

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO
TOMATEIRO SUBMETIDO A NÍVEIS DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA E ÉPOCAS DE SUPRESSÃO DA IRRIGAÇÃO

Autora: Alyne Chaveiro Santos
Orientador: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
Coorientador: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa

CERES - GO
Fevereiro – 2018

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO
TOMATEIRO SUBMETIDO A NÍVEIS DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA E ÉPOCAS DE SUPRESSÃO DA IRRIGAÇÃO

Autora: Alyne Chaveiro Santos
Orientador: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
Coorientador: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Ceres – Área de Concentração Tecnologias de Irrigação.

Ceres - GO
Fevereiro–2018

Sistema desenvolvido pelo ICMC/USP
Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas - Instituto Federal Goiano

Santos, Alyne Chaveiro
SSA237 Componentes de produção do tomateiro submetido a
c diferentes reposições hídricas e épocas de supressão
da irrigação / Alyne Chaveiro Santos; orientador
Frederico Antônio Loureiro Soares; co-orientador
Antônio Evami Cavalcante Sousa. -- Ceres, 2018.
67 p.

Dissertação (Graduação em Mestrado em Irrigação no
Cerrado) -- Instituto Federal Goiano, Câmpus Ceres,
2018.

1. Solanum lycopersicum L.. 2. evapotranspiração.
3. irrigação deficitária. 4. qualidade dos frutos. I.
Soares, Frederico Antônio Loureiro, orient. II.
Sousa, Antônio Evami Cavalcante, co-orient. III.
Título.

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
GOIANO – CAMPUS CERES
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO


COMPONENTES DE PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE DO
TOMATEIRO SUBMETIDO A NÍVEIS DE REPOSIÇÃO
HÍDRICA E ÉPOCAS DE SUPRESSÃO DA IRRIGAÇÃO


Autora: Alyne Chaveiro Santos
Orientador: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
Coorientador: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa


TITULAÇÃO: Mestre em Irrigação no Cerrado – Área de Concentração
Tecnologias de Irrigação

APROVADA em 01 de Janeiro de 2018.


Prof. Dr. Cleiton Gledson Sabin Benett
(Avaliador externo)
UEG - Campus Ipameri


Prof. Dr. Edison Cabral da Silva
(Avaliador externo)
IF Goiano - Campus Rio Verde


Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa
(Avaliador interno)
IF Goiano - Campus Ceres


Prof. Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares
(Orientador)
IF Goiano - Campus Rio Verde

A todos os pesquisadores que se dedicam diariamente a um intensivo estudo de modo a permitir uma produção expressiva e de qualidade se atendo às questões ambientais, ecologicamente sustentáveis, pensando num mundo melhor para as futuras gerações.

OFEREÇO

Aos meus amados pais, Ademar e Sônia, pelo carinho, atenção e comprometimento em jamais me permitir pensar em desistir.

À minha irmã Júlia, pela compreensão, cumplicidade e grande ajuda em todos estes anos.

Aos meus avós, Arminda, Antônio e Jorcita, que tiveram uma participação especial e fundamental na minha vida e mesmo sem suas presenças físicas estão sempre presentes em meu coração e pensamento. Ao meu avô Pedro, por compreender minha ausência e ser tão especial ao me ver chegar.

Aos que são minha base.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, que é meu refúgio, que conhece meus mais profundos medos e anseios. Que não me permite ser só, mesmo quando é assim que me sinto. Que sempre prepara para mim os mais belos sonhos e me levanta em todas as minhas dificuldades. À minha mãe Maria, que intercede por mim e me guarda todos os dias sob seu manto, que ouve minhas angústias e está à frente de cada passo que dou.

À minha mãe Sônia Chaveiro Rodrigues e meu pai Ademar Manoel dos Santos, por sonharem junto comigo, por se orgulharem de cada mínima vitória, por me amarem e respeitarem minhas decisões, homem e mulher, os quais tenho maior orgulho de chamar de Pais. Meu eterno agradecimento pelos momentos em que estiveram ao meu lado, apoiando-me e fazendo acreditar que nada é impossível, pessoas que sigo como exemplo, dedicadas, amigas, batalhadoras, que abriram mão de muitas coisas para me proporcionar a realização deste trabalho. E à minha amada irmã Júlia Chaveiro Santos, por ser minha companheira e amiga de todas as horas. A essa minha família, a quem eu devo tudo, por me incentivar a ir, mas sempre me esperando voltar com braços abertos e o mesmo amor de sempre.

Ao Instituto Federal Goiano, pela oportunidade de realizar o curso de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado.

Ao meu orientador, professor Frederico Antônio Loureiro Soares, pela atenção nos muitos momentos em que precisei de ajuda, incentivo e apoio quando me senti despreparada. Pela confiança em realizar este trabalho comigo e disponibilizar o seu tão escasso tempo em meu auxílio.

Ao meu coorientador, professor Antônio Evami Cavalcante Sousa, pela dedicação e ajuda nessa pesquisa, a quem recorri nos momentos de desespero, pela orientação, ensinamentos e compreensão dados durante sua realização. Aos professores do Programa de Pós-Graduação do IF Goiano - Campus Ceres e a todos os mestres com quem tive a oportunidade de aprender ao longo da vida acadêmica, pelos

seus ensinamentos e incentivos, contribuindo para o meu crescimento pessoal e profissional.

Agradeço em especial ao meu namorado e amigo Eduardo de Assis, pela incansável ajuda em conduzir este experimento tantas vezes quanto necessárias, por não me deixar desistir apesar das dificuldades, por me incentivar a dar o meu melhor. Por ser meu companheiro e anjo da guarda nesta jornada. Mais especialmente ainda agradeço a seus pais Márcia e Edgard de Assis, pelo carinho e dedicação com que me acolheram em seu lar, me tratando com amor e me oferecendo apoio e incentivo. Jamais conseguirei agradecer o suficiente!

Aos meus familiares e amigos de vida que um dia colocaram meu nome em suas orações e que torcem por mim.

Neste momento, em que mais uma etapa na minha vida é concretizada, gostaria de dividir minha felicidade com todos aqueles que participaram do meu crescimento. A todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que eu chegasse até aqui, minha eterna gratidão.

BIOGRAFIA DO AUTOR

ALYNE CHAVEIRO SANTOS nasceu em 24 de setembro de 1993 em Goiânia - GO. Em 2011, ingressou no curso de Agronomia da Universidade Estadual de Goiás – Campus Palmeiras de Goiás, tendo recebido em 2015 o título de Engenheira Agrônoma. Em 2016, iniciou o curso de Mestrado em Irrigação no Cerrado pelo Instituto Federal Goiano – Campus Ceres, Área de Concentração em Tecnologias de Irrigação.

ÍNDICE

	Página
RESUMO-----	xiv
ABSTRACT -----	xvi
1. INTRODUÇÃO-----	1
2. OBJETIVO -----	3
2.1. Objetivo Geral-----	3
2.2. Objetivos Específicos -----	3
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -----	4
3.1. Cultivo do tomate -----	4
3.1.1. Origem e importância econômica da cultura-----	4
3.1.2. Aspectos morfológicos-----	5
3.1.3. Fatores ambientais -----	6
3.2. Água no rendimento da cultura -----	7
3.2.1. Irrigação-----	7
3.2.2. Métodos da irrigação na tomaticultura: gotejamento -----	9
3.2.3. Manejo da irrigação-----	10
3.2.4. Manejo de água nos sistemas agrícolas -----	11
4. MATERIAL E MÉTODOS-----	14
4.1. Caracterização da área experimental-----	14
4.2. Delineamento experimental -----	15

4.3. Preparo de solo e adubação-----	15
4.4. Instalação da cultura-----	17
4.5. Condução da cultura-----	18
4.6. Manejo da irrigação-----	19
4.7. Variáveis analisadas-----	21
4.7.1. Número de flores por planta, Número de cachos por planta, Número de flores por cacho e Taxa de abortamento de flores.-----	21
4.7.2. Comprimento de fruto, largura de fruto, espessura da parede do fruto e número de lóculos do fruto.-----	22
4.7.3. Número de frutos por planta, Número de frutos por cacho e Massa média de fruto.-----	23
4.7.4. Produtividade total, produtividade comercial e não comercial e número médio de frutos por planta.-----	23
4.7.5. Análise Estatística-----	24
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO-----	25
5.1. Número de flores, número de cachos, número de flores por cacho e porcentagem de flores abortadas de tomateiro-----	26
5.2. Componentes de Produção de tomateiro-----	27
5.2.1. Comprimento do fruto, largura do fruto, espessura da parede do fruto e número de lóculos de frutos de tomateiro.-----	28
5.2.2. Número de frutos por planta, número de frutos por cacho e massa média de fruto de tomateiro-----	32
5.2.3. Produtividade total, produtividade comercial e produtividade não comercial	35
6. CONCLUSÃO-----	41
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS-----	42

ÍNDICE DE TABELAS

	Página
Tabela 1: Resultado de Análise química e física do solo da área experimental, em Ceres, GO, 2017.....	16
Tabela 2: Cronograma de execução do manejo fitossanitário feito no cultivo do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão em Ceres-GO, 2017.....	19
Tabela 3: Coeficientes médios da cultura de tomate, para diferentes estádios de desenvolvimento. Ceres, GO, 2017	20
Tabela 4: Consumo hídrico total em milímetros (mm) das lâminas de reposição de acordo com a ETc e níveis de supressão em tomateiro, Ceres-GO, 2017	25
Tabela 5: Resumo da análise de variância para número de flores por planta (NF), número de cachos por planta (NC), número de flores por cacho (FLC) e porcentagem de flores abortadas (%FA) de tomateiro, usando diferentes reposições hídricas e época de supressão de irrigação, Ceres-GO, 2017.....	26
Tabela 6: Resumo da análise de variância para comprimento de fruto (CF), largura de fruto (LF), espessura da parede do fruto (EP) e número de lóculos do fruto (NLF) de tomate, usando diferentes reposições hídricas e época de supressão de irrigação, Ceres- GO, 2017.....	28
Tabela 7: Resumo da análise de variância para número de frutos por planta (FP), número de frutos por cacho (FRC) e massa média de fruto (MM) do tomateiro, usando diferentes reposições hídricas e época de supressão de irrigação, Ceres-GO, 2017	33

Tabela 8: Resumo da análise de variância para produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e não comercial (PNC) do tomateiro, usando diferentes reposições hídricas e épocas de supressão de irrigação, Ceres-GO, 2017.....	36
--	----

ÍNDICE DE FIGURAS

Página

Figura 1: Índices de precipitação e temperaturas diárias, máxima e mínima, registrados durante o experimento. Fonte: Inmet, 2017. Ceres-GO, 2017	15
Figura 2: A: Coleta da amostra de solo na área experimental para análise química e física; B: Mistura do adubo recomendado de acordo com a análise de solo; C: Preparação dos sulcos; D: Sulcos de plantio da área prontos; E: Aplicação de adubo feito diretamente no sulco de plantio. Fonte: Autor do trabalho, Ceres, GO, 2017	17
Figura 3: A: Transplântio das mudas de tomate; B: Disposição das plantas no espaçamento; C: Tutoramento utilizado para amarrar das plantas. Fonte: Autor do trabalho, Ceres, GO, 2017	18
Figura 4: A: Montagem do sistema de irrigação do experimento; B: Minitanque instalado dentro da área do experimento para leitura da evaporação diária. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017	20
Figura 5: Contagem do número de flores por planta e por cacho de tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017	22
Figura 6: Medição do comprimento longitudinal do fruto; B: Medição do comprimento transversal do fruto; C: Medição da espessura da parede do fruto. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017	23
Figura 7: Número de flores por planta (A) e Número de cachos por planta (B) do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão, Ceres-GO, 2017	27

Figura 8: Comprimento do fruto (A) e Largura do fruto (B) do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e a épocas de supressão, Ceres-GO, 2017..	29
Figura 9: Comprimento do fruto (A), Largura do fruto (B) e Espessura da parede do fruto (C) do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão, Ceres-GO, 2017.....	30
Figura 10: Avaliação de comprimento e largura do fruto de tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017	32
Figura 11: Acompanhamento do número de frutos por cacho dos tratamentos de tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017	33
Figura 12: Massa média do fruto do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas (A) e épocas de supressão (B), Ceres-GO, 2017.....	34
Figura 13: Produtividade total do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas (A) e épocas de supressão (B), Ceres-GO, 2017.....	37
Figura 14: Desdobramento da produtividade comercial do tomateiro, submetido a diferentes reposições hídricas dentro de cada época de supressão, Ceres-GO, 2017 ..	39
Figura 15: Desdobramento da produtividade comercial do tomateiro, submetido a diferentes épocas de supressão dentro de cada uma das lâminas de reposições hídricas, Ceres-GO, 2017	40

LISTA DE SÍMBOLOS, SIGLAS, ABREVIACÕES E UNIDADES

Símbolo /Sigla	Significado	Unidade de Medida
P	Fósforo	mg dm ⁻³
Na ⁺	Sódio	cmol _c dm ⁻³
Ca ⁺²	Cálcio	cmol _c dm ⁻³
S	Enxofre	mg dm ⁻³
Mg ⁺²	Magnésio	cmol _c dm ⁻³
K ⁺	Potássio	cmol _c dm ⁻³
N	Nitrogênio	
Al	Alumínio	cmol _c dm ⁻³
H	Hidrogênio	
Cl	Cloro	
KCl	Cloreto de Potássio	
CO ₂	Dióxido de Carbono	
DAP	Dias após o plantio	
DAT	Dias após o transplântio	
ET _c	Evapotranspiração da Cultura	mm
ET _o	Evapotranspiração de referencia	mm
ECA	Evaporação do tanque Classe "A"	mm d ⁻¹
K _p	Coefficiente da tanque	
K _c	Coefficiente da cultura	
a.C.	Antes de Cristo	
°C	Graus Celsius	
CUD	Coefficiente de uniformidade de distribuição	%
mca	Metros de coluna d'água	
NF	Número de flores por planta	
NC	Número de cachos por planta	
FLC	Número de flores por cacho	
%FA	Porcentagem de flores abortadas	%
CF	Comprimento de fruto	mm
LF	Largura do fruto	mm
EP	Espessura da parede do fruto	mm
NLF	Número de lóculos por fruto	
PT	Produtividade total	t ha ⁻¹
PC	Produtividade comercial	t ha ⁻¹
PNC	Produtividade não comercial	t ha ⁻¹
FP	Número de frutos por planta	
FRC	Número de frutos por cacho	
MM	Massa média do fruto	g fruto ⁻¹

CAD	Capacidade de água disponível	%
pH	Potencial Hidrogeniônico	
RH	Reposição Hídrica	%
E	Época de Supressão	DAP
NF	Numero de folhas	cm ²
cm ²	Centímetro ao Quadrado	
kg ha ⁻¹	Quilograma por hectare	
mm d ⁻¹	Milímetros por dia	
G kg ⁻¹	Gramas por quilo	
Cmol _c dm ⁻³	Centímol carga por decímetro cúbico	
mgdm ⁻³	Miligramas por decímetro cúbico	
L ha ⁻¹	Litros por hectare	
km	Quilômetro	
G	Gramas	
CV	Coefficiente de Variação	
Ns	Não Significativo	
kg	Quilograma	
T	Tonelada	
L	Litros	
M	Metros	
mm	Milímetros	
%	Porcentagem	
cm	Centímetros	

RESUMO

SANTOS, ALYNE CHAVEIRO. Instituto Federal Goiano – Campus Ceres – GO, fevereiro de 2018. **Componentes de produção e produtividade do tomateiro submetido a níveis de reposição hídrica e épocas de supressão da irrigação.** Orientador: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Coorientador: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa.

A água, entre outros fatores, é o que mais influencia a quantidade e a qualidade dos frutos, motivo pelo qual o controle eficiente da umidade do solo é essencial para uma exploração comercial agrícola de alta produtividade, ecologicamente sustentável. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de diferentes níveis de reposição hídrica e épocas de supressão da irrigação nos componentes de produção, na produtividade e na qualidade de frutos do tomateiro. Foi conduzido um experimento em condições de campo, em um solo classificado como Latossolo, em uma propriedade particular no município de Ceres-GO, utilizando um híbrido de porte determinado, conduzido no sistema meia-estaca. O transplante de mudas foi feito 25 dias após a semeadura, distribuídas sob delineamento experimental de blocos casualizados, em esquema de parcelas subdivididas (5 x 4), sendo cinco lâminas de irrigação (40, 55, 70, 85 e 100% da evapotranspiração da cultura) e quatro épocas de supressão da irrigação (90, 100, 110 e 120 dias após o plantio - DAP). Foi utilizada irrigação por gotejamento superficial feita diariamente durante 26 dias após o transplante para estabelecimento das mudas, e após a diferenciação dos tratamentos, turno de rega de dois dias, de acordo com a evapotranspiração da cultura (ETc), ajustada a seu respectivo tratamento. As variáveis analisadas foram: número de flores por planta, número de cachos por planta, número de flores por cacho, porcentagem de flores abortadas, comprimento do fruto, largura do fruto, espessura da parede do fruto, número de lóculos por fruto, número de frutos por

planta, número de frutos por cacho, massa média de fruto, produtividade total, produtividade comercial e produtividade não comercial. A cultura do tomateiro responde linearmente à reposição hídrica imposta, por isso, a reposição hídrica de 100% é a mais indicada. A melhor época de supressão hídrica ao tomateiro é aos 120 DAP. Uma reposição hídrica acima de 50% da ETc aplicada na cultura do tomateiro durante 120 DAP leva à obtenção de maiores produtividades.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum lycopersicum* L., evapotranspiração, irrigação deficitária, qualidade dos frutos

ABSTRACT

SANTOS, ALYNE CHAVEIRO. Goiano Federal Institute - Campus Ceres - GO, February 2018. **Components of tomato production and productivity submitted to water replenishments levels and periods of suppression of irrigation.** Supervisor: Dr. Frederico Antônio Loureiro Soares. Joint supervisor: Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa.

Water, among other factors, is what most influences the quantity and quality of the fruits, which is why efficient soil moisture control is essential for high productivity and ecologically sustainable agricultural commercial exploitation. The objective of this work was to evaluate the effect of different levels of water replenishment and periods of suppression of irrigation on the production components, productivity and fruit quality of the tomato. An experiment was carried out under field conditions, in a soil classified as Latossolo, in a private property in the municipality of Ceres-GO, using a hybrid of determined size conducted in the half-stake system. The transplanting of seedlings was done 25 days after sowing, distributed under a randomized complete block design, in a subdivided plots scheme (5 x 4), five irrigation slides (40, 55, 70, 85 and 100% of the evapotranspiration) and four times of suppression of irrigation (90, 100, 110 and 120 days after planting-DAP). Surface drip irrigation was used daily for 26 days after transplantation to establish the seedlings, and after the differentiation of the treatments, a two days irrigation shift according to the crop evapotranspiration (ET_c – initials in Portuguese) adjusted to its respective treatment. The variables analyzed were: number of flowers per plant, number of bunches per plant, number of flowers per cluster, percentage of aborted flowers, length of fruit, width of fruit, thickness of fruit wall, number of locules per fruit, number of flowers fruits per plant, number of fruits per cluster, average fruit mass, total productivity, commercial productivity, non-commercial

productivity. The tomato crop responds linearly to the imposed water replenishment, so, the 100% water replacement is the most indicated. The best time of water suppression to the tomato is at 120 DAP. A water retention of more than 50% of the ET_c applied in the tomato crop during 120 DAP obtain higher productivity.

KEY WORDS: *Solanum lycopersicum* L., evapotranspiration, deficit irrigation, fruit quality

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.), considerado uma grande fonte de nutrientes e vitaminas tais como A, B e C, tem se tornado cada vez mais importante na cadeia alimentícia do mundo, pelos benefícios da sua composição nutricional (Andrade et al., 2017). Os frutos são compostos por carotenoide licopeno, β -caroteno, ácido ascórbico e uma gama de compostos fenólicos que podem reduzir o risco de desenvolvimento de doenças cardiovasculares, desempenhando funções importantes no organismo humano (Marques, 2015). Além disso, em decorrência de suas várias formas de processamento, ele está situado entre os alimentos mais consumidos mundialmente (Santos, 2014).

É considerado uma das hortaliças de maior importância econômica mundial. Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2017), o Brasil tem cerca de 65 mil hectares de área plantada, com uma produção de 4,1 milhões de toneladas. O Estado de Goiás é o segundo colocado no *ranking* dos estados produtores, com 22% da produção, sendo o primeiro o Estado de São Paulo, com 26%, e o terceiro Minas Gerais, com 16% da produção nacional.

De acordo com Filgueira (2008), o cultivo de tomate demanda muita mão de obra em função dos tratos culturais necessários, por isso as áreas produtoras são geralmente pequenas. Por ser uma cultura de ciclo curto e retorno econômico mais rápido, assim como outras olerícolas, é interessante para os agricultores familiares.

No entanto, é notória a dificuldade de produção do tomateiro em algumas épocas do ano, principalmente durante o verão chuvoso e inverno seco, e a estas épocas são acrescentadas características como resistência a doenças e pragas, tolerância à seca ou inverno, entre outros fatores. A criação de novos cultivares de tomateiro surge como estratégia para sobrepor suscetibilidades a pragas, patógenos ou a fatores

abióticos, como déficit hídrico, porém, diante de um novo genótipo, surge também a necessidade de verificação do seu comportamento sob diferentes condições de cultivo, destacando-se os regimes de manejo da irrigação, já que é uma cultura bastante explorada comercialmente em regime de irrigação. Segundo Macêdo & Alvarenga (2005), entre os fatores de produção, a água e os insumos agrícolas são os que mais influenciam a quantidade e a qualidade dos frutos, motivo pelo qual o controle eficiente da umidade do solo é essencial a uma exploração comercial agrícola de alta produtividade e ecologicamente sustentável.

O grande avanço nas áreas irrigadas tem contribuído de forma expressiva nas discussões acerca da melhor eficiência no uso da água, isto é, como incrementar a produção por unidade de água consumida. Cabe ressaltar que a irrigação é uma tecnologia que possibilita agregar valor ao produto gerado, o que proporciona maior renda aos produtores. Notadamente, a grande contribuição do adequado manejo da água de irrigação é o controle do uso da água, pois tanto o excesso como a deficiência hídrica causam redução no rendimento da produção das culturas.

Além disso, a sustentabilidade no processo de produção é exigência não só dos consumidores finais, bem como requisito de algumas empresas de processamento e comercialização frente às pressões políticas de preservação e qualidade ambiental. Desse modo, o gerenciamento de recursos hídricos, por meio do uso racional da água, passou a fazer parte do dia a dia das pessoas e dos meios de comunicação. Portanto, é de fundamental importância manejar o uso da água para preservar esse bem e, assim, prolongar sua disponibilidade ao longo do tempo. Destarte, todas essas informações acarretam questionamentos acerca da irrigação brasileira, tais como conflitos pelo uso da água, degradação ambiental e o correto processo de gestão dessa atividade no futuro.

2. OBJETIVO

2.1. Objetivo Geral

Avaliar o efeito de níveis de reposição hídrica e épocas de supressão da irrigação nos componentes de produção, na produtividade e na qualidade de frutos de tomateiro.

2.2. Objetivos Específicos

- i. Identificar a melhor reposição hídrica para a cultura do tomateiro;
- i. Verificar a época de supressão hídrica mais adequada para a cultura do tomateiro;
e
- ii. Determinar o efeito da interação entre a época de supressão hídrica e as diferentes reposições hídricas na cultura do tomateiro.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Cultivo do tomate

3.1.1. Origem e importância econômica da cultura

A cultura do tomateiro teve origem na América do Sul, mais especificamente na região compreendida entre o Equador, o norte do Chile, a Bolívia e o Peru, sendo possível encontrar diversas espécies existentes desde o Pacífico até uma altitude de 2.000 m nos Andes (Goto, 1995). De acordo com Murayama (1983), as sementes chegaram ao Sul do México, onde o tomateiro foi encontrado pelos espanhóis. De lá, as frutas seguiram para a Espanha e Itália. Em poder dos europeus, o tomate chegou ao Brasil trazido pelos colonizadores portugueses e, desde então, vem se tornando uma das hortaliças mais cultivadas no mundo.

A produção de tomate média anual no mundo, no triênio 2011-2013, foi de 161,17 milhões de toneladas, numa área plantada de 4,79 milhões de hectares, com produtividade média de 33,63 toneladas por hectare. Ao longo de 2016, o montante atingiu 39,79 milhões de toneladas, em sua maioria voltada para processamento industrial, sendo os Estados Unidos os líderes na produção, seguidos pela China, Itália e Espanha (Camargo Filho & Camargo, 2017). O Brasil ocupa a oitava posição no *ranking*, com uma área plantada em 2016 de 64.277 hectares e uma produção 4,17 milhões de toneladas (IBGE, 2017).

Nacionalmente, as regiões Sudeste e Centro-Oeste são as maiores produtoras, produzindo 70.989 kg ha⁻¹ e 80.308 kg ha⁻¹, respectivamente. O Estado de Goiás é o segundo maior produtor da fruta, perdendo apenas para São Paulo, sendo responsável por mais de 90% da produção da região Centro-Oeste e 25%, em média, da produção nacional, com 934.658 toneladas na safra 2016 e 1.244.701 toneladas na safra 2017

(IBGE, 2017), sendo que 75% da produção goiana ocorre nos municípios de Cristalina com 485 mil toneladas, Morrinhos com 113 mil toneladas e Itaberaí com 100 mil toneladas.

3.1.2. Aspectos morfológicos

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é pertencente à família Solanaceae, gênero *Solanum*, de porte arbustivo, perene, desenvolvendo-se de forma rasteira, semiereta ou ereta. O sistema radicular do tomateiro é composto pela raiz principal, secundárias e adventícias. Tem folhas alternadas, compostas, cobertas de pelos. Suas inflorescências são do tipo racemo (cachos), com flores pequenas e em quantidades variadas, hermafroditas, conferindo-lhes autogamia, com baixa frequência de fecundação cruzada. O fruto de tomate é do tipo baga carnosa e succulenta, bi, tri, plurilocular, dependendo da variedade (Alvarenga, 2013).

O tomateiro tem dois tipos de hábitos de crescimento - o determinado e o indeterminado. O determinado é característico das cultivares rasteiras, cujos frutos são destinados à indústria para processamento. Sua floração e frutificação ocorrem junto ao crescimento vegetativo. Já o hábito de crescimento indeterminado ocorre na maioria das cultivares para a produção de frutos de mesa, as quais são podadas e tutoradas, pois seu caule é flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos na posição vertical, podendo ultrapassar dois metros de altura (Filgueira, 2008; Alvarenga 2013).

Alguns produtores, no entanto, têm preferência pelo cultivo de variedade com crescimento determinado com a finalidade de produzir frutos para consumo *in natura* em pequena escala, tendo em vista o baixo custo de produção, utilizando formas de tutoramento alternativo, como o meia-estaca, evitando que os frutos fiquem em contato com o solo (Corrêa et al., 2012). A utilização de sementes híbridas tem se tornado frequente, por causa da busca crescente por produtos de qualidade alternativa que o melhoramento genético propõe, trazendo cultivares que são produzidas em curto período e menor custo de semente, além de permitir maior uniformidade, conferindo resistência às doenças e uma melhor capacidade de adaptação (Melo et al., 1988).

Segundo Pnueli et al. (1998) e Piotto & Peres (2012), tomateiros com hábito de crescimento indeterminado são formados por ramos vegetativos e reprodutivos que se alternam e formam as unidades simpodiais. Geralmente, essas unidades são constituídas por três folhas entre duas inflorescências, sendo que o primeiro cacho floral é emitido

após oito a doze folhas. No entanto, nas cultivares de crescimento determinado, isso é alterado de forma que, a partir da emissão do primeiro cacho floral, o número de folhas por unidade simpodial é reduzido gradativamente, até a emissão de duas inflorescências subsequentes, quando o meristema vegetativo apical se torna floral.

3.1.3. Fatores ambientais

Fatores ambientais exercem grande influência sobre a composição e qualidade da parte aérea e dos frutos de tomate, como a umidade relativa do ar e umidade do solo, luminosidade e principalmente a temperatura. A umidade relativa do ar é um fator preponderante no cultivo do tomate, segundo Moraes (1997), pois faixas em torno de 60 a 70% evitam o aparecimento de doenças fúngicas, como requeima (*Phytophthora infestans*) e septeriose (*Septoria lycopersici*). A pluviosidade excessiva é outro fator agroclimático que influencia diretamente a tomaticultura por ocasionar o aparecimento de doenças pela elevada umidade do ar (Filgueira, 2008). Em regiões como a Amazônia, por exemplo, que apresenta elevada precipitação, tem se usado a técnica de ambiente protegido para cultivo dessa hortaliça, com o objetivo de melhorar a qualidade dos frutos e aumentar a produtividade.

O tomateiro é uma das hortaliças mais exigentes em água, o que exige a prática da irrigação nos períodos de estiagem. Segundo Alvarenga (2004), um período longo de estresse hídrico prejudica o crescimento e reduz a produtividade, sendo necessário o fornecimento durante todo o ciclo de forma contínua sem que ocorra saturação do solo. O abastecimento de água deve ser feito corretamente, de forma que a reposição seja de acordo com a demanda da planta, visto que tanto o excesso como o déficit de água são prejudiciais ao tomateiro. O excesso de reposição hídrica causa o entupimento dos espaços do solo, limitando as trocas gasosas, o que impede o desenvolvimento da planta e atrapalha a absorção de nutrientes, condições favoráveis à ocorrência de distúrbios fisiológicos e ao aparecimento de doenças. Já a falta de umidade no solo promove redução no desenvolvimento do sistema radicular, menor absorção de nutrientes, salinização do solo e aparecimento de distúrbios fisiológicos (Goto, 1995).

Quanto ao fotoperíodo, o tomateiro é indiferente em relação ao desenvolvimento e produção, podendo ser cultivado no inverno com dias curtos e também nos dias longos do verão, entre nove e quinze horas de luminosidade (Alvarenga, 2004; Filgueira, 2008).

A temperatura é o principal fator influenciador no cultivo de tomate (Moraes, 1997; Alvarenga, 2004; Nascimento, 2014), sendo a faixa ótima variando entre 21-28°C durante o dia e 15-20°C de noite. As plantas são resistentes a certa amplitude, porém, abaixo de 10°C, o crescimento pode ser retardado, haver paralisação de absorção de nutrientes, folhas amareladas e hastes quebradiças, além de atrasar a colheita (Naika et al., 2006; Filgueira, 2008). Não obstante, amplitudes acima de 38°C e 40°C prejudicam a conformação das inflorescências, comprometendo a polinização, ocorrendo abortamento de flores, morte prematura das plantas, queima dos frutos, entre outros prejuízos que reduzem a produtividade (Silva & Giordano, 2000; Alvarenga, 2004).

Carvalho et al. (2004) afirmam que a constante variação de umidade e temperatura, aliada a desequilíbrios nutricionais, pode favorecer o surgimento de distúrbios fisiológicos na planta, como a podridão apical dos frutos, bifurcação do racemo, abortamento de flores, frutos rachados, entre outras injúrias.

3.2. Água no rendimento da cultura

3.2.1. Irrigação

O Estado de Goiás tem apenas duas estações sazonais: a estação seca, que tem seu início em geral no mês de abril e se estende até a primeira quinzena de outubro, e a chuvosa, que ocorre geralmente a partir da segunda quinzena de outubro e se estende até março do ano seguinte. Devido a isso, o período de estiagem é limitante à produção agrícola, quando se sabe que a água é um insumo fundamental para o desenvolvimento das plantas dentro de qualquer sistema de produção.

A irrigação tem sido uma estratégia bem sucedida na superação de limitações, como a falta de produção nas regiões de elevados déficits hídricos, como a semiárida, a que pertence o Nordeste brasileiro e ainda em estados que já são tradicionais produtores, mas que enfrentam a dificuldade da escassez de chuvas em certos períodos do ano, o que provoca queda na produção de determinadas espécies (Heinze, 2002).

De acordo com Heinze (2002), a técnica da irrigação reduz o risco tecnológico, decorrente de condições climáticas adversas, e atenua a oscilação da produtividade agrícola, atuando na função de reguladora de ofertas, incrementa ainda a taxa de ocupação e a utilização intensiva de terras, oferecendo durante todo o ano matérias-primas para as agroindústrias e para a exportação. Desse modo, a agricultura irrigada

contribui para ampliar a oferta de alimentos, fibras e, no caso brasileiro, também de biomassa para fins energéticos, além de garantir áreas especializadas na produção de hortícolas e frutícolas para exportação em períodos de entressafra. Assim, a irrigação melhora o salário e a renda e cria ocupação estável no campo, diminuindo o fluxo migratório rural-urbano.

A irrigação é descrita por Sojka et al. (2002) como um conjunto de técnicas que objetivam deslocar a água, no tempo ou no espaço, para corrigir a distribuição natural das chuvas, a fim de aumentar o crescimento e o rendimento das plantas. Ao contrário do que se pensa, essa técnica não se desenvolveu com a sociedade moderna, havendo evidências que mostram sua utilização 6.000 a.C. no Rio Jordão, e que desde então vem sendo aperfeiçoada (Pereira Júnior, 2017). Porém, no Brasil, a produção por cultivos irrigados é relativamente recente, sendo da década de 60 os primeiros registros do início das atividades de irrigação no país (Heinze, 2002).

O avanço nas tecnologias na área da irrigação tem sido tão grande que os ganhos de rendimento agrícola em função do uso desta técnica são da ordem de 200%, quando relacionados ao cultivo tradicional em sequeiro (FAO, 2013). É fato que este crescimento não se deve isoladamente à irrigação, mas ao investimento no processo produtivo como um todo.

Assim sendo, é nítida a importância que a irrigação tem sobre a cadeia produtiva, mas seu uso incorreto torna muitos sistemas produtivos insustentáveis do ponto de vista ambiental. O consumo hídrico mundial atualmente, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO, 2017), divide-se da seguinte forma: 10% para usos urbanos, 20% para atividades industriais e 70% para irrigação. Ainda assim, com o crescimento esperado da população mundial nos próximos anos e o consequente aumento na demanda por alimentos, Davis et al. (2017) afirmam que haverá um incremento em torno de 146% na demanda por água para irrigação no mundo, podendo ocorrer em algumas regiões falta de recursos hídricos.

A necessidade de alcançar alta produtividade vem tornando o uso de fertilizantes e de irrigação cada vez maior pelos produtores que não lançam mão de informações e ajuda técnica, o que, ao invés de favorecer, torna-os vilões quando o uso é indiscriminado, causando impactos prejudiciais na área e no meio ambiente, como, por exemplo, salinização do solo e da água, eutrofização de rios e lagos,

desertificação, influência na fertilidade natural do solo e redução da resistência à invasão biológica (Carruthers et al., 1997; ITPS, 2015).

De acordo com Silva et al. (2013), altos rendimentos são atingidos com a junção de fatores como uma adequada nutrição e abastecimento de água, aliados a uma boa genética e práticas fitossanitárias. Entre esses fatores, a água é o de maior influência no crescimento e desenvolvimento de culturas como o tomate, aumentando a produtividade e melhorando a qualidade da fruta (Rebouças Neto et al., 2017; Viol et al., 2017; Lima Júnior et al., 2011).

Assim, dadas as vantagens do manuseio correto e dados os prejuízos causados pelo mal uso, é necessário um gerenciamento da irrigação no sentido de definir o tipo de irrigação, a quantidade e o tempo de aplicação, com o objetivo de aumentar a produtividade e maximizar a eficiência do uso da água.

3.2.2. Métodos da irrigação na tomaticultura: gotejamento

Os métodos de irrigação utilizados no cultivo de tomateiro podem ser por aspersão, em que se molha toda a parte aérea da planta através de uma chuva artificial que se forma pelo fracionamento do jato de água em gotas; localizada, por gotejamento, em que a água é aplicada diretamente no solo na região das raízes; e por sulco, em que a água é distribuída pelo terreno por meio de canais superficiais, o que favorece o maior surgimento de doenças (Andrade et al., 2017; Pessoa et al., 2016).

A irrigação por gotejamento tem sido utilizada atualmente no cultivo do tomate pela sua capacidade de molhar apenas parte do volume do solo, com menor vazão e pressão, o que permite alta frequência de irrigação, assim mantendo o solo com umidade elevada, sempre próximo à capacidade de campo. O gotejamento influencia no aumento da produtividade da cultura do tomateiro por contribuir para redução do surgimento de doenças nas partes aéreas da olerícola e, conseqüentemente, na redução do consumo de insumos químicos. Além de amortizar perdas por escoamento superficial e percolação, economiza água e energia (Andrade et al., 2017; Pires et al., 2017). No entanto, apesar das vantagens, Andrade et al. (2017) afirmam que no Brasil o gotejamento ainda é pouco utilizado por necessitar de mão de obra eficiente, sendo a área nacional plantada com esse sistema inferior a área de outros países produtores da cultura.

3.2.3. Manejo da irrigação

O manejo da irrigação consiste na determinação do momento, da quantidade e de como aplicar a água dentro de um conceito amplo, e os critérios de manejo de água normalmente utilizados são, na maioria dos casos, embasados em medidas no solo, na planta e na atmosfera. Os critérios que se baseiam em medidas no solo se fundamentam na determinação direta ou indireta do teor de água presente no substrato, enquanto os que são embasados em medidas na planta se estabelecem no monitoramento do potencial hídrico, na resistência estomática, na temperatura da folha por meio de termômetro infravermelho e outros; já os que têm como base o clima variam desde simples medidas de evaporação de água em tanque, como o Classe “A”, até complexas equações para estimativa da evapotranspiração (Pires et al., 1999; Rocha et al., 2003; Marouelli et al., 2011).

O manejo da irrigação via atmosfera pode indicar a quantidade de água a ser repostada através de medida diretas de algumas variáveis climáticas que estimam de forma indireta a evapotranspiração da cultura (ETc), porém este tipo de manejo não indica o momento em que deve ser feita a aplicação. Nesse caso, o momento de irrigar pode ser definido previamente com um turno de rega específico, com base na relação entre a lâmina real de água disponível no solo e ETc (Marouelli et al., 2011).

A ETc é a estimativa da quantidade de água necessária a ser repostada ao solo para que o crescimento e a produtividade se mantenham em condições ideais, livre de doenças, com disponibilidade de nutrientes, para a expressão do seu máximo potencial de produção (Pereira et al., 1997). Ela pode ser definida de forma direta, através da medida de lisímetros, tendo estes aparelhos um alto custo de instalação, ou através de método indireto, que são os coeficientes de cultura (Kc), utilizados no cálculo de estimativa de ETc, conforme a equação 01:

$$ETc = Kc \times ETo$$

(Equação 01)

Em que ETc é a evapotranspiração da cultura (mm d⁻¹); Kc é o coeficiente da cultura (adimensional); e ETo é a evapotranspiração de referência (mm d⁻¹).

De acordo com Pires et al. (2017), o Kc varia de acordo com a espécie, local, clima, práticas culturais, desenvolvimento vegetativo, disponibilidade de água, estágio de desenvolvimento e condições de cultivo. Muitos são os estudos contendo valores de

K_c para as principais culturas, e autores como Doorenbos & Kassan (1994) apresentam as médias dos efeitos conjugados da transpiração da cultura e da evaporação do solo, incluindo efeitos de umedecimento do solo pela irrigação ou precipitação, gerando valores recomendados pela FAO para K_c das culturas ao longo do seu ciclo, podendo estes coeficientes médios ser adotados quando não há dados determinados do local de interesse da pesquisa.

A evapotranspiração de referência (E_{To}) representa, segundo Pereira et al. (1997), a evapotranspiração de um gramado verde, de altura uniforme, que pode ser estimada por vários métodos, dependendo do clima local, finalidade e material meteorológico existente. Pode ser feita por equações simples a complexas, variando o grau de precisão em função da equação escolhida.

A E_{To} também pode ser estimada por meio de tanques de evaporação, nomeado Tanque Classe “A”, evaporímetro útil e eficiente, de medição diária e cálculo relativamente simples (Pires et al., 1999). O tanque classe “A” vem sendo utilizado pelo seu custo reduzido, pela oportunidade de instalação próxima à cultura a ser irrigada, facilidade no manejo e leitura, aliado a estimativas satisfatórias do método (Santos et al., 2004). Apesar das vantagens, ele é passível de erro de leitura, pois, com chuvas intensas, pode ocorrer seu transbordamento. A taxa de evaporação pode ser facilmente obtida e é relacionada com a E_{To} por meio do coeficiente do tanque (K_p), demonstrado na equação 02:

$$E_{To} = K_p \times ECA$$

(Equação 02)

Em que E_{To} é a evapotranspiração de referência (mm d^{-1}); K_p é o coeficiente do tanque classe A; e ECA é a evaporação do tanque classe A (mm d^{-1}).

O K_p do tanque, segundo Cunha (2011) e Oliveira et al. (2017), é determinado em função da velocidade do vento, da umidade relativa do ar e do tamanho da bordadura que o circunda.

3.2.4. Manejo de água nos sistemas agrícolas

De acordo com Doorenbos & Kassam (1994), a necessidade hídrica do tomateiro depende de fatores como a cultivar, o sistema de irrigação adotado e as condições climáticas, demandando entre 400 a 600 mm de água. No sistema de cultivo, o ciclo de

desenvolvimento do tomateiro pode ser dividido em cinco estádios com relação às necessidades hídricas da cultura, segundo Delazari (2014), sendo eles Formação de mudas, Inicial, Vegetativo, Frutificação e Maturação. Alvarenga (2000) afirma que o período de maior demanda de água pelo tomateiro ocorre durante a floração e o crescimento dos frutos.

Filgueira (2008) assegura que para se obter boa produtividade, a disponibilidade hídrica adequada para a cultura de tomate deve ser mantida durante todo o ciclo. Em relação ao tomateiro para processamento industrial, já existem estudos sobre sua sensibilidade a manejos de irrigação em que haja suspensões do abastecimento de água. Lopes (2010) e Moreira et al. (2012) afirmam que, para melhorar a qualidade dos frutos para processamento, é conveniente diminuir o intervalo das irrigações, reduzir a quantidade de água na fase de maturação e antecipar a última irrigação antes da colheita, ainda que esse tipo de manejo, quando não bem estudado, prejudique a produtividade. Em cultivares que têm como destino a indústria, há apenas uma colheita, e os estudos na área buscam encontrar uma combinação entre níveis de irrigação e dias de suspensão antes da colheita, que promova boa relação entre qualidade dos frutos e produtividade da cultura, sem que um fique em detrimento do outro.

Já para cultivares com a finalidade de consumo *in natura*, cuja qualidade visual é ainda mais necessária pela exigência dos consumidores, há uma quantidade relativamente grande de pesquisas que averiguam os níveis de irrigação relacionados às condições edafoclimáticas da região e da cultivar, possibilitando a expressão máxima do seu potencial produtivo, porém poucos são os estudos que visam a avaliar os efeitos de supressão do fornecimento hídrico.

Pesquisas com esse embasamento são de extrema importância já que a questão de disponibilidade dos recursos hídricos é uma preocupação mundial. Segundo Medeiros (2016), várias leis e documentos nacionais e internacionais estão sendo criados com diretrizes para orientar ações para promover a preservação, determinando políticas de uso e conservação desse recurso. Providências estas que garantem uma melhor utilização da água, instituindo a cobrança pelo seu uso. O que não deve ser visto como uma penalidade, mas um instrumento de gestão e planejamento dos recursos hídricos.

A questão financeira preocupa o produtor que busca alternativas mais vantajosas economicamente. Silva et al. (2008) verificaram que a água nesse meio é

muitas vezes considerada um insumo barato e, por isso, são poucos os produtores conscientes que racionalizam o uso deste recurso. Os grandes produtores e a agricultura familiar passam por um rigoroso período de seca, contando, em sua maioria, com o suporte da irrigação para manterem suas lavouras, porém, quando no final do período de estiagem o atraso das chuvas e o prolongamento do período seco tornam os reservatórios praticamente esgotados, o que acarreta prejuízos aos produtores, eles são obrigados a reduzir a irrigação ou até mesmo paralisá-la por completo por falta de recursos hídricos.

Sendo assim, a adoção de técnicas racionais de manejo conservacionista da água é de fundamental importância para a sustentabilidade, de tal forma que se possa, economicamente, manter ao longo do tempo esses recursos com quantidade e qualidade suficientes associados, sem pôr em risco o rendimento das culturas (Wutke et al., 2000).

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Caracterização da área experimental

O experimento foi conduzido de julho a outubro de 2017, na Fazenda Córrego da União, propriedade particular do produtor Edgard de Assis, situada no Município de Ceres-GO, Rodovia GO-154, km 2, Zona Rural, localizada a 15° 19' 45,90" Sul, 49° 37' 54,45" Oeste e 594,45 m de altitude. O solo da área experimental é classificado como Latossolo, solo predominante do cerrado. Apresenta um clima tropical, com predomínio de inverno seco e verão chuvoso, classificado como Aw, de acordo com Köpen e Geiger, sendo 24,6 °C e 1601mm a temperatura e a pluviosidade média anual, respectivamente.

Os dados de evapotranspiração e pluviosidade foram coletados no local do experimento durante todo período de implantação do projeto, com auxílio de um minitanque e de um pluviômetro. Os dados de temperatura mínima e máxima (°C) estão de acordo o Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet) (Figura 1). Durante o período do experimento, a precipitação total foi de 73 mm, a temperatura média mínima foi de 22,9° C e a máxima, de 24,9°C.

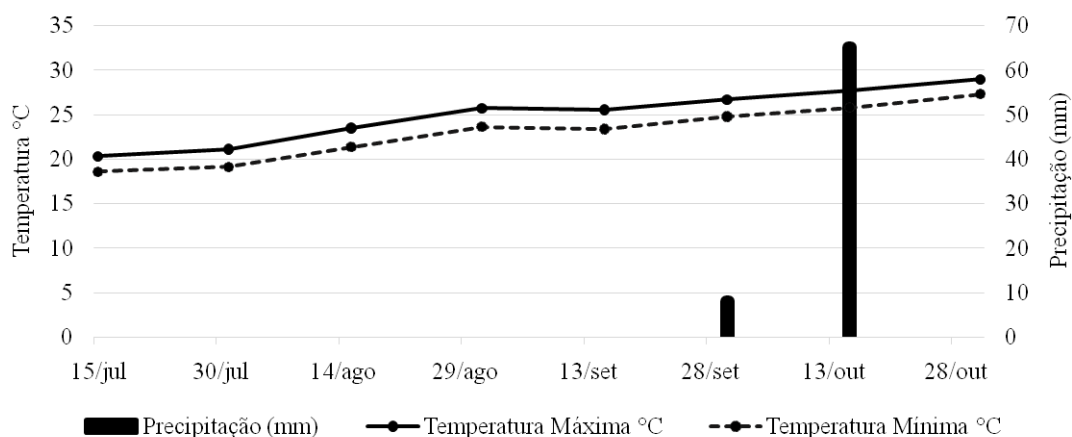


Figura 1: Índices de precipitação e temperaturas diárias, máxima e mínima, registrados durante o experimento. Fonte: Inmet, 2017. Ceres-GO, 2017

4.2. Delineamento experimental

O delineamento estatístico utilizado foi de blocos casualizados (DBC), organizados em esquema de parcelas subdivididas 5 x 4, consistindo de cinco lâminas, 40, 55, 70, 85 e 100% da reposição da ETc e de quatro épocas de supressão da irrigação, 90, 100, 110 e 120 dias após o plantio (DAP), com quatro repetições, totalizando 80 unidades experimentais.

Os tratamentos foram distribuídos aleatoriamente dentro da área experimental. Cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas de quatro plantas cada, considerando área útil apenas as duas linhas centrais. As subparcelas foram compostas por duas plantas úteis para avaliação. O experimento comportou um total de 320 plantas, perfazendo uma área de 598 m² (18 m x 33,2m).

4.3. Preparo de solo e adubação

Inicialmente foi feito o preparo de solo de forma convencional, com uma aração e uma gradagem para destorroamento e nivelamento, com o objetivo de homogeneização da área. Este tipo de preparo também permite o controle mecânico da população inicial de plantas daninhas, além de fornecer condições ótimas para o estabelecimento das plântulas.

Antes da instalação do experimento, foram feitas as análises química e de granulometria, conforme metodologia descrita em Embrapa (1997), de amostras das

camadas de 0-20 cm e de 20-40 cm de profundidades para caracterização inicial de fertilidade e posteriores adubações (Tabela 1).

Tabela 1: Resultado de Análise química e física do solo da área experimental, em Ceres, GO, 2017

Prof. (cm)	pH CaCl ₂	Análise Química								Granulométrica		
		Mat. Org.	P (melich)	K	Ca	Mg	S	Al	H+Al	Areia	Silte	Argila
		g kg ⁻¹	mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³	mg dm ⁻³cmol _c dm ⁻³cmol _c dm ⁻³	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹
0 – 20	4,43	12,23	25,35	0,36	3,40	1,50	3,89	0,10	2,00	187	100	713
20–40	4,77	10,98	20,91	0,28	3,10	1,20	3,22	0,20	2,80	150	110	740

Metodologia utilizada: pH em Cloreto de Cálcio; H+Al- Extração com Acetato de Cálcio; Fósforo, Potássio- Extração com Solução de Mehlich; Cálcio, Magnésio e Alumínio- Extração com KCl 1M.

O preparo dos sulcos (Figura 2C) foi feito posteriormente à gradagem e efetuada a adubação, considerando a análise de solo. A adubação foi feita conforme recomendações da 5^o Aproximação do Estado de Minas Gerais. Não houve necessidade de aplicação de calcário, pois os teores de cálcio e magnésio estavam num nível considerado bom, além da saturação por bases do solo, na camada de 0 a 20 cm, estar a 72%, quando o recomendado é acima de 70%.

De acordo com a análise, o solo não estava deficiente em fósforo e potássio, porém, para garantir a produtividade esperada, foram aplicados: 69 kg ha⁻¹ de N; 699 kg ha⁻¹ de P₂O₅; 173 kg ha⁻¹ de K₂O; 291 kg ha⁻¹ de Ca; 72 kg ha⁻¹ de Mg; 41 kg ha⁻¹ de S; 1,83 kg ha⁻¹ de B; 0,51 kg ha⁻¹ de Cu; 4,12 kg ha⁻¹ de Mn; 10,2 kg ha⁻¹ de Zn; e 103 kg ha⁻¹ de Si. Foram utilizadas as seguintes fontes: formulado de NPK, 4-30-10 e Yorin, nas proporções que atendessem as necessidades da cultura (Figura 2B).

A adubação de base foi feita manualmente, diretamente nos sulcos abertos com cerca de 15 cm de profundidade, distribuída uniformemente ao logo da linha (Figura 2E).

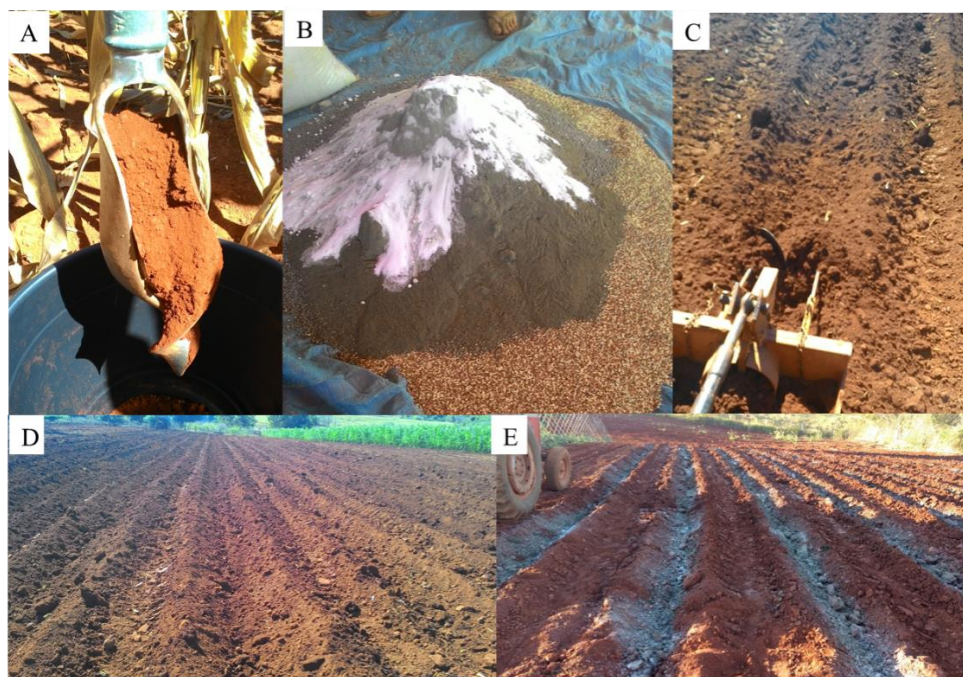


Figura 2: A: Coleta da amostra de solo na área experimental para análise química e física; B: Mistura do adubo recomendado de acordo com a análise de solo; C: Preparação dos sulcos; D: Sulcos de plantio da área prontos; E: Aplicação de adubo feito diretamente no sulco de plantio. Fonte: Autor do trabalho, Ceres, GO, 2017

4.4. Instalação da cultura

Foram utilizadas sementes de uma cultivar de tomate de crescimento determinado, da Horticerres Sementes Ltda., plantadas em bandejas para mudas com 128 células, utilizando substrato para hortaliças. Trata-se de uma planta com hábito de crescimento determinado, boa cobertura foliar e porte médio. Apresenta dupla aptidão, sendo recomendada tanto para consumo *in natura* quanto para indústria. Tem maturação concentrada, em decorrência de seu ciclo mais curto, sendo altamente produtiva. Os frutos têm formato “quadrado”, biloculares, de polpa espessa, coloração vermelha intensa, firmes e saborosos, pesando em média 0,6 kg, com teor médio de sólidos solúveis entre 4,5 e 5,5 ° Brix. Tem resistência a doenças como a Pinta Preta (*Alternaria solani*), Murcha de Fusarium (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici*, raça 1), Nematóide (*Meloidogyne* spp), Murcha de Verticillium (*Verticillium dahliae*, raça 1) e Mancha de Estenfílio (*Stemphylium solani*). O transplante foi feito nos dias 08 e 09 de julho de 2017, 25 dias após a semeadura, nos sulcos previamente preparados e

adubados, como dito anteriormente (Figura 3A). As mudas foram dispostas espaçadas 0,6 m entre plantas e 1,5 m entre linhas (Figura 3B).

As plantas foram conduzidas com tutoramento, utilizando bambu, de forma que o amarrado não causasse o estrangulamento do caule (Figura 3C). Foram feitas desbrotas semanais dos brotos laterais que surgem nas axilas de cada folha para reduzir a competitividade por assimilados e facilitar a aeração, auxiliando no controle fitossanitário.

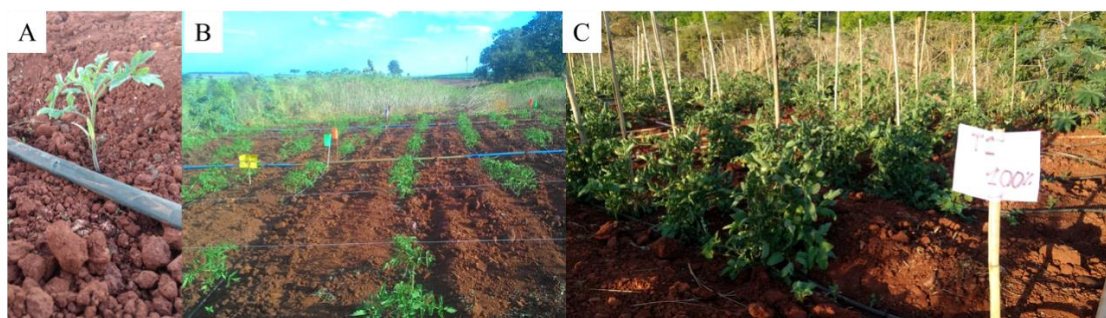


Figura 3: A: Transplântio das mudas de tomate; B: Disposição das plantas no espaçamento; C: Tutoramento utilizado para amarrido das plantas. Fonte: Autor do trabalho, Ceres, GO, 2017

4.5. Condução da cultura

O manejo fitossanitário foi feito de modo que a cultura se mantivesse livre de plantas daninhas, pragas e doenças, podendo expressar seu máximo potencial produtivo, sendo as diferenças decorrentes apenas dos tratamentos testados.

O controle de plantas daninhas foi feito manualmente durante todo o período do experimento. A capina manual foi possível por causa da baixa incidência de invasoras na rea. Para controle de pragas e doenças, as aplicações foram de forma preventiva, alternando princípios ativos e grupos químicos sempre que possível, com aplicações em datas predefinidas (Tabela 2) através de pulverizações foliares com bomba costal.

Tabela 2: Cronograma de execução do manejo fitossanitário feito no cultivo do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão em Ceres- GO, 2017

Controle	Produto	Dose	Data	DAT
Mosca branca	Acehero	0,5-1,0 kg ha ⁻¹	10; 18/07/2017 e 05/08/2017	1; 10; 28
Mosca branca	Chess	40g 100L ⁻¹	10; 18/07/2017 e 05/08/2017	1; 10; 28
Tripes e Mosca branca	Evidence	300g 300L ⁻¹	18/07/2017 e 05/08/2017	10; 28
Mosca minadora	Trigard	15g 100L ⁻¹	18/07/2017 e 05/08/2017	10; 28
Broca pequena do fruto e Tripes	Brilhante	100ml 100L ⁻¹	30/08/2017 e 13/09/2017	53; 67
Broca grande do fruto	KarateZeon	50ml 100L ⁻¹	30/08/2017 e 13/09/2017	53; 67
Requeima	Ridomil	300ml 100L ⁻¹	30/08/2017 e 13/09/2017	53; 67

DAT= Dias após o transplântio

Na adubação de cobertura, foram aplicados 84 kg ha⁻¹ de N e 148 kg ha⁻¹ de Ca, utilizando como fonte, Ureia e Calcinit, respectivamente. Toda a adubação de cobertura foi feita via fertirrigação, sendo a dosagem de N dividida em duas: a primeira aos 28 dias após o transplante (DAT) das mudas e a segunda aos 42 DAT. De maneira semelhante, a aplicação do Ca foi parcelada em quatro aplicações, aos 55, 59, 61 e 63 DAT, momento em que a produção se iniciava.

Foram feitas quatro colheitas manualmente a cada nove dias após a suspensão das irrigações, aos 99, 109, 119 e 129 DAP. Foram colhidas apenas as frutas das duas plantas úteis de cada subparcela, no estágio “pintando”, quando começavam a apresentar o ápice com coloração avermelhada.

4.6. Manejo da irrigação

A irrigação utilizada no experimento foi do tipo localizada por gotejamento (Figura 4A). A mangueira gotejadora foi instalada no sulco de plantio, com emissores tipo pastilha, espaçados a 0,2 m, com vazão de 1,6 L h⁻¹. Nos primeiros 26 dias após o transplântio (DAP), todos os tratamentos receberam a mesma irrigação, com 100% da ETo diária, com o objetivo de pegamento das mudas e desenvolvimento uniforme das plantas.

Após este período, iniciou-se a diferenciação dos tratamentos, passando o turno de rega ser de dois dias, somando as ETo dos dias sem irrigação, ajustadas a seu respectivo tratamento. As leituras de evaporação foram feitas diariamente a partir de um minitank instalado no experimento (Figura 4B) em correlação com as leituras diárias

feitas no tanque Classe A, instalado na Estação Meteorológica do Instituto Federal Goiano- Campus Ceres, cerca de 3 km do lugar onde o experimento foi instalado.

Além da leitura da evapotranspiração, da quantidade de água a ser reposta, também foi levado em consideração o coeficiente da cultura (K_c), que muda de acordo com os estádios de desenvolvimento da planta (Tabela 3).

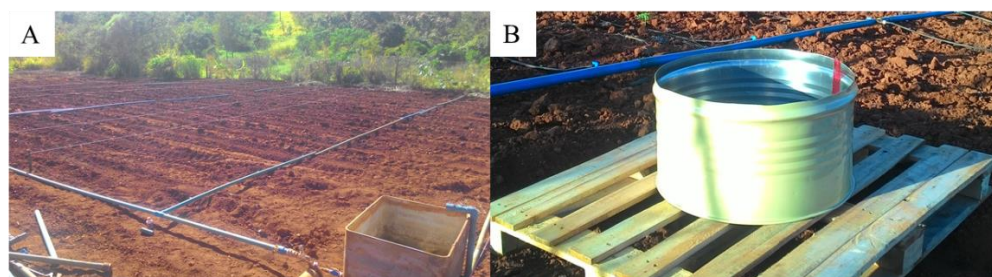


Figura 4: A: Montagem do sistema de irrigação do experimento; B: Minitanque instalado dentro da área do experimento para leitura da evaporação diária. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017

Tabela 3: Coeficientes médios da cultura de tomate, para diferentes estádios de desenvolvimento. Ceres, GO, 2017

Estádios	Duração (DAT*)	Doorenbos & Kassam (1994)
Inicial	1 a 10	0,4 – 0,5
Desenvolvimento	11 a 30	0,7 – 0,8
Intermediário	31 a 60	1,05 – 1,25
Final	61 a 90	0,8 – 0,9
Colheita	90 ao final	0,6 – 0,65

*Dias após o transplântio

A uniformidade de distribuição de água foi determinada utilizando a metodologia proposta por Keller & Karmeli (1975), modificada para melhor adaptação às condições deste experimento, que conta com linhas laterais curtas. O teste foi feito em dois gotejadores de todas as linhas centrais de cada subparcela, com um tempo de coleta de 5 minutos e pressão no início da linha principal de 10 mca. A uniformidade da irrigação foi expressa pelo coeficiente de uniformidade de distribuição (CUD), utilizando a equação 03:

$$CUD = 100 \cdot \left(\frac{q_{25\%}}{q_{med}} \right)$$

(Equação 03)

Em que $q_{25\%}$ é a média de $\frac{1}{4}$ das menores vazões coletadas ($L h^{-1}$); e q é a média de todas as vazões coletadas ($L h^{-1}$).

O valor de CUD encontrado com as respectivas vazões dos gotejadores foi de 91% de uniformidade. De acordo com Mantovani (2001), resultados a partir de 84% são excelentes, sendo a uniformidade encontrada dentro deste padrão.

Na determinação da área molhada, utilizou-se a metodologia proposta por Merriam & Keller (1978), consistindo na determinação do bulbo úmido formado pelo emissor, após a conclusão da irrigação, em pontos predeterminados na área. Foram cavadas pequenas trincheiras junto aos pontos para estimar a real extensão do bulbo formado. Para o tempo de 30 minutos, com vazão de $1,6 \text{ L h}^{-1}$, encontrou-se 0,41 m de diâmetro médio e 0,30 m de profundidade. A porcentagem de área molhada foi estimada, dividindo a área do bulbo formado pelo espaçamento entre emissores e as linhas laterais.

4.7. Variáveis analisadas

4.7.1. Número de flores por planta, Número de cachos por planta, Número de flores por cacho e Taxa de abortamento de flores.

As avaliações do número médio de flores por planta (NF) e do número médio de cachos por planta (NC) foram feitas semanalmente, consistindo na contagem total de inflorescências e flores das duas plantas úteis de cada tratamento dentro do bloco, com resultados expressos por planta.

O número médio de flores por cacho (FLC) foi feito após todas as avaliações, determinado com base na relação entre o número médio de flores totais por planta e o número médio de inflorescências por planta, com resultado expresso por planta (Figura 5).

A taxa de abortamento de flores (%FA) foi quantificada após o final das colheitas, quando já se obtinha o número médio total de frutos produzidos, levando em consideração a relação entre o número médio total de flores por planta e o número médio de frutos totais por planta (independentemente das suas características, comerciais ou não), com resultado expresso em porcentagem por planta (%).



Figura 5: Contagem do número de flores por planta e por cacho de tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017

4.7.2. Comprimento de fruto, largura de fruto, espessura da parede do fruto e número de lóculos do fruto.

Para caracterização de frutos, as análises foram feitas em uma amostra de pelo menos 80% de frutos considerados comerciais por características predeterminadas, escolhidos aleatoriamente em cada subparcela.

A avaliação do comprimento (CF) e da largura (LF) do fruto foi determinada em função do diâmetro longitudinal (Figura 6A) e transversal do fruto (Figura 6B) com o uso de um paquímetro universal, com os resultados expressos em milímetros.

A espessura da parede (EP) foi feita após o corte transversal dos frutos, com o auxílio do paquímetro universal (Figura 6C) medindo-se a espessura da sua parede, com resultados expressos em milímetros.

O número de lóculos por fruto (NLF) foi obtido pela avaliação visual através da contagem de lóculos de cada fruto, após seu corte transversal, com resultado expresso por fruto.

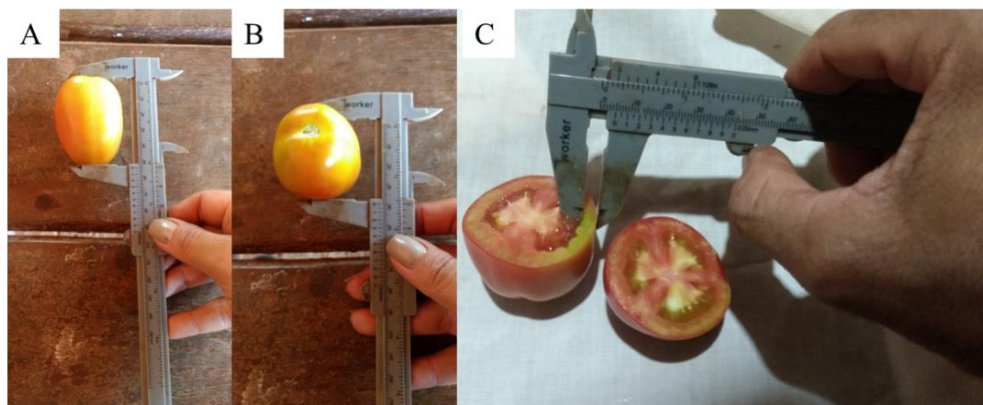


Figura 6: Medição do comprimento longitudinal do fruto; B: Medição do comprimento transversal do fruto; C: Medição da espessura da parede do fruto. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017

4.7.3. Número de frutos por planta, Número de frutos por cacho e Massa média de fruto.

O número médio de frutos por planta (FP) foi obtido pela contagem dos frutos de cada tratamento, dividindo-se pela quantidade de plantas avaliadas, com resultado expresso por planta.

O número de frutos por cacho (FRC) foi determinado com base na relação entre o número médio de frutos por planta e o número médio de inflorescências por planta, com resultado expresso por planta.

A Massa média de fruto (MM) leva em consideração a relação entre a produção comercial de frutos e o número de frutos comerciais, em termos médios, com resultado expresso em gramas por fruto.

4.7.4. Produtividade total, produtividade comercial e não comercial e número médio de frutos por planta.

A produtividade total de frutos (PT) foi obtida pela massa total dos frutos de cada tratamento (somatória de produtividade de frutos comerciais e não comerciais), com resultados em toneladas por hectare.

A produtividade comercial de frutos (PC) foi obtida pela massa total de frutos com diâmetro transversal maior que 33 mm e sem defeitos (sem aparentes sintomas de

doenças, pragas, distúrbios fisiológicos e/ou danos físicos), sendo o resultado expresso em toneladas por hectare.

A produtividade de frutos não comercializáveis (PNC) foi obtida pela massa total de frutos com diâmetro transversal menor que 33 mm e com defeitos (com aparentes sintomas de doenças, pragas, distúrbios fisiológicos e/ou danos físicos), sendo o resultado expresso em toneladas por hectare.

4.7.5. Análise Estatística

As variáveis avaliadas foram submetidas à análise de variância, pelo teste F, em níveis de 1 e 5% de probabilidade, utilizando o software SISVAR (Sistema de Análise de Variância). Para as variáveis em que houve efeito de tratamentos, aplicou-se a análise de regressão polinomial. Para a escolha do modelo de regressão, foram adotados os seguintes critérios: nível de significância de até 5% de probabilidade pelo teste F e o maior coeficiente de determinação (R^2).

Quando necessário, os dados foram transformados em \sqrt{x} ou $\sqrt{x+1}$ para redução do coeficiente de variação.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 4 mostra as lâminas de água aplicadas durante o ciclo da cultura do tomateiro.

Tabela 4: Consumo hídrico total em milímetros (mm) das lâminas de reposição de acordo com a ETc e níveis de supressão em tomateiro, Ceres-GO, 2017

DAP	Consumo hídrico total (mm)				
	Lâminas de reposição				
	100%	85%	70%	55%	40%
90	530,98	451,333	371,686	292,039	212,392
100	629,28	534,888	440,496	346,104	251,712
110	727,88	618,698	509,516	400,334	291,152
120	826,48	702,508	578,536	454,564	330,592

Do total de água aplicada na irrigação, especificamente 156 mm foram aplicados nos primeiros 26 DAT, período destinado ao pegamento das mudas. Houve apenas dois eventos de chuva no final do ciclo, que, somados, totalizaram 72 mm de precipitação. Foram feitas 19, 24, 29 e 34 irrigações nos tratamentos referentes à supressão hídrica 90, 100, 110 e 120 DAP, respectivamente, a partir do início da diferenciação dos tratamentos. A maior lâmina aplicada foi no tratamento de reposição de 100% da ETc e supressão aos 120 DAP com 826,48 mm.

Consumo hídrico semelhante foi constatado por Koetz et al. (2010), ao analisar o híbrido Heinz 9498, na região de Rio Verde-GO, tendo encontrado volume de 732,2 mm por planta, quando foram aplicadas lâminas de 100% da ETc.

Por outro lado, Silva et al. (2014) verificaram 548 mm ciclo⁻¹ por planta ao aplicar lâmina de 100% da ETc nas condições da Paraíba. Provavelmente essa variação no volume de água verificado nos trabalhos possa ser explicada pelas diferenças climáticas de cada região onde foram feitas as pesquisas.

5.1. Número de flores, número de cachos, número de flores por cacho e porcentagem de flores abortadas de tomateiro

Nenhuma das variáveis avaliadas apresentou interação significativa. Houve diferença significativa a 5% de probabilidade para o fator isolado reposição hídrica nas variáveis número de flores por planta e número de cachos por planta (Tabela 5). Já as variáveis número de flores por cacho e porcentagem de flores abortadas não diferiram significativamente em nenhuma das fontes de variação.

Tabela 5: Resumo da análise de variância para número de flores por planta (NF), número de cachos por planta (NC), número de flores por cacho (FLC) e porcentagem de flores abortadas (%FA) de tomateiro, usando diferentes reposições hídricas e época de supressão de irrigação, Ceres-GO, 2017

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		NF ¹	NC ¹	FLC	% FA ¹
Reposição (RH)	4	3,764*	0,57*	0,21ns	1,23ns
Blocos	3	1,363ns	0,06ns	5,78*	4,47ns
Resíduo (a)	12	0,945	0,18	1,33	1,92
Época(E)	3	0,222ns	0,01ns	1,89ns	0,46ns
Interação RH x E	12	0,457ns	0,11ns	2,33ns	0,68ns
Resíduo (b)	45	0,748	0,11	1,82	1,44
CV (a)		16,35	19,40	15,75	19,77
CV (b)		14,55	14,95	18,42	17,11

** e * significativo no teste F ao 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ns não significativo a 5% de probabilidade no teste F. ¹ Dados transformado em \sqrt{x} .

Os resultados mostram tendência de o número de flores por planta e de o número de cachos por planta serem menores de acordo com a redução da reposição hídrica. O maior e o menor número de flores por planta foram estimados segundo uma equação linear positiva de 43,17 e 29,38 flores, alcançados com reposição de 100% e de 40% da ETc, respectivamente (Figura 7A) obtendo um acréscimo de 3,45 flores quando se acrescenta 15% da reposição hídrica. De forma semelhante, ocorre no número de inflorescência por planta, em que se estima, de acordo com a equação de regressão, um acréscimo de 18,30% para cada aumento de 15% na reposição hídrica, sendo na reposição de 100% estimada uma média de 6,06 cachos e na reposição de 40%, 4,06 cachos por planta (Figura 7B).

Os dados encontrados corroboram os de Silva et al. (2014), na região de Campina Grande-PB, em relação ao efeito linear da reposição hídrica na quantidade de flores da planta de tomateiro, sendo que a maior lâmina testada pelo autor, 150% da

ETo, proporcionou o maior número de flores. Similarmente, Silva et al. (2013), trabalhando com a cultivar “Caline Ipa”, encontraram comportamento linear do número de flores acompanhando o aumento da lâmina irrigada (33 a 166% da ETc).

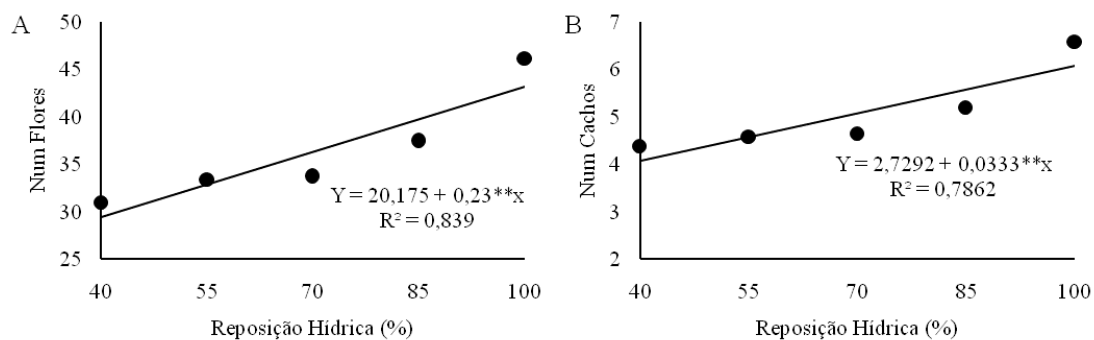


Figura 7: Número de flores por planta (A) e Número de cachos por planta (B) do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão, Ceres-GO, 2017

No presente estudo, a taxa de abortamento manteve-se em torno de 50% em todos os tratamentos avaliados. Este fato pode ser devido à temperatura favorável à fertilização durante a condução do experimento, mantendo-se abaixo de 30°C (Figura 1) uma vez que, segundo Gusmão et al. (2006), temperaturas acima de 30°C já são consideradas limitantes ao desenvolvimento e à produção do tomateiro e acima de 32°C podem provocar queda das flores, pois torna o pólen inviável, não havendo fertilização.

Resultados divergentes foram encontrados por Silva (2017), quando verificou que o déficit hídrico diminuiu o número de flores por cacho e aumentou a taxa de abortamento de flores em estudos feitos por dois anos consecutivos. Silva et al. (2013), também discordando desta pesquisa, apontaram que a taxa de abortamento de flores teve o mesmo comportamento, aumentando de 54% para 76%, da mais baixa para a mais alta lâmina.

5.2. Componentes de Produção de tomateiro

5.2.1. Comprimento do fruto, largura do fruto, espessura da parede do fruto e número de lóculos de frutos de tomateiro.

Em relação às características físicas do fruto (Tabela 6), não houve interação significativa entre os fatores, porém a reposição hídrica foi significativa a 1% de probabilidade para as variáveis comprimento e largura do fruto e espessura da parede do fruto. O fator época de supressão também foi significativo para comprimento e largura do fruto. O número de lóculos do fruto não sofreu influência significativa dos fatores.

Tabela 6: Resumo da análise de variância para comprimento de fruto (CF), largura de fruto (LF), espessura da parede do fruto (EP) e número de lóculos do fruto (NLF) de tomate, usando diferentes reposições hídricas e época de supressão de irrigação, Ceres- GO, 2017

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio			
		CF	LF	EP	NLF
Reposição (RH)	4	592,54**	364,27**	4,07**	0,45ns
Blocos	3	241,86ns	176,12ns	0,23ns	0,61ns
Resíduo (a)	12	67,86	65,19	0,55	0,26
Época (E)	3	194,19*	135,09**	0,75ns	0,57ns
Interação RH x E	12	77,68ns	55,08ns	0,93ns	0,29ns
Resíduo (b)	45	50,18	30,71	0,58	0,24
CV (a)		19,94	21,39	17,40	20,69
CV (b)		17,15	14,68	17,89	20,03

** e * significativo no teste F ao 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ns não significativo a 5% de probabilidade no teste F.

O comprimento do fruto do tomateiro (Figura 8A) e sua largura (Figura 8B), foram afetados de forma isolada pelas épocas de supressão, sendo observado um acréscimo, estimado pela equação de regressão com ajuste linear crescente, de 1,09 e 1,11%, para cada dia a mais de irrigação, para o comprimento e largura dos frutos, respectivamente. Pelos resultados, pode-se afirmar que as plantas de tomateiros continuam o seu desenvolvimento até o final do seu ciclo, à medida que são oferecidas condições hídricas suficientes. Da mesma forma, Garcia (2015) explica que a redução no tamanho dos frutos quando as plantas são submetida à suspensão de irrigação precoce é causada pela redução da fotossíntese em função do déficit hídrico, ocorrendo fechamento dos estômatos e diminuição dos fotoassimilados nas folhas. Assim, as atividades fisiológicas das plantas são reduzidas, incluindo o crescimento e a divisão celular.

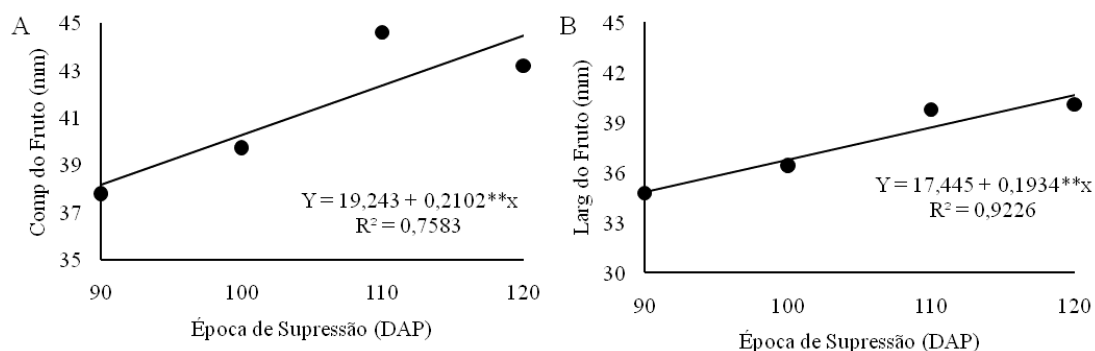


Figura 8: Comprimento do fruto (A) e Largura do fruto (B) do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e a épocas de supressão, Ceres-GO, 2017

Ainda, segundo Garcia (2015), ao estudar diferentes épocas de supressão hídrica em abobrinha, verificou que quanto mais tarde foi aplicada a supressão, maiores valores de comprimento de fruto de abobrinha foram encontrados, apresentando comportamento linear crescente.

Araújo (2014), avaliando duas cultivares de feijão na região de Fortaleza-CE, também identificou que o déficit hídrico proporcionou menores valores de comprimento de vagem, que aumentou com a aplicação da irrigação plena. Freitas et al. (2010), ao avaliarem três cultivares de mamona, afirmam ter observado menores valores de comprimento do racemo quando submetidos a déficit hídrico.

Azevedo et al. (2014) concluíram que o tamanho das vagens do amendoineiro variam em função do momento de supressão da irrigação, sendo os piores valores encontrados nas suspensões feitas prematuramente no ciclo produtivo. Soares et al. (2011) afirmam que a escassez de água no período de floração reduz o tamanho dos frutos de tomateiro.

Os resultados apontam um comportamento linear crescente das características comprimento e largura do fruto e espessura da parede do fruto em função do aumento da reposição hídrica. O comprimento do fruto encontrado para a reposição hídrica de 40% da ETc foi estimado em 34,10 mm (Figura 9A) ao passo que, na reposição hídrica de 100% da ETc, foi estimado um comprimento de fruto de 48,52 mm, tendo um crescimento de 3,6 mm no diâmetro longitudinal a cada 15% acrescidos na reposição hídrica (Figura 9A).

A largura do fruto obteve um crescimento estimado de 2,77 mm, de uma reposição hídrica testada para outra, passando de 32,22mm na reposição mais baixa

(40% da ETc) para 43,28mm na mais alta (Figura 9B). O diâmetro transversal do fruto é uma variável importante a ser analisada, pois é nela que se baseia, entre outras características consideradas, o padrão destinado ao comércio.

Da mesma forma, Silva et al. (2013) constataram ajuste linear crescente para o diâmetro longitudinal e transversal do fruto de tomate, alcançando valores máximos na reposição de 166% em ambas as variáveis. Rebouças Neto et al. (2017), analisando a cultura do tomateiro por dois anos seguidos, encontraram em ambos o comportamento linear para comprimento e largura do fruto, sendo o valor mais baixo encontrado na lâmina de 30% e o mais alto na de 120%. Pavão (2016), avaliando a produção de citrus sob déficit hídrico, observou menor diâmetro transversal do fruto, utilizando a lâmina de 25% da ETc, corroborando os resultados desta pesquisa.

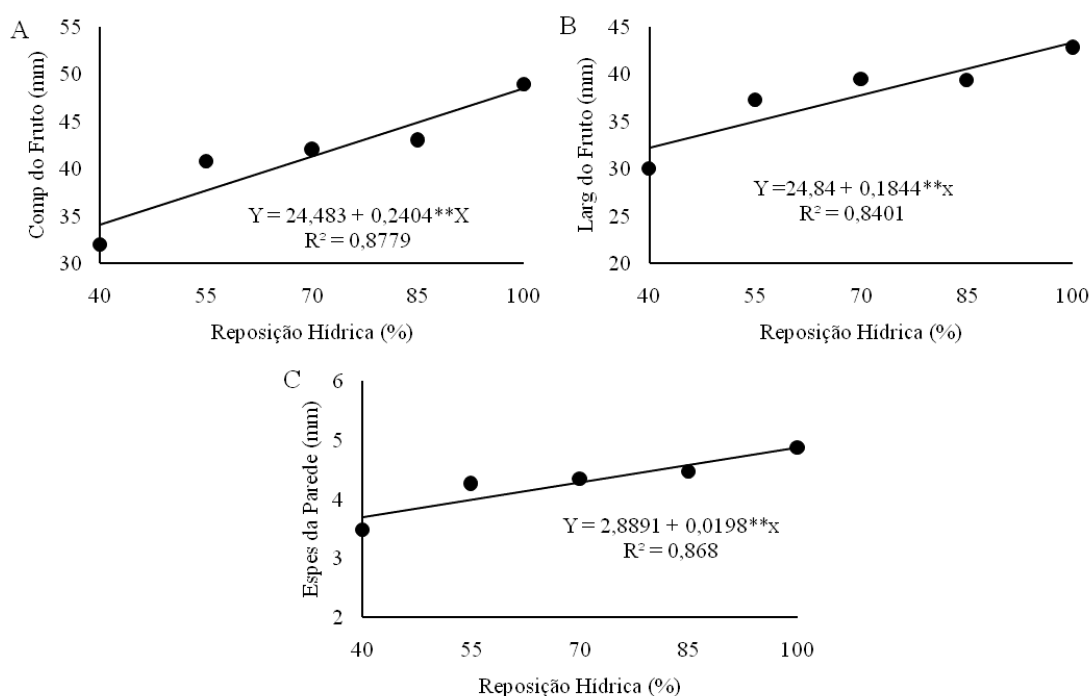


Figura 9: Comprimento do fruto (A), Largura do fruto (B) e Espessura da parede do fruto (C) do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão, Ceres-GO, 2017

Taiz e Zeiger (2009) ressaltam que a redução na taxa de divisão e de alongamento de células é recorrente em situações de déficit hídrico. Loos et al. (2009) citam diversos fatores que interferem na qualidade dos frutos de tomateiro, tanto abióticos como bióticos, ressaltando o estresse causado pela redução nos níveis de água. Lima (2014), contudo, observou que não houve incremento no diâmetro dos frutos submetidos ao aumento da lâmina de irrigação, divergindo dos resultados encontrados

no presente estudo. Porém, a produção de frutos médios, os mais aceitos no mercado, foram encontrados na lâmina de 100% da ETo.

Em dois anos de estudo, Silva (2017) notou que, no primeiro ano de experimento, as lâminas crescentes proporcionaram efeito linear positivo no diâmetro transversal e longitudinal dos frutos, o que não ocorreu no segundo ano, em que os níveis de irrigação não influenciaram estes parâmetros.

Quanto à espessura da parede do fruto (Figura 9C) a análise de regressão apresenta comportamento linear crescente em função do aumento da reposição hídrica, com uma média estimada de 4,86 mm na menor reposição e de 6,68 mm na maior reposição hídrica, verificando um acréscimo de 0,68% para cada unidade aumentada na reposição hídrica, comprovando o que Silva (2012) relata que, além da genética e da nutrição da planta, a disponibilidade de água no solo interfere diretamente na firmeza dos frutos.

Cantuário (2012) afirma ter encontrado, em sua primeira colheita, frutos de pimentão com menor espessura de casca no tratamento com maior déficit hídrico, quando comparado ao de maior disponibilidade de água, ao contrário de Garcia (2015), que analisou o comportamento da abobrinha frente a diferentes momentos de suspensões das irrigações e não observou diferença estatística.

Segundo Shirahige (2009), a espessura da parede do fruto é um atributo importante para a conservação pós-colheita em tomate tipo mesa, pois paredes mais grossas atribuem ao fruto maior firmeza e ficam menos sujeitos ao murchamento, aumentando sua vida útil. Ferreira (2004) ainda afirma que frutos mais firmes exercem um relevante papel no incremento da produtividade e qualidade do tomate produzido no Brasil, proporcionando menor risco de perda por danos no processo de embalagem, transporte e comercialização.

O número de lóculos dos frutos de tomateiro não apresentou significância para nenhum dos tratamentos avaliados, mostrando não ter sofrido influência desses tratamentos. A variável manteve média de 2,5 lóculos por fruto, independentemente do tratamento. Longatti (2017) reitera que esta característica é intrínseca à genética da cultivar em questão, sendo inerente a ela a expressão do número de lóculos.

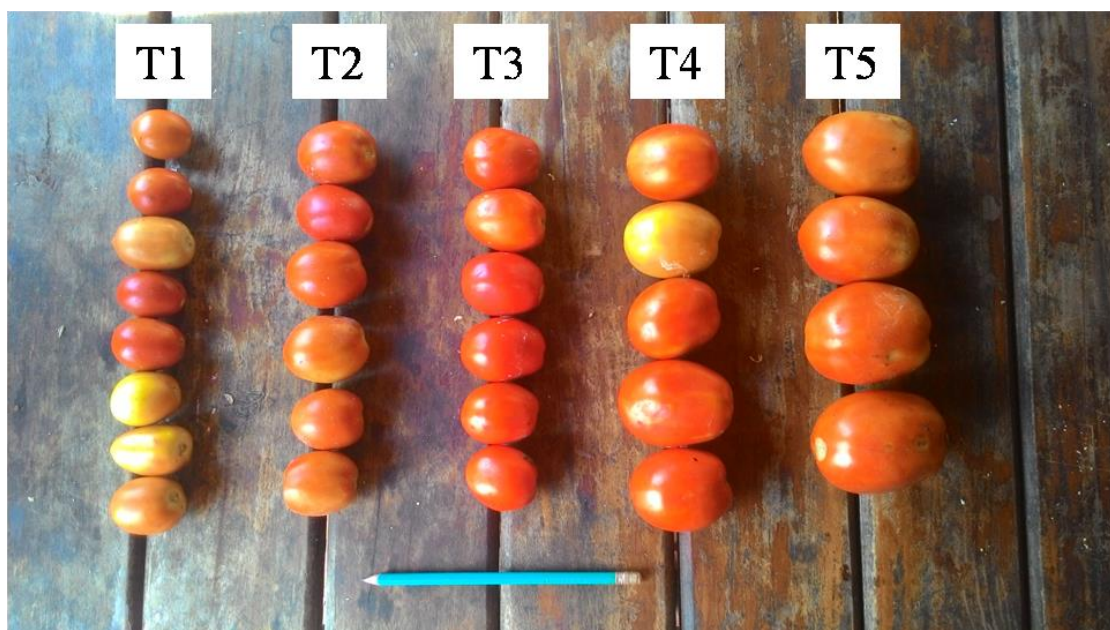


Figura 10: Avaliação de comprimento e largura do fruto de tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017

5.2.2. Número de frutos por planta, número de frutos por cacho e massa média de fruto de tomateiro

Não houve interações significativas para as variáveis avaliadas. As variáveis número de frutos por planta e número de frutos por cacho não mostraram influência significativa para nenhum dos fatores (Tabela 7). Este resultado pode ser explicado como um mecanismo de resistência à seca, produzindo frutos em quantidade, porém com menor tamanho e qualidade. Os fatores isolados apresentaram significância a 1% de probabilidade na variável massa média do fruto.

Tabela 7: Resumo da análise de variância para número de frutos por planta (FP), número de frutos por cacho (FRC) e massa média de fruto (MM) do tomateiro, usando diferentes reposições hídricas e época de supressão de irrigação, Ceres-GO, 2017

GL	Quadrados Médios
----	------------------

Fonte de Variação		FP ¹	FRC ²	MM
Reposição (RH)	4	1,52ns	0,06ns	573,36**
Blocos	3	1,54ns	0,40ns	207,43ns
Resíduo (a)	12	0,53	0,16	103,71
Época (E)	3	0,11ns	0,02ns	171,71**
Interação RH x E	12	0,27ns	0,11ns	66,55ns
Resíduo (b)	45	0,14	0,13	34,16
CV (a)		17,23	21,64	28,23
CV (b)		9,06	19,61	16,20

** e * significativo no teste F ao 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ns não significativo a 5% de probabilidade no teste F. ¹Dados transformados em $\sqrt{X+1}$; ²Dados transformados em \sqrt{X} .



Figura 11: Acompanhamento do número de frutos por cacho dos tratamentos de tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas e épocas de supressão. Fonte: Autora do trabalho, Ceres-GO, 2017

Resultados divergentes foram observados por Mendonça (2017), que encontrou menores números de frutos por plantas nos tratamentos submetidos a irrigações deficitárias. Araújo (2014), avaliando a produção de feijão-caupi cultivado com déficit hídrico, encontrou diferença significativa entre os tratamentos e a

testemunha cultivada sob irrigação plena em número de vagens por planta e número de grãos por vagem, divergindo dos resultados obtidos neste trabalho.

O fator reposição hídrica (Figura 12A) e épocas de supressão (Figura 12B) mostraram comportamento linear crescente para a variável massa média do fruto, de forma que as maiores médias estimadas ocorreram nas parcelas referentes à reposição hídrica de 100% da ETc (43,08 g fruto⁻¹) e na época de suspensão 120 DAP (39,26 g fruto⁻¹).

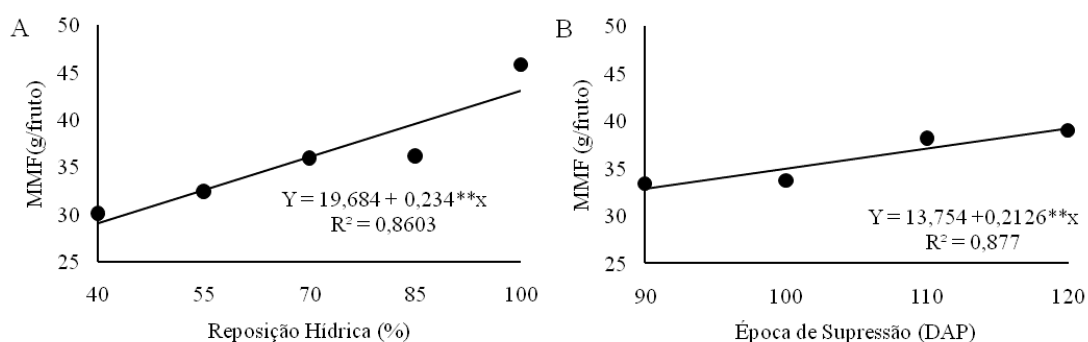


Figura 12: Massa média do fruto do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas (A) e épocas de supressão (B), Ceres-GO, 2017

Verificou-se, na reposição hídrica de 40% da ETc, menor conteúdo de água aplicada, que a massa média do fruto foi estimada em 29,04 g fruto⁻¹, tendo ocorrido um acréscimo de 17,83% para cada intervalo de aumento na reposição hídrica avaliado (15% da reposição hídrica). Na época de suspensão aos 90 DAP, estimou-se uma produção média de massa de frutos de tomateiro de 32,89 g fruto⁻¹, que, segundo a equação de regressão linear, para cada dia de irrigação acrescida, tem-se um incremento na massa média do fruto de 1,54% (Figura 12).

Tais resultados estão consonantes com Koetz et al. (2010), que observaram aumento na média da massa de frutos com aumento da disponibilidade de água no solo, utilizando lâminas de 50 a 125% da ETc. Silva (2017), acompanhando o comportamento de tomateiro na região de Morrinhos-GO, identificou ganho de massa de fruto linear a cada ponto acrescido no nível de irrigação.

Rebouças Neto et al. (2017) também observaram tendência semelhante de redução da massa média em função da redução da quantidade de água disponível no

solo. Para esses autores, o déficit de água reduz a área foliar, que afeta a fotossíntese, assim como o armazenamento de água no fruto, influenciando na massa dos frutos.

Com o objetivo de estudar o momento mais adequado para suprimir a irrigação da cultura do amendoim sem comprometer sua produção, Azevedo et al. (2014) também verificaram resposta linear crescente da massa de vagem em função do momento da supressão, tendo os valores aumentado de acordo com o maior período de irrigação.

5.2.3. Produtividade total, produtividade comercial e produtividade não comercial

Em relação à produtividade, só houve interação significativa entre os fatores avaliados para produtividade comercial a 5% de probabilidade (Tabela 8). Para produtividade total, houve significância a 1% de probabilidade nos fatores isolados.

A produtividade não comercial não mostrou significância em nenhum dos tratamentos analisados. Como dito, o diâmetro transversal é um aspecto importante a ser analisado no fruto, pois ele é umas das características avaliadas no momento de sua inserção no mercado, sendo exigido um padrão de tamanho para comércio. Nesta pesquisa, foram previamente determinados valores mínimos de diâmetro transversal de 33 mm para serem considerados frutos comerciais. Diâmetros identificados como inferiores a este foram considerados fora do padrão, além de outros defeitos graves como podridão, danos fisiológicos e danos causados por pragas.

Lima (2014) notou em sua pesquisa a não significância de produtividade para frutos considerados não comerciais, quando submetidos a diferentes lâminas. Resultados semelhantes foram encontrados por Silva (2017), que não observou diferença significativa entre os níveis de irrigação para a variável produtividade de frutos podres.

Em contrapartida, Monte et al. (2013) observaram aumento na produção de frutos defeituosos nas lâminas de 100 e 120%, apresentando frutos rachados e infestados, quando comparados com os tratamentos inferiores a 80%, embora a produção total tenha sido maior.

Tabela 8: Resumo da análise de variância para produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e não comercial (PNC) do tomateiro, usando diferentes reposições hídricas e épocas de supressão de irrigação, Ceres-GO, 2017

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		PT ¹	PC ¹	PNC ¹
Reposição (RH)	4	4,03**	4,98**	0,21ns
Blocos	3	1,25ns	1,64**	1,03ns
Resíduo (a)	12	0,35	0,24	0,28
Época (E)	3	1,14**	1,70**	0,10ns
Interação RH x E	12	0,14ns	0,43*	0,02ns
Resíduo (b)	45	0,12	0,17	0,06
CV (a)		22,68	22,17	31,12
CV (b)		13,64	18,47	14,38

** e * significativo no teste F ao 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, ns não significativo a 5% de probabilidade no teste F. ¹ Dados transformados em $\sqrt{X+1}$.

A produtividade total apresentou comportamento quadrático em relação ao aumento da reposição hídrica (Figura 13A) em que se constata, segundo a equação de regressão, que, até uma reposição hídrica de 48,25%, a produtividade total foi constante e, a partir de 48,25%, apresentou acréscimos à medida que a reposição hídrica foi aumentada, tendo sido a produtividade total da reposição hídrica de 100%, 2,63 vezes maior que a da reposição de 48,25%. A produtividade total foi estimada em 4,10 t ha⁻¹ no tratamento com menor nível de reposição (40% da ETc) e em 10,36 t ha⁻¹ recebendo a reposição de 100% da ETc, estabelecendo um aumento de 6,26 t ha⁻¹ da menor para a maior reposição, sendo que o incremento mais acentuado na produtividade se dá quando passa de uma reposição hídrica de 85% da ETc para uma de 100% da ETc, estimando um ganho de 3,19 t ha⁻¹.

Em relação às épocas de supressão (Figura 13B) a variável apresentou crescimento linear, comprovando que quanto menor o período sem suspensão hídrica, maior o valor de produtividade total, variando de acordo com a equação de regressão de 4,93 t ha⁻¹ a 7,78 t ha⁻¹ nas supressões aos 90 DAP e aos 120 DAP, respectivamente. Segundo a equação de regressão (Figura 13B) para cada incremento de 10 dias na irrigação, obtém-se um aumento estimado de 26,27% na produtividade total do tomateiro.

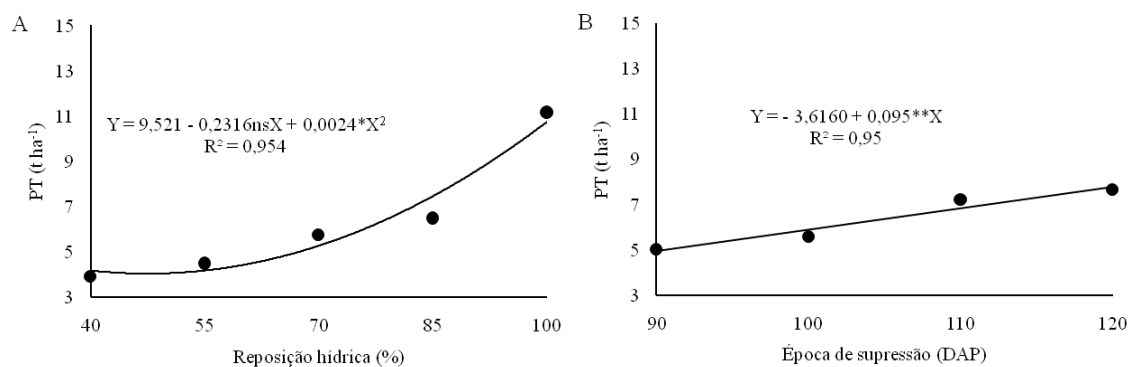


Figura 13: Produtividade total do tomateiro submetido a diferentes reposições hídricas (A) e épocas de supressão (B), Ceres-GO, 2017

Ao contrário do observado neste estudo, Rebouças Neto et al. (2017) obtiveram resposta linear para produtividade total em dois anos, 2011 e 2012, de plantio de tomateiro, com máxima produtividade de 44,8 t ha⁻¹ e 39,9 t ha⁻¹, respectivamente, com aplicação da lâmina de 120% da ETo.

Estes resultados foram superiores aos encontrados na presente pesquisa e essa diferença pode ser atribuída às diversas características da cultivar utilizada, salientando que o híbrido manuseado nesta pesquisa foi de porte determinado ou mais popularmente chamado de meia estaca. Silva et al. (2014), trabalhando com uma cultivar de porte determinado, atingiram valores de produtividade semelhantes aos encontrados neste trabalho, cerca de 27 t ha⁻¹ na lâmina de 100%, trabalhando com um *stand* de plantas de 18.181 plantas por hectare, enquanto neste trabalho, foi utilizado *stand* inferior, de 11.111 plantas por hectare, esclarecendo a diferença dos valores de produtividade nos trabalhos, que, além das características do híbrido e do espaçamento, também podem ser atribuídos ao peso do fruto, clima, adubação e textura do solo.

Os resultados de Mendonça (2017) afirmam que irrigações deficitárias diminuíram em 48% a produtividade do tomateiro Grape quando se reduz a capacidade de água disponível (CAD) de 100% para 50%, porém o tratamento de 75% de sua CAD não reduziu a produtividade quando comparado a 100%. Similarmente, Azevedo et al. (2014) encontraram padrão linear crescente da produtividade de amendoim, com um notório crescimento ao ser submetido a períodos menores de déficit hídrico, obtendo redução de 74,43% de produtividade na supressão feita aos 90 dias de ciclo em relação às supressões feitas aos 45 dias de ciclo.

Segundo Garcia (2015), a frequência e a intensidade do déficit hídrico são dois dos maiores limitantes da produção. De acordo com Paiva et al. (2005), o crescimento

reduzido e a consequente baixa produtividade das plantas podem estar relacionados com a diminuição na atividade fotossintética, limitada pelas trocas gasosas, que são prejudicadas ao serem submetidas a estresse hídrico.

Comportamento diferente foi observado na variável produtividade comercial, tendo ocorrido interação significativa entre níveis de reposição hídrica e épocas de suspensão da irrigação. No desdobramento da reposição hídrica dentro de cada nível da época de supressão (Figura 14A) constata-se, por meio da equação de regressão com ajuste quadrático, que, na época de 90 DAP, houve incrementos a partir de uma reposição hídrica estimada em 49,70%, com acréscimos de 1,32; 3,99 e de 8,10 t ha⁻¹, quando foram utilizadas as reposições hídricas de 70, 85 e 100%, respectivamente.

Na época de 100 DAP, as diferentes reposições hídricas não diferiram entre si. Aos 110 DAP, estima-se, de acordo com a equação quadrática, que a menor produtividade comercial tenha sido de 2,57 t ha⁻¹, com uma reposição de 46,17%. Utilizando as reposições hídricas de 70, 85 e 100% da ETc, a produtividade comercial do tomateiro foi 0,6; 1,53 e 2,93 vezes maior que a produtividade da reposição de 46,17%, chegando a uma produtividade de 7,53 t ha⁻¹ a mais quando se aplicou uma reposição hídrica de 100% (Figura 14B).

Na época 120 DAP, o efeito da reposição hídrica na produtividade comercial se ajustou a uma função linear crescente (Figura 14B) com incremento, segundo a equação de regressão, de 3,62% para cada aumento unitário na reposição hídrica, o que gerou acréscimo na produtividade comercial estimada de 1,98 t ha⁻¹ para cada intervalo de reposição hídrica avaliada (15% da ETc). De acordo com as equações de regressão (Figura 14) a produtividade comercial na reposição hídrica de 100% foi estimada, em média, igual a 9,56 t ha⁻¹, considerada abaixo do esperado.

Lima (2014), avaliando lâminas na produção de tomateiro, obteve melhores resultados na produtividade comercial utilizando a reposição de 100% da ETo e observou que tanto o excesso como o déficit hídrico prejudicam o desenvolvimento das plantas, sendo que o uso de lâminas elevadas promove lixiviação de nutrientes para profundidades que as raízes não alcançam para absorção.

Resultados divergentes foram encontrados por Monte et al. (2013), que não observaram diferença significativa na produtividade comercial entre as lâminas, porém notaram aumento na produção total de frutas e também na produção de frutos defeituosos nas lâminas de 100 e 120% da ETc, o que não se mostra economicamente

vantajoso, pois a produção comercial é a mais importante do ponto de vista do agronegócio.

Cantuário (2012) observou maiores produtividades de pimentão nas menores tensões de água no solo com sua diminuição severa acompanhando as tensões maiores. Souza et al. (2015), avaliando três cultivares de tomateiro, perceberam maior produtividade comercial no tratamento irrigado.

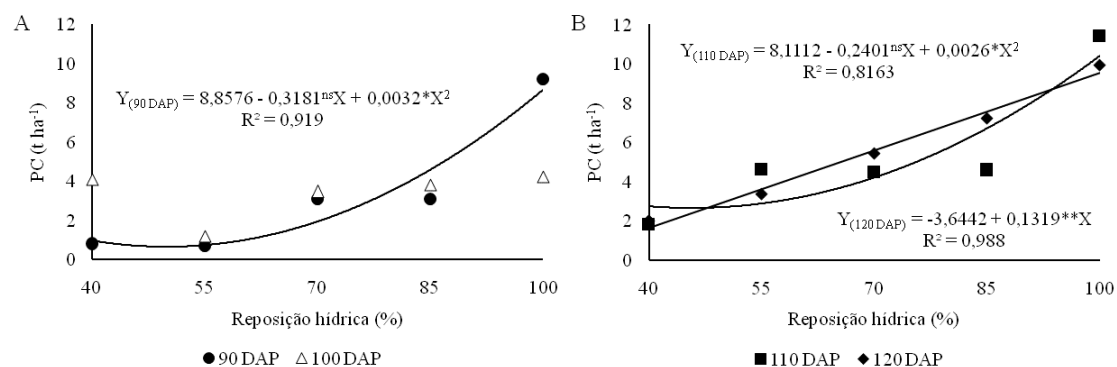


Figura 14: Desdobramento da produtividade comercial do tomateiro, submetido a diferentes reposições hídricas dentro de cada época de supressão, Ceres-GO, 2017

No desdobramento de época de supressão dentro de cada reposição hídrica (Figura 15) ocorreram diferenças significativas entre épocas de supressão nos níveis de reposição de 55 e 85% da ETc e se apresentaram de forma linear crescente.

Utilizando uma reposição hídrica de 55% (Figura 15A), estima-se aumento de $1,15 \text{ t ha}^{-1}$, para cada 10 dias a mais de irrigação, o que proporciona uma produtividade comercial estimada, aos 120 DAP, de $4,17 \text{ t ha}^{-1}$. Por outro lado, quando se irriga com uma reposição hídrica de 85% (Figura 15B), estima-se um incremento de $1,32 \text{ t ha}^{-1}$ para cada intervalo de 10 dias a mais de irrigação. Irrigando até os 120 DAP, tem-se uma produtividade comercial estimada em $6,65 \text{ t ha}^{-1}$, produtividade esta $2,47 \text{ t ha}^{-1}$ a mais que ao se irrigar com uma reposição de 55% da ETc.

Nas demais reposições hídricas, as diferentes épocas de suspensão de água não influenciaram estatisticamente na produtividade comercial.

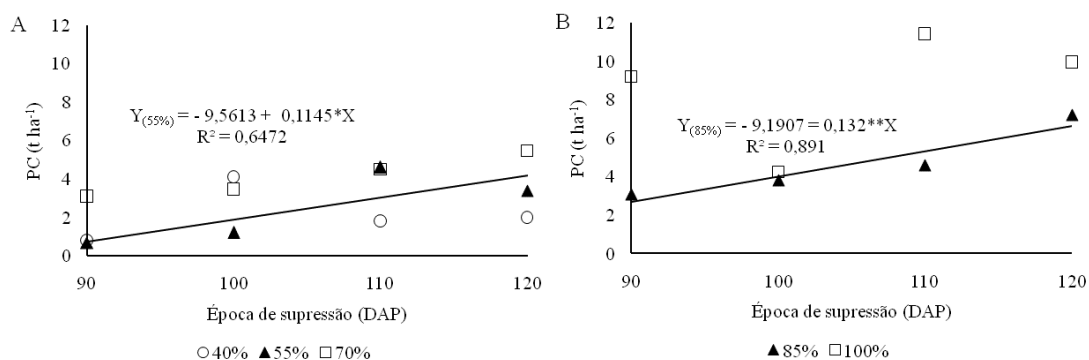


Figura 15: Desdobramento da produtividade comercial do tomateiro, submetido a diferentes épocas de supressão dentro de cada uma das lâminas de reposições hídricas, Ceres-GO, 2017

Garcia (2015), semelhantemente, encontrou os resultados mais expressivos nos tratamentos sem supressão da irrigação, reduzindo progressivamente a produtividade ao aumentar o período sem irrigação.

Raven et al. (2001) explicam que o déficit hídrico na planta ocasionado pelo desequilíbrio entre os processos de transpiração, absorção e baixa disponibilidade de água no solo, dificulta o processo fotossintético, que reduz a produtividade. À medida que a disponibilidade de água no solo diminui, os estômatos se fecham e o índice de transpiração decresce. Isso acontece pelo fato de a planta buscar o equilíbrio entre armazenar água e assimilar CO₂ atmosférico, processos que ocorrem simultaneamente. Com o fechamento dos estômatos, os níveis de concentração de CO₂ são reduzidos, e a planta, com o intuito de manter um nível mínimo de taxa fotossintética, utiliza o CO₂ proveniente do processo de respiração.

O fechamento estomático é uma das respostas mais relevantes da planta ao déficit hídrico, segundo Taiz & Zeiger (2009), além de outros processos fisiológicos que são desencadeados e adaptados, como redução da área foliar, antecipação da senescência e abscisão das folhas, de maneira que a planta assegure a própria sobrevivência e a perpetuação da espécie.

Analisando os resultados de produtividade total e comercial, fica evidente que foram influenciados pelo tamanho e massa de fruto, já que não ocorreu diferença entre níveis de reposição hídrica e épocas de supressão sobre o número de frutos por planta. Provavelmente, trata-se de uma resposta da planta quando submetida a um maior estresse, concentrando sua produção em números de cargas, porém com a quantidade de fitomassa reduzida em decorrência do déficit hídrico, ficando a competição por

fotoassimilados maior, o que gera menores ganhos por peso, consequentemente, produtividades reduzidas.

6. CONCLUSÃO

- i. A cultura do tomateiro responde linearmente à reposição hídrica imposta, por isso, a reposição hídrica de 100% é a mais indicada.
- ii. A melhor época de supressão hídrica ao tomateiro é aos 120 DAP.
- iii. Reposição hídrica acima de 50% da ETc aplicada na cultura do tomateiro durante 120 DAP traz maiores produtividades.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Alvarenga, M. A. R. Cultura do tomateiro. Lavras: UFLA, 2000. 91 p.

Alvarenga, M. A. R. Exigências Climáticas. In: Alvarenga, M. A. R. (Ed.). Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: Ed. da UFLA, 2004. p. 31-36.

Alvarenga, M. A. R. Tomate – Produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. 3.ed. Lavras: UFLA, 2013. 455 p.

Andrade, M. C. R.; Santos, J. M. A.; Silva, P. M. R.; Campos, N. M. Produção de tomate rasteiro por irrigação localizada. Revista Saberes UniAGES, Paripiranga-Bahia, v. 1, n. 5, p. 18-22, 2017.

Araújo, M. E. B. Estratégias de irrigação deficitária no desempenho agrônomo de cultivares de feijão-caupi no litoral cearense. Fortaleza-CE: Universidade Federal do Ceará, 2014. 81p. Dissertação Mestrado.

Azevedo, B. M.; Sousa, G. G.; Paiva, T. F. P.; Mesquita, J. B. R.; Viana, T. V.A. Manejo da irrigação na cultura do amendoim. Magistra, v. 26, n. 1, p. 11-18, 2014.

Camargo Filho, W. P.; Camargo, F. P. Evolução das cadeias produtivas de tomate industrial e para mesa no Brasil, 1990-2016. Informações Econômicas, São Paulo, v. 47, n. 1, 2017.

Cantuário, F. S. Produção de pimentão submetido a estresse hídrico e silicato de potássio em cultivo protegido. Uberlândia-MG: Universidade Federal de Uberlândia, 2012. 93p. Dissertação Mestrado.

Carruthers, I.; Rosegrant, M. W.; Seckler, D. Irrigation and food security in the 21st century. Irrigation and Drainage Systems, v. 11, n. 2, p. 83–101, 1997.

Carvalho J. G.; Bastos, A. R. R.; Alvarenga, M. A. R. Fertirrigação. In: Alvarenga, M. A. R. (ed). Tomate: produção em campo, em casa de vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2004. p. 63-120.

Corrêa, A. L.; Fernandes, M. C. A.; Aguiar, L. A. Produção de tomate sob manejo orgânico. Niterói-RJ: Programa Rio Rural, 2012 (Manual Técnico, 36). 38p.

Cunha, A. R. Coeficiente do tanque Classe A obtido por diferentes métodos em ambiente protegido e no campo. Ciências Agrárias, Londrina, v. 32, n. 2, p. 451-464, 2011.

Davis, K. F.; Rulli, M. C.; Garrassino, F.; Chiarelli, D.; Seveso, A.; D'Odorico, P. Water limits to closing yield gaps. Advances in Water Resources, v. 99, p. 67-75, 2017.

Delazari, F. T. Produção e qualidade de frutos do tomateiro no sistema Viçosa de tutoramento em função do estado hídrico-nutricional. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2014. 57p. Dissertação Mestrado.

Doorenbos, J.; Kassam, A. H. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 1994. 306 p. (FAO, Estudos de irrigação e Drenagem, 33).

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Manual de métodos de análise de solos. 2.ed. rev.atualizada. Rio de Janeiro-RJ: EMBRAPA CNPS, 1997. 212p.

FAO: Crops & Drops. Making the best use of water for agriculture. Journal of Chemical Information and Modeling, v. 53, n. 9, p. 1689-1699, 2013.

Ferreira, S. M. R. R. Características de qualidade do tomate de mesa (*Lycopersicon esculentum* Mill.) cultivado nos sistemas convencional e orgânico, comercializado na região metropolitana de Curitiba. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2004. 231p. Tese Doutorado.

Filgueira, F. A. R. Novo manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3.ed. Viçosa: Editora UFV, 2008. 421p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS - FAO. AQUASTAT - FAO's Information System on Water and Agriculture, 2014. Disponível em: http://www.fao.org/nr/water/aquastat/water_use/index.stm. Acesso em: 5 dez. 2017.

Freitas, C. A. S.; Bezerra, F. M. L.; Silva, A. R. A.; Pereira Filho, J. V.; Feitosa, D. R. C. Comportamento de cultivares de mamona em níveis de irrigação por gotejamento em Pentecoste, CE. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 14, n. 10, p. 1059-1066, 2010.

Garcia, A. C. Supressão e frequência da irrigação na cultura da abobrinha. Fortaleza-CE: Universidade Federal do Ceará, 2015. 66p. Dissertação Mestrado.

Goto, R. Manejo nutricional no cultivo de hortaliças em estufas. In: Encontro de hortaliças, 9. Encontro de plasticultura da região sul, 6, 1995, Maringá. Palestras e trabalhos apresentados... Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p. 11-18, 1995.

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, p. 431-436, 2006.

Heinze, B. C. L. B. A importância da agricultura irrigada para o desenvolvimento da Região Nordeste do Brasil. Brasília: Ecobusiness School/FGV, 2002. 59p. Monografia Graduação.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA- IBGE. Levantamento sistemático da produção agrícola. Sidra, 2017. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/lspa/tabelas>. Acesso em: 29 nov.2017.

INTERGOVERNMENTAL TECHNICAL PANEL ON SOILS - ITPS. Status of the World's Soil Resources (SWSR). Rome-Italy: FAO and ITPS, 2015.

Keller, J.; Karmeli, D. Trickle irrigation design. Rain Bird Sprinkler Manufacturing Corporation, 1975. 133 p.

Koetz, M.; Masca, M. G. C. C.; Carneiro, L. C.; Ragagnin, V. A.; Sena Júnior, D. G.; Gomes Filho, R. R. Caracterização agrônômica e °Brix em frutos de tomate industrial sob irrigação por gotejamento no sudoeste de Goiás. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, v. 4, n. 1, p. 14-22, 2010.

Lima Júnior, J. A.; Pereira, G. M.; Geisenhoff, L. O.; Costa, G. G.; Reis, R. P.; Oliveira, L. F. C. Avaliação econômica da produção de alface americana em função de lâminas de irrigação. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v. 35, n. 2, p. 392-398, 2011.

Lima, T. P. Diferentes lâminas e adubação na cultura do tomate de mesa em Goiás. 2014. Jataí –GO: Universidade Federal de Goiás, 2014. 60p. Dissertação Mestrado.

Longatti, B. F. Caracterização agrônômica e molecular de linhagens de tomateiro resistentes a tospovírus. Piracicaba-SP: Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2017. 58p. Dissertação Mestrado.

Loos, R. A.; Caliman, F. R. B.; Silva, D. J. H. Enxertia, produção e qualidade de tomateiros cultivados em ambiente protegido. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 39, n. 1, p. 232-235, 2009.

Lopes, B. P. Manejo da irrigação durante o estágio de maturação dos frutos do tomateiro para processamento industrial. Viçosa-MG: Universidade Federal de Viçosa, 2010. 85p. Dissertação Mestrado.

Macêdo, L. D. S; Alvarenga, M. A. R. Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade de frutos do tomateiro em ambiente protegido. *Ciência Agrotécnica*, Lavras, v. 29, n. 2, p. 269-304, 2005.

Mantovani, E. C. Avalia: Programa de Avaliação da Irrigação por Aspersão e Localizada. Viçosa, MG: UFV, 2001.

Marouelli, W. A.; Oliveira, A. S.; Coelho, E. F.; Nogueira, L. C.; Sousa, V. F. Manejo da água de irrigação. In: Sousa, V. F.; Marouelli, W. A.; Coelho, E. F.; Pinto, J. M.; Coelho Filho, M. A. (Ed). Irrigação e fertirrigação em frutíferas e hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2011. p. 156-232.

Marques, C. S. S. O licopeno como composto bioativo do tomate. Portugal: Instituto Politécnico de Viseu – Escola Superior Agrária de Viseu, 2015.53p. Dissertação Mestrado.

Medeiros, R. S. Impactos de medidas de conservação de água na área rural: uma avaliação do programa produtor de águas na percepção do produtor. Brasília: Universidade de Brasília – Faculdade de Planaltina, 2016.45p. Monografia Graduação.

Melo, P. C. T.; Miranda, J. E. C; Costa, C. P. Possibilidades e limitações do uso de híbridos F1 de tomate. Horticultura Brasileira, v. 6, n. 2, p. 5-6, 1988.

Mendonça, T. G. Irrigação subsuperficial deficitária no cultivo de tomateiro em casa de vegetação. Araras-SP: Universidade Federal de São Carlos - UFSCAR, 2017.56p. Dissertação Mestrado.

Merriam, J. L.; Keller, J. Farm irrigation system evaluation: a guide for management. Logan: Utah State University, 1978. 271 p.

Monte, J. A.; Carvalho, D. F.; Medici, L. O.; Silva, L. D. B.; Pimentel, C. Growth analysis and yield of tomato crop under different irrigation depths. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental. Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 926-931, 2013.

Moraes, C. A. G. Hidroponia: Como cultivar tomates em sistema NFT. 1.ed. Jundiaí: DISQ Editora, 1997. 143p.

Moreira, J. A. A.; Cardoso, A. F.; Costa, L. L.; Rodrigues, M. S.; Peixoto, N.; Braz, L. T. Manejo da irrigação para otimização da produtividade e qualidade de frutos de tomateiro em sistema de plantio direto. Irriga, Botucatu, v. 17, n. 4, p. 408-417, 2012.

Murayama, S. Horticultura. 2.ed. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 1983. 320p.

Naika, S.; Jeude, J. V. L.; Goffau, M.; Hilmi, M.; Dam, B. V. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. 1.ed. Wageningen: Fundação Agromisa e CTA, 2006. 102 p.

Nascimento, W. M. Produção de sementes de hortaliças. vol. 2. Brasília-DF: Embrapa, 2014. 342 p.

Oliveira, G. M.; Santiago, E. J. P.; Leitão, M. M. V. B. R.; Rocha, R. C.; Gonçalves, I. S.; Silva, R. R. Estimativa da evapotranspiração de referência para ambiente protegido. Irriga, Botucatu, Edição especial, Irriga & Inovagri, p. 21-30, 2017.

Paiva, A. S.; Fernandes, E. J.; Teresinha, J. D.; Rodrigues, T. J. D.; José, E.P.; Turco, J. E. P. Condutância estomática em folhas de feijoeiro submetido a diferentes regimes de irrigação. *Engenharia Agrícola, Jaboticabal*, v. 25, n. 1, p.161-169, 2005.

Pavão, G. C. Produtividade e qualidade de frutos de laranjeira Valência fertirrigadas sob déficit hídrico controlado na região Centro-Sul do Estado de São Paulo. Campinas-SP: Instituto Agrônomo, 2016.54p. Dissertação Mestrado.

Pereira Júnior, L. C. O uso da água em Goiás, potencialidade, demanda para irrigação por pivôs centrais e perspectivas. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, 2017. 94p. Dissertação Mestrado.

Pereira, A. R.; Villa Nova, N. A.; Sedyama, G. C. Evapotranspiração. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183p.

Pessoa, M. F.; Assis, L. F.; Vieira, A. S. Planejamento ótimo da água na agricultura irrigada: um estudo de caso em um perímetro paraibano. *Revista Íbero Americana de Ciências Ambientais*, v. 7, n. 1, p. 221-234, 2016.

Piotto, F. A.; Peres, L. E. P. Base genética do hábito de crescimento e florescimento em tomateiro e sua importância na agricultura. *Ciência Rural, Santa Maria-RS*, v. 42, n. 11, p.1941-1946, nov. 2012.

Pires, R. C. M.; Sakai, E.; Arruda, F. B.; Fujiwara, M.; Calheiros, R. O. Métodos e manejo da irrigação. Centro de ecofisiologia e biofísica. Instituto Agrônomo, 1999. Disponível em: http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://www.ciiagro.org.br/janeladofruticultor/definicoes/irrigacao.doc&gws_rd=cr&dcr=0&ei=mjA oWsvBEsO2wASWubTgBA. Acesso em: 6 dez.2017.

Pnueli, L.; Carmel-Goren, L.; Hareven, D.; Gutfinger, T.; Alvarez, J.; Ganal, M.; Zamir, D.; Lifschitz, E. The *SELF-PRUNING* gene of tomato regulates vegetative to reproductive switching of sympodial meristems and is the ortholog of *CEN* and *TFL1*. *Development*, v. 125, p. 1979-1989, 1998.

Raven, P. H.; Evert, R. F.; Eichhorn, S. E. *Biologia Vegetal*. Rio de Janeiro: Ed. Guanabara Koogan S.A., 2001. 906p

Rebouças Neto, M. O.; Azevedo, B. M.; Sousa, G. G.; Mesquita, J. B. R.; Viana, T. V. A.; Fernandes, C. N. V. Irrigação a cultura do tomateiro durante dois anos de cultivo no litoral de Fortaleza-CE. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, Fortaleza-CE*, v. 11, n.4, p. 1548-1556, 2017.

Rocha, O. C.; Guerra, A. F.; Azevedo, H. M. Ajuste do modelo de Christiansen-Hargreaves para estimativa da evapotranspiração do feijão no cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande*, v. 7, n. 2, p. 263-268, 2003.

Santos, F. J. S.; Lima, R. N.; Rodrigues, B. H. N.; Crisóstomo, L. A.; Souza, F.; Oliveiras, J. J. G. Manejo da Irrigação da Melancia: Uso do tanque Classe "A". Fortaleza-CE: Embrapa, 2004. 13p. (Circular Técnica da Embrapa Meio Norte, 22).

Santos, G. G. Qualidade físico-química, microbiológica e ocorrência de micotoxinas de *Alternaria alternata* em derivados de tomate. Brasília: Universidade de Brasília, 2014. 92p. Tese Doutorado.

Shirahige, F. H. Produtividade e qualidade de híbridos de tomate (*Solanum lycopersicum* L.) dos segmentos Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos, em ambiente protegido. Piracicaba-SP: Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2009.80p. Dissertação Mestrado.

Silva, C. J. Necessidade hídrica e produção do tomateiro para processamento industrial, em resposta a manejos e épocas de suspensão da irrigação. Piracicaba-SP: Universidade de São Paulo-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 2017. 157p. Tese Doutorado.

Silva, E. M.; Azevedo, J. A.; Lima, E. F. W. Utilização dos Recursos Hídricos na agricultura Irrigada do Cerrado. In: Veríssimo, A.; Albuquerque, A. C. S.; Silva, A. G. Agricultura Tropical: quatro décadas de inovações tecnológicas, institucionais e políticas. Brasília-DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2008. p. 65-92.

Silva, G. P. P. Desempenho agrônômico e pós-colheita de híbridos de tomate italiano orgânico produzidos sobre cobertura viva de amendoim forrageiro. Brasília: Universidade de Brasília, 2012.39p. Monografia Graduação.

Silva, J. A.; Dutra, A. F.; Cavalcanti, N. M. S.; Melo, A. S.; Silva, F. G.; Silva, J. M. Aspectos agrônômicos do tomateiro “CalineIpa 6”, cultivado sob regimes hídricos em área do semiárido. Revista AgroambienteOnline, v. 8, n. 3, p. 336-344, 2014.

Silva, J. B. C.; Giordano, L. B. Tomate para processamento industrial. Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia – Embrapa Hortaliças, 2000. 168p.

Silva, J. M.; Ferreira, R. S.; Melo, A. S.; Suassuna, J. F.; Dutra, A. F.; Gomes, J. P. Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 17, n. 1, p. 40-46, 2013.

Soares L. A. A.; Lima, G. S.; Brito, M. E. B.; Sá, F. V. S.; Araújo, T. T. Crescimento do tomateiro e qualidade física dos frutos sob estresse hídrico em ambiente protegido. Revista Verde, Mossoró-RN, v. 6, n. 3, p. 203-212, 2011.

Sojka, R. E.; Bjorneberg, D. L.; Entry, J. A. Irrigation: a Historical Perspective. In: Encyclopedia of Soil Science. 1.ed. New York: CRC Press, 2002. p. 745–749.

Souza, D. N.; Cunha, F. F.; Baio, S. P. S.; Santos, O. F.; Souza, E. J.; Godoy, A. R. Características agrônômicas e viabilidade econômica de híbridos de tomateiro irrigado e sob sequeiro. Revista Agrarian, Dourados, v. 8, n. 28, p. 183-195, 2015.

Taiz, L.; Zeiger, E. Fisiologia vegetal. 4.ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 848 p.

Viol, M. A.; Carvalho, J. A.; Lima, E. M. C.; Rezende, F. C.; Mattos, R. W. P.; Rodrigues, J. L. M. Déficit hídrico e produção do tomate cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, Fortaleza-CE, v.11, n.1, p.1244-1253, 2017.

Wutke, E. B.; Arruda, F. B.; Fancelli, A. L.; Pereira, J. C. V. N. A.; Sakai, E.; Fujiwara, M.; Ambrosano, G. M. B. Propriedades do solo e sistema radicular do feijoeiro irrigado em rotação de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Viçosa, v.24, n.3, p. 621-33, 2000.