Nordestina de Ciência do Solo**, 2016.

DE CAMARGO FILHO, Waldemar Pires et al. Evolução da produção de tomate no Brasil. **Agricultura em São Paulo**, v. 41, p. 41, 1994.

DE MELO, G.W.B. et al. Produção de Morango no sistema semi-hidroponico. Embrapa, 2006. Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>>. Acesso em: 13 fev. 2023.

DE SOUZA LIMA, Carlos José Gonçalves et al. Avaliação de diferentes bandejas e substratos orgânicos na produção de mudas de tomate cereja. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 123-128, 2009.

DEGHANIPOUR, Amir Hossein et al. Meeting agricultural and environmental water demand in endorheic irrigated river basins: A simulation-optimization approach applied to the Urmia Lake basin in Iran. **Agricultural Water Management**, v. 241, p. 106353, 2020.

DELAZARI, Fábio Teixeira et al. Tomate (*solanum lycopersium* L.). In: Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG). **101 Culturas**: manual de tecnologias agrícolas. 2. Ed. Belo Horizonte: EPAMIG, 2019.

DÔRES, Rosana Gonçalves Rodrigues das. **Análise morfológica e fotoquímica da fava d'anta (*Dimorphandra mollis* Benth.)**. 2007. 396 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal de Viçosa, MG, 2007.

DUSI, A. N. et al. **A cultura do tomateiro**. Brasília, DF: Embrapa Serviço de Produção e Informação. Embrapa Hortaliças, 1993. 88p. (Centro nacional de pesquisa. Coleção Plantar, 5).

EISELE, Tauana G. et al. Genotipagem e fenotipagem de híbridos de tomate grape visando possíveis genitores para programas de melhoramento. **Horticultura Brasileira**, v. 40, p. 352-359, 2022.

EMBRAPA, EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Produção de tomate em cultivo protegido e sem solo. 2022.

ESPINDULA, Dalmácio. **Uso racional de água e de energia elétrica na cafeicultura irrigada por pivô central e gotejamento**. 2002. 126f. Tese (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal de Viçosa, MG, 2002.

EVANGELISTA, Regina Marta et al. Uso de películas comestíveis e gelatina na conservação de frutos de mini tomate orgânico 'Sweet Grape'. **Revista Iberoamericana de Tecnología Postcosecha**, p. 168-176, 2014.

FAYAD, Jamil Abdalla et al. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 19, p. 365-370, 2001.

FALKER. Hidrofarm – Medidor eletrônico de umidade do solo. 2023. Disponível em:< file:///C:/Users/micro/Downloads/MAN_HFM2030_E.pdf>. Acesso em: 04 de mar de 2023.

FAVATI, Fabio et al. Processing tomato quality as affected by irrigation scheduling. **Scientia Horticulturae**, v. 122, n. 4, p. 562-571, 2009.

FERNANDES, Carolina; ARAÚJO, Jairo AC; CORÁ, José E. Impacto de quatro substratos e parcelamento da fertirrigação na produção de tomate sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 559-563, 2002.

FILGUEIRA, Fernando Antonio Reis. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2007.

FONTES, P.C.R.; DIAS, E.N. Produção de cultivares de tomate em estufa coberta com plástico. **Revista Ceres** 44(252), Viçosa, p.152-160, 1997.

FONTES, P.C.R.; LOURES, J.L.; GALVÃO, J.C.; CARDOSO, A.A.; MANTOVANI, E.C. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p. 614-619, 2004.

FREITAS, G.A.; SILVA, R.R.; BARROS, H.B.; MELO, A.V.; ABRAHÃO, W.A.P. Produção de mudas de alface em função de diferentes combinações de substratos. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, n. 1, p. 159-166, 2013.

FRIZZONE, J. A. et al. **Microirrigação: Gotejamento e microaspersão**. Ed: Eduem, Maringá, 2012, 356p.

FRIZZONI, J. A.; MELO, V. G. M. L. Produtividade da água na agricultura irrigada. In: ESALQ. **Agricultura irrigada no Brasil: ciência e tecnologia**. Piracicaba, SP: ESALQ, 2022. p. 268-285.

GAVA, R.; DA SILVA, EE; BAIO, F.H.R. Calibração de sensor eletrônico de umidade em diferentes texturas de solo. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, v. 10, n. 2, pág. 154-162, 2016.

GIL, Antônio Carlos. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2002.

GODOY, F.; Segatto, A.; Batista, C.B.; Souza, R.R.; Fehndrich, S.P.; Ethur, L.Z. Avaliação de caracteres agronômicos de tomate tipo cereja sob diferentes substratos em cultivo protegido. **Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão**, v. 10, n. 2, 2018.

GONÇALVES, Igor Almir Silva et al. Avaliação da massa fresca e seca do alface (*lactuca sativa*) submetido a aplicação de diferentes doses de nitrogênio, cultivados em solo do IFPE Campus Vitória de Santo Antão. **III Congresso Internacional das Ciências Agrárias**, 2018.

GRAPE, tomate. **AgriStar**. 2022. Disponível em: <<https://agristar.com.br/topseed-premium/tomate-cocktail-hibrido/mascot-f1/1538//>>. Acesso em: 05 mai 2022.

GUSMÃO, SAL de et al. Efeito da densidade de plantio e forma de tutoramento na produção de tomateiro tipo “cereja” em Jaboticabal-SP. **Horticultura Brasileira**, v. 18, p. 572-573, 2000.

GUSMÃO M.T.A.; GUSMÃO S.A.L.; ARAÚJO J.A.C. Produtividade de tomate tipo cereja cultivado em ambiente protegido e em diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, 2006.

HAFLE, O.M.; RAMOS, J.D.; LIMA, L.C.O.; FERREIRA, E.A.; MELO, P.C. Produtividade e qualidade de frutos do maracujazeiro-amarelo submetido à poda de ramos produtivos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 31, n. 3, p. 763-770, 2009.

HANSON, B. et al. Drip irrigation of row crops: An overview. **Irrigation Journal**, v. 45, n. 3, p. 8-13, 1995.

HEINE, A.J.M.; MORAES, M.O.B.; PORTO, J.S.; SOUZA J.R.; REBOUÇAS T.N.H.; SANTOS, B.S.R. Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, v.11, n.9, 2015.

HERNANDEZ, Fernando Braz Tangerino. Manejo da irrigação. **Curso de capacitação em agricultura irrigada**, v. 1, p. 19-26, 1999.

HEYDARI, Nader. Produtividade da água na agricultura: desafios em conceitos, termos e valores. **Irrigação e drenagem**, v. 63, n. 1, pág. 22-28, 2014.

HOBSON, G. E.; BEDFORD, Lynn. The composition of cherry tomatoes and its relation to consumer acceptability. **Journal of Horticultural Science**, v. 64, n. 3, p. 321-329, 1989.

HOLCMAN, Ester. **Microclima e produção de tomate tipo cereja em ambientes protegidos com diferentes coberturas plásticas**. 2009. 128 p. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. Piracicaba, 2009.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Bdia: Banco de Dados de Informações Ambientais**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <<https://bdiaweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia>>. Acesso em: 28 de Jul. 2023.

INSTITUTO mensal da Produção Agrícola Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. 2018. BRASILEIRO GEOGRAFIA ESTATÍSTICA (IBGE). Indicadores IBGE: Estatística Disponível em: <

https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/media/com_mediaibge/arquivos/62ff13bdd3554efec8535a90712651b9.pdf>. Acesso em: 09 jun. 2021.

JALOTA, S. K. et al. Crop water productivity of cotton-wheat system as influenced by deficit irrigation, soil texture and precipitation. **Agric. Water Manage**, v. 84, n. 1-2, p. 137-146, 2006.

JONES, Hamlyn G. Programação da irrigação: vantagens e desvantagens dos métodos baseados em plantas. **Journal of Experimental Botany**, v. 55, n. 407, pág. 2427-2436, 2004.

KIJNE, Jacob W.; BARKER, Randolph; MOLDEN, David J. (Org.). **Produtividade da água na agricultura: limites e oportunidades de melhoria**. Cabi, 2003.

KLAR, Antonio Evaldo. Irrigação: frequência e quantidade de aplicação. 1991.

KOETZ, Marcio et al. Caracterização agrônômica e Brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no Sudoeste de Goiás. **Revista brasileira de agricultura irrigada-rbai**, v. 4, n. 1, 2013.

KUBO, Gustavo Tomio Magalhae et al. **Lâminas de irrigação e doses de biocarvão no crescimento, produção e qualidade do tomate cereja**. 2022. 60f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola). Universidade Federal de Campina Grande, PB, 2022.

LEDIEU, J. et al. Um método de medir a umidade do solo por reflectometria no domínio do tempo. **Journal of Hydrology, Hydrology**, v. 88, n. 3-4, pág. 319-328, 1986.

LEITE, K. N.; COSTA, R. N. T.; ARAÚJO, H. F.; MONTEIRO, R. N. F.; LUNA, N. R. S. Produtividade da água utilizada na irrigação do cajueiro possibilidades In: Reunião Sulamericana para Manejo e Sustentabilidade da Irrigação em Região Áridas e

Semiáridas, 2. Cruz das Almas, 2011. **Anais**. Cruz das Almas. Universidade Federal do Rocôncavo da Bahia, 2011.

LETEY, J. Relação entre salinidade e uso eficiente da água. **Ciência da irrigação**, v. 14, p. 75-84, 1993.

LIMA, Sílvio Carlos Ribeiro Vieira et al. Estimativa da produtividade de água em uma área irrigada no sul da Espanha. **REVISTA BRASILEIRA DE AGRICULTURA IRRIGADA-RBAI**, v. 6, n. 1, 2013.

LOVARELLI, D.; BACENETTI, J.; FIALA, M. Water Footprint of Agricultural Productions: A Review. **Total Environmental Science**, v. 548-549, 236-251, 2016

MADEIRA, Nuno Rodrigo et al. Cultivo do tomateiro em Sistema de Plantio Direto de Hortaliças (SPDH). 2019.

MAKISHIMA, N.; REIS, N. V. B.; CARRIJO, O. A. **Cultivo protegido do tomateiro**. Embrapa: Embrapa Hortaliças, 1998. 20 p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 13).

MANTOVANI, E.C.; BERNARDO, S.; PALARETTI, L.F. **Irrigação: Princípios e métodos**. 3. Ed. Viçosa: UFV, 2009.

MANTOVANI, Everardo C. et al. Eficiência no uso da água de duas cultivares de batata-doce em resposta a diferentes lâminas de irrigação. **Horticultura Brasileira**, v. 31, p. 602-606, 2013.

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.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Manejo da irrigação em hortaliças**. 5. ed. Brasília, DF: EMBRAPA-SPI: EMBRAPA-CNPQ, 1996. 72 p.

MARQUELLI, Waldir Aparecido; LAGE, D.A.C.; BRAGA, M.B. **Irrigação da cultura do tomateiro orgânico: Enfoque no manejo de doenças e de insetos-pragas**. Brasília: Ed. Embrapa, 2014.

MARQUELLI, Waldir Aparecido et al. **Manejo da água de irrigação**. 2011.

MARQUES, M. A. D. **Lâminas e frequências de irrigação para a cultura do tomateiro tipo grape, em Casa Nova, BA**. 2013. 91f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) Universidade Federal do Vale do São Francisco, UNIVASF, Juazeiro, BA. 2013.

MARQUES, M.A.D. **Produtividade de tomate *grape* com utilização de diferentes lâminas e frequências de irrigação**. 2017. 38 p. Trabalho de Conclusão (Graduação em Engenharia Agrônômica) – IF Sertão-PE, *Campus* Petrolina, Petrolina, PE, 2017.

MARTIN, Juliano Dalcin et al. Irrigação deficitária para aumentar a produtividade da água na produção de silagem de milho. **Irriga**, v. 1, n. 01, p. 192-205, 2012.

MARTINS, Cristiani Campos et al. Manejo da irrigação por gotejamento no cafeeiro (*Coffea arabica* L.). **Bioscience Journal**, v. 23, n. 2, p. 61-69, 2007.

MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012.

MATOS, Rigoberto Moreira de et al. **Crescimento e produção do tomateiro tipo cereja sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração e tipos de adubação**. 2016. 68f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, 2016.

MENEGAES, J.F.; FILIPETTO, J.E.; SANTOS, O.S. Cultivo hidropônico de mudas e de frutos de fisalis. **Acta Iguazu**, Cascavel, v.7, n.1, p. 87-94, 2018.

MIRANDA L.P.; OLIVEIRA T.T.; RODRIGUES-DAS-DÔRES R.G; NAGEM TJ. 2009. Teores de água, massa fresca e massa seca em flores de Jacaranda caroba. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, 2009.

MOLDEN, David et al. Improving agricultural water productivity: Between optimism and caution. **Agricultural water management**, v. 97, n. 4, p. 528-535, 2010.

MOLDEN, David et al. Uma estrutura de produtividade hídrica para compreensão e ação. In: **Produtividade da água na agricultura: Limites e oportunidades de melhoria**. Wallingford Reino Unido: Cabi Publishing, 2003.

MOLDEN, D. **Usage Accounting and Water Productivity**. SWIM Paper 1. International Irrigation Management Institute, 1997.

MONTE, José A. et al. Análise de crescimento e produtividade da cultura do tomateiro sob diferentes lâminas de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 926-931, 2013.

MORALES, Rafael Gustavo Ferreira et al. Caracterização do tomateiro submetido ao déficit hídrico. **Scientia Agraria**, v. 16, n. 1, p. 9-17, 2015.

MUALEM, Yechezkel. A new model for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated porous media. **Water resources research**, v. 12, n. 3, p. 513-522, 1976.

NANGARE, D. D. et al. Growth, fruit yield and quality of tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.) as affected by deficit irrigation regulated on phenological basis. **Agricultural Water Management**, v. 171, p. 73-79, 2016.

NEGRISOLI, Raphael et al. Viabilidade Econômica no Cultivo de Minitomate Sweet Grape no Município de Casa Branca/SP. **Enciclopédia Biosfera**, v. 11, n. 21, 2015.

NICK, Carlos; SILVA, D.J.H.; BORÉM, Aluízio. **Tomate do plantio a colheita**. ed. Viçosa: UFV, 2018.

NUNES, Kenya Gonçalves. **Comportamento da alface-americana sob diferentes doses de composto orgânico e lâminas de irrigação**. 2014. 58f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceara, Fortaleza, 2014.

NUNES, M. U. C.; WERNER, T. Recomendações técnicas para a cultura do tomate na microrregião do Alto Purus-Acre. Circular Técnica nº 03, EMBRAPA, Rio Branco, 1980. 23p.

OLIVEIRA, V.R.; FONTES, P.C.R.; CAMPOS, J.P.; REIS, F.P. Qualidade do tomate afetada pelo número de ramos por planta e pela poda apical. **Revista Ceres**, p.309-318, 1996.

PAPADOPOULOS, A.P.; PARARAJASINGHAM, S. The influence of plant spacing on light interception and use in greenhouse tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.): A review. **Scientia Horticulturae**, v.69, p.1-29, 1997.

PEREIRA, Luís Santos; CORDERY, Ian; IACOVIDES, Lacovos. **Lidando com a escassez de água: Enfrentando os desafios**. Springer Science e Business Media, 2009.

PERRY, Chris et al. Increasing productivity in irrigated agriculture: Agronomic constraints and hydrological realities. **Agricultural water management**, v. 96, n. 11, p. 1517-1524, 2009.

PINTO, Ulisses Reis Correia. **Características produtivas de tomate cereja em função da aplicação de fósforo via solo e fertirrigação em cultivo protegido**. 2017. 61p. Tese de Doutorado. Dissertação de Mestrado em Irrigação no Cerrado, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres, 2017.

PIRES, Regina et al. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 228-234, 2009.

PIRES, RC de M. et al. Métodos e manejo da irrigação. **Centro de Ecofisiologia e Biofísica Instituto Agrônômicos**, 1999.

POERSCHKE, P.R.C.; BURIOL, G.A.; STRECK, N.A.; ESTEFANEL, V. Efeito de sistemas de poda sobre o rendimento do tomateiro cultivado em estufa de polietileno. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.25, n.3, p.379-384,1995.

PORTELA, Jeane C.; LIBARDI, Paulo L.; VAN LIER, Quirijn de J. Retenção da água em solo sob diferentes usos no ecossistema tabuleiros costeiros. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, p. 49-54, 2001.

PREZOTTI, L. Carlos. Nutrição e adubação do tomateiro. In: Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper). **Tomate**. Vitória, ES: Incaper, 2010. p. 169-183.

RAMOS, Marcio Mota; OLIVEIRA, Rubens Alves. **Manejo de irrigação**: Quando e quanto irrigar. Viçosa: ed. CPT, 2009.

RICHARDS, L. A. Capillary conduction of liquids through porous mediums. **Physics**, v. 1, n. 5, p. 318-333, 1931.

RODRIGUES, Silvana. **Minitomateiros grape e cereja em hidroponia: densidade de plantio e raleio de flores para diferentes ciclos de cultivo**. 2016. 91f. Tese

(Doutorado) - Programa de Pós-Graduação em Sistemas de Produção Agrícola Familiar. Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2016.

ROTA, L.D.; PAULETTI, G.F. Efeito da adição de casca de arroz em substrato comercial a base de turfa na produção de mudas de viola tricolor I. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 14, n. 3, 2008.

SAIDELLES, Fabio Luiz Fleig et al. Casca de arroz carbonizada como substrato para produção de mudas de tamboril-da-mata e garapeira. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 30, p. 1173-1186, 2009.

SANTOS, Antônio de Paula. **Déficit hídrico induzido em diferentes fases fenológicas no cultivo do tomate industrial**. 2019. 65p. Dissertação (Mestrado em Irrigação no cerrado) – Instituto Federal Goiano, São Paulo, 2019.

SCALOPPI, Edmar José. Características dos principais sistemas de irrigação. **ITEM - Irrigação e Tecnologia Moderna**, v. 25, p. 22-27, 1986.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M.J.A. Espaçamento entre plantas e número de racimos para tomateiro em ambiente protegido. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v. 28, n. 3, p. 359-363, 2006.

Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. Irrigação: Gestão e manejo. Serviço Nacional de Aprendizagem Rural. – Brasília: Senar, 2019. 84 p. (Coleção Senar, 250).

SHIRAHIGE, Fernando H. et al. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 292-298, 2010.

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

SILVA, Gideon Ujacov da. **Influência do manejo de irrigação via solo e via clima na cultura do milho**. 2017. 36f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrícola) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Farroupilha, Alegrete, RS, 2017.

SILVA, Lucely Pereira da et al. Uso de substratos alternativos na produção de mudas de pimenta e pimentão. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.3, p. 104-115, 2019.

SILVA, N.C.; ARAGÃO, C.A.; DANTAS, B.F.; BRANDÃO, M.M.M.L.P. Avaliação de híbridos de tomate cereja cultivados em vasos e com diferentes conduções de hastes. **Research, Society and Development**, v.9, n.12, 2020.

SIMÕES A.C.; ALVES G.K.; FERREIRA R.L.F.; ARAUJO NETO S.E. 2015. Qualidade da muda e produtividade de alface orgânica com condicionadores de substrato. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, 2015.

SOARES, Fátima Cibele et al. Resposta da produtividade de híbridos de milho cultivado em diferentes estratégias de irrigação. **Irriga**, v. 15, n. 1, p. 36-50, 2010.

SOLDATELI, F.J.; BATISTA, C.B.; GODOY, F.; MELLO, A.C.; SOARES, F.S.; BERGMANN, M.D.; ETHUR, L.Z. Crescimento e produtividade de cultivares de tomate cereja utilizando substratos de base ecológica. **Colloquium Agrariae**, v. 16, n.1, p. 1-10, 2020.

SOUSA, Valdemício Ferreira de et al. Eficiência do uso da água pelo meloeiro sob diferentes frequências de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 4, p. 183-188, 2000.

SOUZA, E.F.F.S. **Cultivo do tomate cereja utilizando biomassa vegetal não compostada de grama batatais e água residuária de bovinocultura de leite**. 2020. 29p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola e Ambiental). Instituto de

Tecnologia, Departamento de Engenharia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2020.

SIMUNEK, J.; SEJNA, M.; SAITO, H.; SAKAI, M.; VAN GENUCHTEN, M. 2013. The HYDRUS-1D Software Package for Simulating the One-Dimensional Movement Series 3, Department of Environmental Sciences, University of California, Riverside, California, USA, p. 343, 2013.

STEDUTO, P. Eficiência no uso da água. **Sustentabilidade da agricultura irrigada**, p. 193-209, 1996.

STONE, Luís Fernando. **Eficiência do uso da água na cultura do arroz irrigado**. Santo Antônio de Goiás: Embrapa Arroz e Feijão, 2005.

TABBAL, D. F. et al. On-farm strategies for reducing water input in irrigated rice; case studies in the Philippines. **Agricultural Water Management**, v. 56, n. 2, p. 93-112, 2002.

TAIZ, Lincoln et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TAKAHASHI, K.; CARDOSO, All. Produção e qualidade de mini tomate em sistema orgânico com dois tipos de condução de hastes e poda apical. **Horticultura Brasileira**, v. 33, n. 4, p. 515-520, 2015.

TUONG, T. P.; BHUIYAN, S. I. Increasing water-use efficiency in rice production: farm-level perspectives. **Agricultural Water Management**, v. 40, n. 1, p. 117-122, 1999.

VAN GENUCHTEN, M. T.; LEIJ, F. J.; YATES, S. R. The RETC code for quantifying the hydraulic functions of unsaturated soils. University of California, Riverside. Riverside. 1991.

VENCE, L.B. Disponibilidade de água-ar em substratos para plantas. **Ciencia del Suelo**, v.26, p.105-114, 2008.

VIEIRA, D.A.P; SO, K.C.R; DOURADO, K.K.F; CALIARI, M; SOARES JÚNIOR, M.S. Qualidade física e química de mini-tomates Sweet Grape produzidos em cultivo orgânico e convencional. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v.9, n.4, p.100-108, 2014.

VIETS, Frank G. Fertilizantes e uso eficiente da água. **Avanços em agronomia**, v. 14, p. 223-264, 1962.

VIOL, Miguel A. et al. Resposta do tomate sweet grape cultivado em substrato comercial com diferentes lâminas e frequências de irrigação. **Revista Engenharia na Agricultura**, v. 26, n. 3, p. 269-276, 2018.

VITERI, M.L. Tomates y lechuga: produção, comercialização e consumo. 2013.


WRIGHT, J. L.; STARK, J.C. Batata. 1990.

Yara Brasil, 2020. Princípios agrônômicos do tomate. Disponível em: <https://www.yarabrasil.com.br/conteudo-agronomico/blog/principios-agronomicos-do-tomate/#:~:text=No%20entanto%2C%20com%20a%20introdu%C3%A7%C3%A3o,variam%20de%2060%2D80%25>. Acesso em: 28 de jul. 2023.

ZORZETO, T.Q. **Caracterização física e química de substratos para plantas e sua avaliação no rendimento do morangueiro (fragaria x ananassa duch.)**. 2011. 110 p. Dissertação (Agricultura Tropical e Subtropical) - Área de Concentração em Gestão de Recursos Agroambientais, Instituto Agronômico (IAC), Campinas, SP, 2011.

ZOZ, Tiago. **Avaliação de genótipos de cártamo quanto ao desempenho agrônômico, divergência genética e produtividade da água**. 2015. 64 f. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista/Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2015.

APÊNDICE A – Análise química do solo usado na pesquisa

Município: Governador Mangabeira										CEP: 44350-000			
CNPJ: 15.127.483/0014-81										UF: BA			
Resultado de Análise de Solo													
Nº Lab	Referência do Cliente		pH	P	K	Na	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Al ³⁺	H+Al			
			H ₂ O	mg/dm ³				cmol(c)/dm ³					
263	IF Baiano/Danco 0,5 ha		6,8	23,0	187,20	-	5,0	0,6	0,0	4,3			
Nº Lab	SB	CTC(t)	CTC(T)	MO	Saturação do Complexo de Troca								
	cmol(c)/dm ³		%		V	Na	m	Ca	Mg	K	Relações Catiônicas		
					%						Ca/Mg	Ca/K	Mg/K
263	6,1	6,1	10,4	1,7	59		0	48	6	5	8,33	10,44	1,25
Parâmetros Interpretativos Médios em Análise de Solo													
Classificação	P	K	Ca	Mg	Al	H+Al	SB	CTC(t)	CTC(T)	V	m	MO	
	mg/dm ³		cmol(c)/dm ³								%		dag/kg
Muito Baixo	0 a 5	0 a 45	0 a 1,5	0 a 0,5	0 a 0,3	0 a 2,5	0 a 2	0 a 2,5	0 a 4,5	0 a 25	26 a 50	0 a 1,5	
Baixo	6 a 10	46 a 80	1,6 a 4	0,6 a 1	0,4 a 1	2,6 a 5	2,1 a 5	2,6 a 6	4,6 a 10	51 a 70	21 a 40	1,6 a 3	
Médio	>10	>80	>4	>1	>1	>5	>5	>6	>10	71 a 90	41 a 60	>3	
Muito Alto									>90		>60		
Saturação - Valores adequados					pH em H ₂ O	Acidez Elevada	Acidez Média	Acidez Fraca	Neutro	Alcalinidade Fraca		Alcalinidade Elevada	
Saturação por Ca - entre 40 e 60%						-5	5 a 5,9	6 a 6,9	7,0	7,1 a 7,8	>7,8		
Saturação por Mg - entre 10 e 15%													
Saturação por K - entre 3 e 5%													
Saturação por Al - 0 (zero)%													
Saturação por Bases (V%) - maioria das culturas 60 a 70%													
Saturação por Na na CTC: Não solódico (0 a 6%); Solódico (6 a 15%); Sódico (>15%)													
Condutividade Elétrica (Salinidade): Não salino (<4 dS/m); Salino (4 a 7 dS/m); Sálco (>7dS/m) a 25°C													
Observações						Responsabilidade Técnica							
As amostras ficarão guardadas no laboratório por 3 meses. Após este período, serão descartadas.						 André Santos de Oliveira Engenheiro Agrônomo, CREA 66988							

APÊNDICE B – Solução nutritiva

MACRO - Solução nutritiva para o cultivo do tomateiro (SOLUÇÃO 1)									
Fertilizante	Quantidade (g/1000 L)	Nutrientes (g/ 1000 L)							Total (kg)
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na	
Nitrato de potássio	319	41,47		116,44					5,104
Salitre do Chile (Nitrato de sódio)	253	40,48							4,048
Fosfato monocalcico	252		61,992		40,068				4,032
Sulfato duplo de potássio e magnésio	218			39,676		23,544	47,96		3,488
Nitrato de cálcio	200	30			40				3,2
TOTAL		111,95	61,992	156,11	80,068	23,544	47,96	0	

MACRO - Solução nutritiva – FRUTIFICAÇÃO (SOLUÇÃO 2)											
Fertilizante	Quantidade (g/1000 L)	Nutrientes (g/ 1000 L)									Total (kg)
		N	P	K	Ca	Mg	S	Na	Cl		
Nitrato de potássio	275	33		123,75							5,5
Nitrato de cálcio	600	90			108						12
Sulfato de magnésio	370					33,3	40,7				7,4
Sulfato de potássio	141			58,515			23,97				2,82
MAP	155	18,6	93								3,1
Cloreto de potássio	315			189							6,3
TOTAL		164,1	93	371,27	108	33,3	64,67	0			

MICRO - Solução nutritiva para o cultivo do tomateiro (solução 1)									
Fertilizante	Quantidade (g/1000 L)	Nutrientes (g/ 1000 L)							Total (g)
		B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn		
Sulfato de manganês	3,7				1,184				59,2
Ácido bórico	1,3	0,221							20,8
Sulfato de zinco	1,31						0,262		20,96
Sulfato de cobre	0,13		0,0325						2,08
Molibdato de sódio	0,18					0,0612			2,88
Quelato de ferro EDDHA (6 % de Fe)	32,8			2					524,8
TOTAL		0,221	0,0325	0	1,184	0,0612	0,262		

MICRO - Solução nutritiva – FRUTIFICAÇÃO (solução 2)									
Fertilizante	Quantidade (g/1000 L)	Nutrientes (g/ 1000 L)							Total (g)
		B	Cu	Fe	Mn	Mo	Zn		
Sulfato de manganês	5,49				1,7568				109,8
Ácido bórico	1,91	0,3247							38,2
Sulfato de zinco	1,31						0,262		26,2
Sulfato de cobre	0,18		0,045						3,6
Molibdato de sódio	0,18					0,0612			3,6
Quelato de ferro EDDHA (6 % de Fe)	32,8			2					656
TOTAL		0,3247	0,045	0	1,7568	0,0612	0,262		

ANEXO A – Mapa pedológico do local de coleta do solo

bdiweb.ibge.gov.br/#/consulta/pedologia

BRASIL CORONAVÍRUS (COVID-19) Simplifique! Participe Acesso à informação Legislação Canais

BDiA Banco de Dados de Informações Ambientais **Exibindo Pedologia** Início Acesso aos Temas Saiba mais Publicações

Recorte

Tipo de Recorte: Municípios

Estado: Bahia

Recorte: Governador Mangabeira

Lista de Solos do Recorte

Dicionário de Conceitos

Legenda

Subordens do SIBCS

- Corpo d'água continental
- Argissolo Vermelho-Amarelo
- Chernossolo Argilúvico
- Latossolo Amarelo

Gráfico

Subordens do SIBCS (km²)

Subordem do SIBCS	Correspondência da Cor
Corpo d'água continental	Azul
Argissolo Vermelho-Amarelo	Rosa
Chernossolo Argilúvico	Vermelho
Latossolo Amarelo	Amarelo

IBGE © 2022 IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Versão 2.18