

Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo
Tomato cultivation in a protected environment under different soil water tensions
Cultivo de tomate en un entorno protegido bajo diferentes tensiones hídricas del suelo

Recebido: 29/10/2020 | Revisado: 03/11/2020 | Aceito: 07/11/2020 | Publicado: 12/11/2020

Rogério Rangel Rodrigues

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8589-0740>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: rogeriorr7@hotmail.com

Samuel Cola Pizetta

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1326-7471>

Universidade Federal de Lavras, Brasil

E-mail: scpizetta@hotmail.com

Mario Euclides Pechara da Costa Jaeggi

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2984-2995>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: mariopechara@hotmail.com

Richardson Sales Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2814-0091>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: richardson_sales@hotmail.com

Rita de Kássia Guarnier da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5927-9980X>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: kassiaguarnier@gmail.com

Derivaldo Pureza da Cruz

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2042-0697>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: deri.engineer@gmail.com

Israel Martins Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3713-4796>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: israelmartins80@gmail.com

Josimar Nogueira Batista

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5129-7092>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: josimarbatista.agro@gmail.com

Jaídson Gonçalves da Rocha

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9933-526>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: jaidsongr@yahoo.com.br

Magno do Carmo Parajara

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6266-883X>

Universidade Federal de Viçosa, Brasil

E-mail: magnocp1@hotmail.com

Geovana Cremonini Entringer

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3061-1668>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: geovanaentringer@gmail.com

Geraldo de Amaral Gravina

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1044-5041>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: gravina@uenf.br

Rogério Figueiredo Daher

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4218-8828>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: rogdaher@uenf.br

Alexandre Gomes de Souza

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7528-179X>

Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: alexander.souza.agronomo@gmail.com

Edevaldo de Castro Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5091-1449>

Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Brasil

E-mail: ecmonteiro@hotmail.com

Vinicius de Freitas Mateus

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1962-3550>

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Espírito Santo, Brasil

E-mail: viniciusfreitas20@yahoo.com.br

Samyra de Araújo Capetini

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8084-207X>

State University of North Fluminense Darcy Ribeiro, Brasil

E-mail: samyracapetini@gmail.com

Resumo

Objetivou-se avaliar a influência de diferentes tensões de água no solo sobre a produção e qualidade pós-colheita de frutos do tomateiro, cultivar Dominador F1. O experimento foi instalado em casa de vegetação com delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis tensões de água no solo como indicativos do momento de irrigar. As tensões preestabelecidas foram 20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa a 20 cm de profundidade. Aos 140 dias após o transplântio as variáveis avaliadas foram: produção total, produtividade total, comercial e não comercial de frutos; número de frutos por planta; classificação dos frutos comerciais; massa média dos frutos comerciais; incidência de podridão apical (%); eficiência no uso da água (EUA); sólidos solúveis totais (SST); vitamina C. Os resultados demonstraram que para a obtenção dos maiores valores de produção e produtividade de frutos comerciais, número de frutos por planta, número de frutos grandes e médios e massa média de frutos comerciais, deve-se irrigar quando a tensão de água no solo estiver, em torno, de 20 kPa. A eficiência no uso da água, em função das tensões de água no solo, aumentou até a tensão de 116,57 kPa. Houve aumento da qualidade dos frutos em tensões de água no solo próximo a 20 kPa.

Palavras-chave: *Solanumlycopersicon* L; Produção; Qualidade.

Abstract

The objective was to evaluate the influence of different hydric tensions in the soil on the production and postharvest quality of tomato fruits, cultivar Dominador F1. The experiment was installed in a greenhouse with a random block design, with four replications. The treatments consisted of six water tensions in the soil as indicative of the irrigation time. The preset stresses were 20, 45, 70, 95, 120 and 145 kPa at a depth of 20 cm. At 140 days after transplantation, the variables evaluated were: total production, total fruit yield, commercial

and non-commercial; number of fruits per plant; commercial fruit sorting; average mass of commercial fruits; incidence of blossom end rot (%); water use efficiency (US); total soluble solids (TSS); The results showed that to obtain the highest values of production and productivity of commercial fruits, number of fruits per plant, number of large and medium-sized fruits and average mass of commercial fruits, it should be watered when the water tension in the soil is of around 20 kPa. The efficiency in the use of water, due to the stresses of the water in the soil, increased up to the stress of 116.57 kPa. There was an increase in the quality of the fruits in soil water tensions close to 20 kPa.

Keywords: *Solanumlycopersicon* L.; Production; Quality.

Resumen

El objetivo fue evaluar la influencia de diferentes tensiones hídricas en el suelo sobre la producción y calidad poscosecha de frutos de tomate, cultivar Dominador F1. El experimento se instaló en un invernadero con diseño de bloques al azar, con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en seis tensiones de agua en el suelo como indicativo del tiempo de riego. Las tensiones preestablecidas fueron 20, 45, 70, 95, 120 y 145 kPa a una profundidad de 20 cm. A los 140 días después del trasplante, las variables evaluadas fueron: producción total, rendimiento de frutos total, comercial y no comercial; número de frutos por planta; clasificación de frutas comerciales; masa promedio de frutas comerciales; incidencia de pudrición apical (%); eficiencia en el uso del agua (EE. UU.); sólidos solubles totales (TSS); Los resultados mostraron que para obtener los valores más altos de producción y productividad de frutos comerciales, número de frutos por planta, número de frutos grandes y medianos y masa promedio de frutos comerciales, se debe regar cuando la tensión hídrica en el el suelo es de alrededor de 20 kPa. La eficiencia en el uso del agua, debido a las tensiones del agua en el suelo, aumentó hasta la tensión de 116,57 kPa. Hubo un aumento en la calidad de los frutos en tensiones hídricas del suelo cercanas a 20 kPa.

Palabras clave: *Solanumlycopersicon* L.; Producción; Calidad.

1. Introdução

O tomate é uma das hortaliças de maior potencial econômico a nível mundial, sendo amplamente difundido no território brasileiro, expressando boa adaptabilidade sob as diferentes condições climáticas (Luz et al., 2016). Essa hortaliça tem um papel de suma importância para o país, devido à geração de renda e emprego (Carvalho et al. 2014; Brito et

al., 2015), além da sua alta produção, que coloca o Brasil entre os maiores produtores de tomate do mundo (Agrianual, 2016).

Para o cultivo do tomateiro o sistema de produção pode variar de acordo com a região, com o poder aquisitivo do produtor, quanto ao grupo a que pertence a cultivar, com o hábito de crescimento e com a cultivar. Esse sistema de produção ainda se subdivide em sistema a céu aberto e em ambiente protegido. O clima pode ser um fator determinante na produção de hortaliças, tanto pelo excesso de chuvas no verão, quanto pelo frio e ventos fortes no inverno, podendo prolongar o ciclo da cultura ou danificá-la. Neste contexto, o cultivo protegido torna-se primordial para a resolução deste entrave (Alvarenga; Coelho, 2013b).

Esse sistema de produção agrícola permite melhor controle das condições edafoclimáticas como: temperatura, umidade do ar, radiação, solo, vento e composição atmosférica. O ambiente protegido pode ser um túnel (baixo ou alto), uma estufa agrícola (sem controle do ambiente) ou até mesmo uma casa-de-vegetação, onde o controle do ambiente é intensificado (Purquerio; Tivelli, 2009; Alvarenga; Coelho, 2013b). De acordo com Alvarenga e Coelho (2013b), no ambiente protegido ainda se subdivide em cultivo no solo, em substrato, hidropônico e aeropônico.

Apesar de ser uma cultura amplamente cultivada, o tomateiro sobressai devido sua alta demanda hídrica durante todo o seu ciclo (Alvarenga, 2013; Melo 2014;). Quando submetido a condições de déficit hídrico, seu desenvolvimento e produção são afetados negativamente (Aksic et al., 2011; Patané et al., 2011; Özbahçe et al., 2012; Celebi, 2014).

Sob déficit hídrico, as plantas podem expressar individualmente efeitos adversos, entre as quais as mais comuns são o aumento da temperatura foliar (Santos et Al., 2009; Simões et al., 2015), a redução da condutância estomática (Mendes et al., 2007 Nascimento et al., 2011) e da fotossíntese (Scalon et Al., 2011; Lopes et al., 2011), diminuição do potencial hídrico foliar, redução no tamanho da planta e da folha, abscisão foliar, redução da produtividade, aumento do sistema radicular e redução de matéria fresca e seca, e, sobretudo, o aumento da incidência de podridão apical devido à dificuldade de extrair o cálcio (Morales et al., 2015a). Nesse sentido, fatores como os conflitos pelo uso e restrições de água, a incapacidade de algumas regiões de suprir a alta demanda hídrica e o alto custo com irrigação em culturas de alta exigência de água, como é o caso do tomateiro (Telles & Costa, 2010), justificam estudos relacionados à tolerância dessa cultura ao déficit hídrico com diferentes tensões.

O estudo do manejo adequado da irrigação não pode ser generalizado para o tomateiro, pois cada cultivar responde de forma diferente ao conteúdo de água no solo. De acordo com Marouelli, Silva e Silva (2012), as tensões de água no solo recomendadas para reiniciar as

irrigações variam de 30 a 70 kPa. Essa variação na tensão de água no solo demonstra haver necessidade de estudos mais específicos para o tomateiro, pois há respostas diferenciadas entre as cultivares.

Morales (2012), ao avaliar a resistência ao déficit hídrico em 20 famílias de tomateiro, observou maior produção de frutos, produtividade, podridão apical e conteúdo de água na folha em algumas cultivares do tomateiro em comparação com outras. Esse fato corrobora para a importância do estudo da necessidade hídrica para cada cultivar.

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar a influência de diferentes tensões de água no solo sobre a produção e qualidade de pós-colheita de frutos do tomateiro, cultivar Dominador F1, sob cultivo protegido e irrigado por gotejamento.

2. Metodologia

2.1 Caracterização da área experimental

O experimento foi realizado em casa de vegetação (ambiente protegido) situada na área experimental do Departamento de Engenharia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), no período compreendido entre os meses de março a outubro de 2015. A UFLA situa-se no município de Lavras, sul de Minas Gerais, que está numa altitude média de 910 metros, latitude 21°14' S e longitude 45°00' W.

A casa de vegetação é do tipo teto em arco, construída com estrutura metálica apresentando 3,00 m de pé-direito, 4,50 m de altura no ponto mais alto, 30 m de comprimento e 7 m de largura (210 m²). Foi revestida na parte superior com filme plástico transparente aditivado anti-UV de 150 µm de espessura e nas laterais com tela antiafídeo.

2.2 Delineamento e montagem experimental

Foi utilizado o delineamento de blocos completos casualizados (DBC), com seis (6) tratamentos e quatro (4) repetições. Os tratamentos foram constituídos por seis tensões de água no solo, como indicativo de reiniciar as irrigações, (20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa).

De acordo com Silva et al. (2010), o sistema radicular do tomateiro se apresenta concentrado nos primeiros 25 cm da superfície na fase vegetativa e até 40 cm após início da frutificação. Sendo assim, foram instalados quatro sensores de matriz granular (Granular Matrix Sensor, GMS, watermark® modelo 200SS), sendo três a 20cm de profundidade do

solo, que serviram como indicadores indiretos sobre quando e quanto irrigar (sensores de decisão), e um a 40cm de profundidade, visando apenas monitorar a umidade do solo, nessa profundidade, sendo usado o espaçamento entre sensores de 60cm.

Para o efeito acima, e como forma de minimizar os custos de aquisição dos sensores, foram utilizados 48 sensores de matriz granular (GMS), “watermark”, sendo instalados quatro sensores por tratamento e em apenas dois blocos.

Cada parcela experimental teve as dimensões de 1,40 m de largura e 2,90 m de comprimento (4,06 m²). As parcelas experimentais foram compostas por duas linhas de plantas espaçadas de 1,0 m entre si e 0,60 m entre plantas. Foram consideradas parcelas úteis as compostas pelas plantas centrais (quatro plantas), pois, no total de 8 plantas que compuseram cada parcela experimental, foram descartadas 4 plantas, sendo duas plantas em cada extremidade, visando reduzir o efeito bordadura. O espaçamento entre as parcelas foi de 0,80 m.

2.3 Equipamentos e manejo da irrigação

Foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento utilizando emissores do tipo *in-line*, autocompensantes e distanciados entre si por 0,30 m. Os emissores apresentaram vazão média de 1,74 L h⁻¹ com pressão de 1,95 kgf cm⁻².

Uma vez que cada parcela experimental foi composta por duas linhas de plantas, espaçadas em 1,0 m, em cada linha foi instalado um tubo gotejador a fim de fornecer água às plantas, ou seja, em cada parcela experimental foram necessários dois tubos gotejadores.

Foi utilizada uma válvula solenoide para cada tratamento. Essas válvulas foram acionadas por um controlador previamente programado em cada irrigação para funcionar o tempo necessário para repor a lâmina estimada indiretamente pelos sensores de umidade. Buscava-se, em todas as irrigações, elevar à capacidade de campo a umidade correspondente a tensão verificada no momento de irrigar.

O cálculo do tempo de funcionamento do sistema de irrigação em cada tratamento foi feito com base nos sensores de umidade instalados. O momento de irrigar foi estabelecido quando quatro sensores, de seis instalados (três no bloco 1 e 2), apresentaram a tensão correspondente do tratamento, obtendo-se a média da leitura.

O manejo da irrigação foi realizado com base na umidade do solo, utilizando-se sensores de matriz granular (watermark) e o módulo para medição do potencial matricial

A quantidade de água aplicada em cada tratamento foi a necessária para elevar a umidade atual com base no volume (EQUAÇÃO 2) à umidade na capacidade de campo ($0,41 \text{ cm}^3 \text{ cm}^{-3}$), sendo determinada com base na tensão de 10 kPa, considerando a profundidade efetiva do sistema radicular de 0,2 m até a fase de florescimento e de 0,4 m após o florescimento (Silva et al., 2010).

A lâmina líquida, bruta e o tempo de funcionamento do sistema de irrigação, utilizados para elevar a umidade do solo atual à capacidade de campo, foi determinada pela Equação 3, 4 e 5, respectivamente.

$$LL = (\theta_{cc} - \theta_{atual})^2 \quad (3)$$

$$LB = \frac{LL}{E_a CUD} \quad (4)$$

$$T = \frac{LB A}{E_a CUD} \quad (5)$$

Em que:

LL= Lâmina líquida de irrigação (mm);

θ_{cc} = Umidade na capacidade de campo ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

θ_{atual} = Umidade atual ($\text{cm}^3 \text{ cm}^{-3}$);

Z = Profundidade efetiva do sistema radicular (mm);

LB = Lâmina bruta de irrigação (mm);

E_a = Eficiência de aplicação de água pelo sistema de irrigação (adimensional) (E_a utilizada = 95%);

CUD = Coeficiente de uniformidade de distribuição do sistema de irrigação (adimensional);

T = Tempo de irrigação para elevar a umidade do solo à capacidade de campo (h);

A = área ocupada pela planta (m^2);

q_a = vazão média dos emissores (L h^{-1});

e = número de emissores por planta (dois).

Para a determinação do CUD (Equação 6), foi avaliada a uniformidade de aplicação de água em um dos tratamentos escolhido aleatoriamente, utilizando-se a média de quatro repetições (quatro blocos). Para isso, foram coletadas as vazões dos 16 emissores contidos na parcela. O valor de CUD encontrado foi de 98%.

$$\text{CUD} = 100 \frac{q_{25}}{q_m} \quad (6)$$

Em que:

q_{25} = valor médio das 25% menores vazões observadas, L h⁻¹;

q_m = vazão média dos gotejadores, L h⁻¹.

O manejo inicial da irrigação antes do diferenciamiento dos tratamentos, até aos 18 dias após o pegamento das mudas, foi realizado com sensores “watermark”, cuja tensão crítica estabelecida para o início das irrigações foi de 13 kPa, procurando-se assim, manter a umidade do solo, próxima da capacidade de campo.

2.4 Cultivar utilizada

Foram utilizadas mudas da cultivar híbrida Dominador F1 (Figura 6), do grupo Salada, tipo de fruto caqui e longa vida. Esta cultivar tem um ciclo em torno de 120 dias, e desenvolve-se bem no período de fevereiro a novembro (Agristar, 2015).

Essa cultivar apresenta alta resistência ao TYLCV (Geminivírus) e resistência aos seguintes fitopatógenos: *Fusariumoxysporumf. SP.Lycopersiciraças 1 e 2*, *Meloidogyne incógnita*, *Tomatomosaicvirus*, *Verticilliumalbo-atrum* e *Verticilliumdahliae*. Apresenta sanidade de plantas e frutos uniformes. Tem hábito de crescimento indeterminado, alto vigor e bom enfolhamento até o ponteiro. Apresenta ótima pós-colheita e alta sanidade no período da chuva e tolerante à rachadura nos frutos. Os frutos são firmes, com padrão em todo e com coloração vermelha intensa. Apresenta tamanho médio de 7 cm de diâmetro e 9 cm de altura, com peso médio de 230g (Agristar, 2015).

2.5 Tutoramento

O tutoramento foi realizado com estacas individuais na vertical, utilizando-se arame (fio 16) e fitilhos. Também foram utilizadas varas de bambu, visando a sustentação do tomateiro na fase de produção de frutos. A cultivar utilizada é de crescimento indeterminado. Logo, foi

feita a capação da planta quando a mesma apresentou sete cachos. O fio de arame foi esticado a uma altura de 1,80 m acima do nível do canteiro.

Foi utilizado um fitilho por planta, permitindo a condução da mesma até a fase final do experimento.

2.6 Desbrota

A desbrota foi realizada durante todo o ciclo da cultura. Visou à eliminação dos brotos laterais que surgiram nas axilas de cada folha. Desta forma, deixou-se apenas um ramo por planta, visando diminuir o número de cachos e frutos por planta, e, conseqüentemente, aumentar o peso médio dos frutos.

2.7 Raleio dos frutos

Objetivando aumentar o tamanho e melhorar a qualidade dos frutos, foi realizado o raleio dos frutos assim que os mesmos começaram a crescer, deixando-se apenas seis frutos por cacho e sete cachos por planta.

2.8 Variáveis agronômicas analisadas

As avaliações agronômicas foram realizadas semanalmente após as colheitas, que duraram aproximadamente 60 dias.

2.9 Número de frutos por planta

O número total de frutos por parcela útil, foi dividido pelo número de plantas na parcela útil (4), sendo determinado o número de frutos por planta.

2.10 Massa média de frutos comerciais

Foi determinada dividindo a massa de frutos comercial pelo número de frutos comercial, sendo os resultados expressos em gramas.

2.11 Produção total de frutos, comercial e não comercial por planta

A produção total de frutos comercial foi obtida pela pesagem dos frutos com diâmetro transversal maior ou igual a 50 mm e sem defeitos, e a produção total de frutos não comercial pela pesagem dos frutos miúdos, ou seja, com diâmetro transversal inferior a 50 mm e com defeitos (danificados por insetos, pelo sol e danos fisiológicos). Os valores foram expressos em kg planta⁻¹.

2.12 Produtividade total de frutos, comercial e não comercial

Com base na massa total de frutos comercial e não comercial por parcela útil, e a população de plantas por hectare (16667 plantas ha⁻¹), foi estimada a produtividade total e os resultados foram expressos em t ha⁻¹.

2.13 Número de frutos comerciais por classe

Os frutos comerciais foram classificados de acordo com o maior diâmetro equatorial, sendo: fruto pequeno – 50 < 65 mm; fruto médio – 65 ≤ 80 mm; fruto grande – 80 a < 100 mm; e fruto gigante - > 100 mm (CEASAMINAS, 2015).

2.14 Eficiência no uso da água (EUA)

A eficiência no uso da água foi estimada em função da relação entre a produção total de frutos (comercial e não comercial) (kg) e a quantidade de água aplicada (m³), em cada tratamento ao final do ciclo. O resultado foi expresso em kg m⁻³.

2.15 Qualidade pós-colheita

Foram coletados dois frutos por planta (primeiro cacho), totalizando oito por parcela, para as análises de qualidade dos frutos no Laboratório de Pós-colheita de frutas e hortaliças do Departamento de Ciências dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras, MG.

2.16 Incidência de podridão apical

Foi determinado o número total de frutos com incidência de podridão apical e relacionou-se com o total colhido. O resultado foi expresso em % de incidência de podridão apical.

2.16.1 Sólidos solúveis totais (SST)

O teor de sólidos solúveis totais (SST) foi determinado diretamente do suco por refratometria, utilizando-se um refratômetro digital de compensação automática a 25 °C, e os resultados expressos em %, conforme AOAC (2002).

2.16.2 Vitamina C

O teor de vitamina C (ácido ascórbico) foi determinado pelo método colorimétrico com 2,4 dinitrofenilhidrazina, conforme Strohecker e Henning (1967). A leitura foi realizada em espectrofotômetro Beckman 620 nanômetros e os resultados foram expressos em mg por 100g de polpa.

2.16.3 Análise estatística

A análise estatística dos dados incluiu a análise de variância com realização do teste F e análises de regressão a 5% e 1% de probabilidade.

3. Resultados

Todas as variáveis analisadas foram influenciadas, significativamente, pela tensão de água no solo, a 1% de probabilidade pelo teste F.

As variações ocorridas no número de frutos por planta podem ser explicadas pela regressão linear inversa, a 1% de probabilidade (Figura 1). Nota-se que houve um decréscimo do número de frutos por planta, à medida que se aumentaram as tensões da água no solo, e que 90,7% das variações dessa variável, em função das tensões de água no solo, podem ser explicadas pela regressão linear inversa.

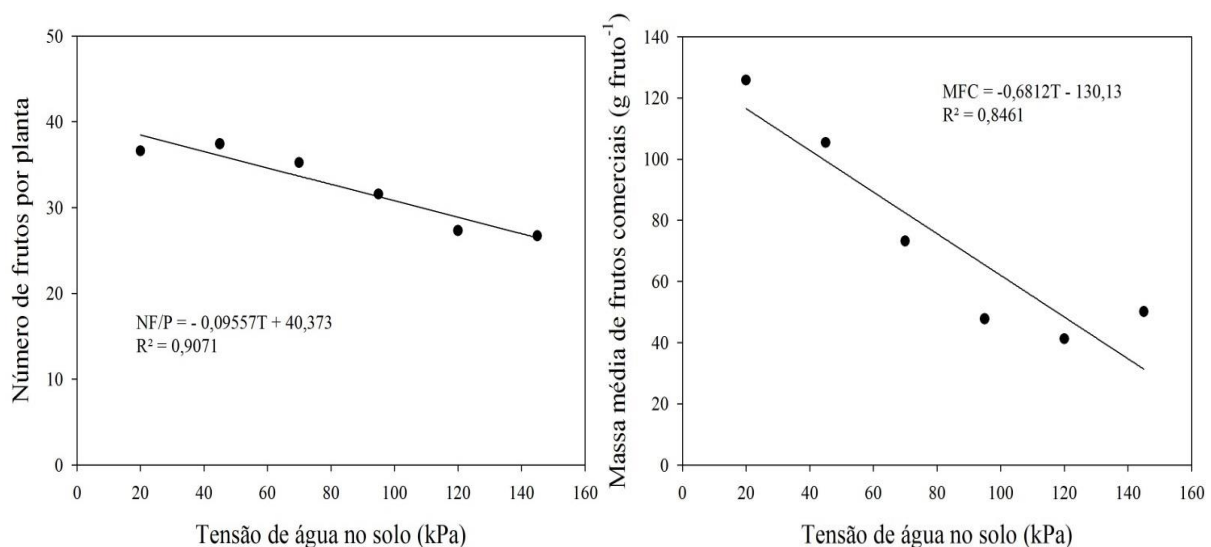
O maior número de frutos por planta foi obtido na tensão de 20 kPa (36,62) e o menor valor em 145 kPa (26,69). Pela equação gerada, nota-se que com o acréscimo de uma unidade de tensão ocorre a redução de 0,09557 frutos por planta, considerando o intervalo estudado. Isso quer dizer que, nesse intervalo, quanto menor o turno de rega, maior é o número de frutos por planta, pois a água é aplicada em pequenas intensidades, porém com alta frequência, de modo a manter a umidade do solo na zona radicular próxima à capacidade de campo.

A massa média de frutos comerciais apresentou comportamento linear decrescente nos diferentes níveis de tensão de água no solo (Figura 1). O coeficiente de determinação apresentado (R^2) demonstra que 84,61% das variações ocorridas nessa variável, em função das tensões de água no solo, podem ser explicadas pela regressão linear.

A maior massa média de frutos comerciais foi obtida quando se usou a tensão de 20 kPa (125,82 g fruto⁻¹), decrescendo linearmente até a tensão de 145 kPa com massa de 50,18 g fruto⁻¹. Para cada unidade acrescentada na tensão de água no solo, há uma redução da massa média de frutos comerciais de, aproximadamente, 0,68 g fruto⁻¹. Desta forma, nota-se redução de 60,11% na massa média de frutos comerciais entre as tensões de 20 e 145 kPa.

Visualmente foi observado no experimento que as maiores tensões de água no solo influenciaram, principalmente, o número e massa dos frutos dos cachos mais próximos do ápice da planta, como os cachos cinco, seis e sete. Isso se deve, provavelmente, a um menor movimento de água e nutrientes para o ápice da planta nas maiores tensões de água no solo.

Figura 1 - Número de frutos por planta (NF/P) e Massa média de frutos comerciais (MFC) do tomateiro Dominador F1, em diferentes tensões de água no solo (20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa).



Fonte: Autores.

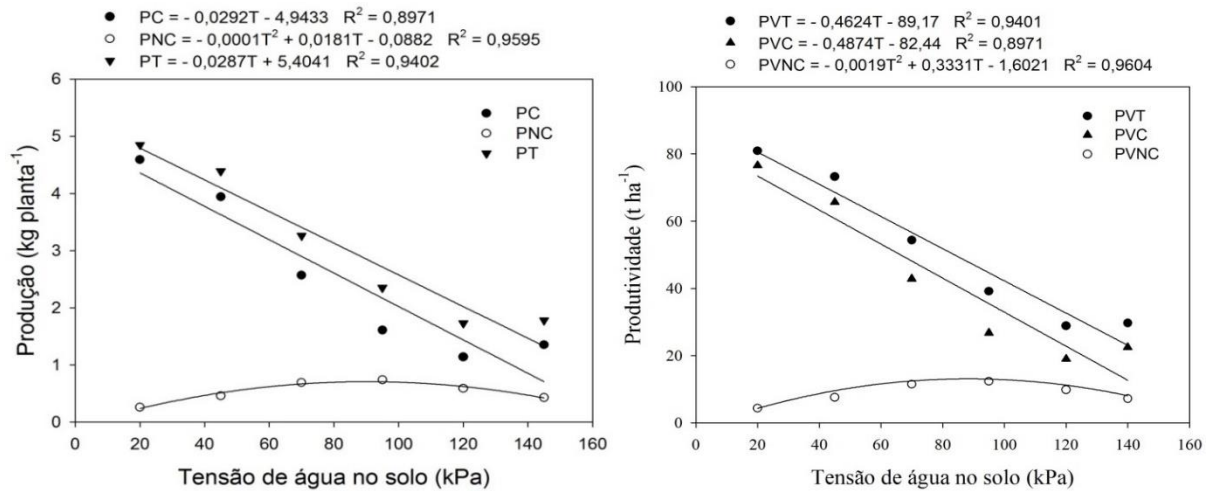
A produção total e comercial de frutos por planta se relacionou de forma linear decrescente ($p \leq 0,01$) e a produção não comercial de forma quadrática ($p \leq 0,05$) com o aumento da tensão de água no solo (FIGURA 2). Os coeficientes de determinação apresentados (R^2) demonstram que 94,02%, 89,71% e 95,95% das variações ocorridas na produção total, comercial e não comercial de frutos por planta, respectivamente, em função das tensões de água no solo, são explicadas pelas regressões apresentadas.

A máxima produção total e comercial de frutos por planta foi obtida quando se usou a tensão de 20 kPa (4,85 e 4,59 kg planta⁻¹ respectivamente), reduzindo seu valor até a tensão de 145 kPa. Desta forma, fica evidenciado o efeito das altas tensões de água no solo sobre a produção de frutos do tomateiro. Para a produção de frutos não comerciais, observa-se um comportamento quadrático crescente, cujo ponto de máxima foi obtido na tensão de 90,5 kPa, resultando em uma produção de 0,7 kg planta⁻¹. A menor produção de fruto não comercial foi obtida com a tensão de 20 kPa (0,26 kg planta⁻¹). A produção total (comercial + não comercial) foi de 4,85 kg planta⁻¹ na tensão de 20 kPa.

Nas condições deste trabalho, a maior produção total e comercial de frutos do tomateiro ocorreu na tensão de 20 kPa, ou seja, com um maior conteúdo de água no solo. No entanto, nem sempre uma maior disponibilidade hídrica proporcionará maior produção econômica de frutos (rentabilidade financeira). A produtividade comercial e total reduziu linearmente com as tensões de água no solo, e a produtividade não comercial respondeu de forma quadrática (Figura 2).

A maior produtividade de frutos comerciais para a cultivar estudada ocorreu quando se usou a tensão de 20 kPa (76,57 t ha⁻¹), reduzindo seu valor até a tensão de 145 kPa (22,47 t ha⁻¹). Para a produtividade de frutos não comerciais, observa-se um comportamento quadrático crescente, cujo ponto de máxima foi obtido na tensão de 87,66 kPa, resultando em uma produtividade de 13,00 t ha⁻¹. A menor produtividade de frutos não comercial foi obtida com a tensão de 20 kPa (4,84 t ha⁻¹). A produtividade total (comercial + não comercial), em 20 kPa, foi de 80,92 t ha⁻¹, estando acima da média nacional obtida no ano de 2016, que foi de, aproximadamente, 64 t ha⁻¹ (IBGE, 2017). Observa-se ainda que 89,71% e 96,04% das variações ocorridas na produtividade de frutos comerciais e não comerciais, respectivamente, em função das tensões de água no solo, são explicadas pelas regressões.

Figura 2 -Produção total (PT), comercial (PC) e não comercial (PNC) de frutos por planta e Produtividade total (PVT), comercial (PVC – diâmetro transversal > 50 mm) e não comercial (PVNC - diâmetro transversal <50 mm) do tomateiro Dominador F1 em diferentes tensões de água no solo (20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa).



Fonte: Autores.

Para o número de frutos gigantes (FG) não houve significância. Na Figura 3 estão apresentadas as regressões para o número de frutos por classe, em que se observa comportamento quadrático para o número de frutos pequenos e linear para frutos médio e grande.

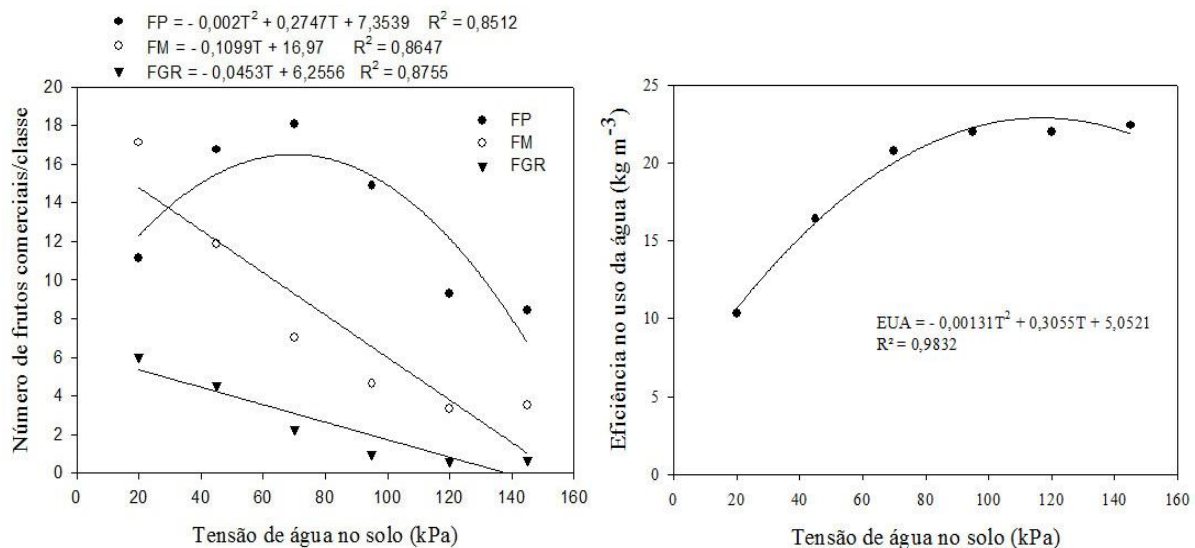
O número de frutos pequenos ($50 < 65$ mm) apresentou comportamento quadrático com o ponto de máxima em 68,67 kPa, obtendo 16,79 frutos. Observa-se ainda que 85,12% da variação do número de frutos pequenos em função da tensão de água no solo pode ser explicada pela regressão quadrática. Para o número de frutos médios ($65 < 80$ mm), observa-se que a tensão de 20 kPa foi a que proporcionou o melhor resultado (17,12 frutos) e que 86,47% da variação dessa variável em função das tensões de água no solo pode ser explicada pela regressão linear.

Para o número de frutos grandes ($80 < 100$), nota-se que o maior valor foi obtido em 20 kPa (6 frutos) e que 87,55% da variação dessa variável em função das tensões de água no solo pode ser explicada pela regressão linear. O estudo do efeito das tensões de água no solo sobre o tamanho dos frutos está relacionado a comercialização dos mesmos, uma vez que frutos maiores recebem melhores preços.

A eficiência no uso da água pelo tomateiro apresentou comportamento quadrático, em face das diferentes tensões de água no solo (Figura 3), sendo que 98,31% da variação no uso eficiente da água em função das tensões de água no solo podem ser explicadas pela regressão

quadrática. A maior eficiência no uso da água (23 kg m^{-3}) foi observada no ponto de máxima da curva, na tensão de 117,5 kPa (corresponde a uma lâmina de irrigação de, aproximadamente, 117,32 mm).

Figura 3 - Número de frutos comerciais por classe (FP: fruto pequeno – $50 < 65 \text{ mm}$; FM: fruto médio - $65 < 80 \text{ mm}$; FGR: fruto grande – $80 < 100 \text{ mm}$) e Eficiência no uso da água (EUA) do tomateiro Dominador F1 em diferentes tensões de água no solo (20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa).

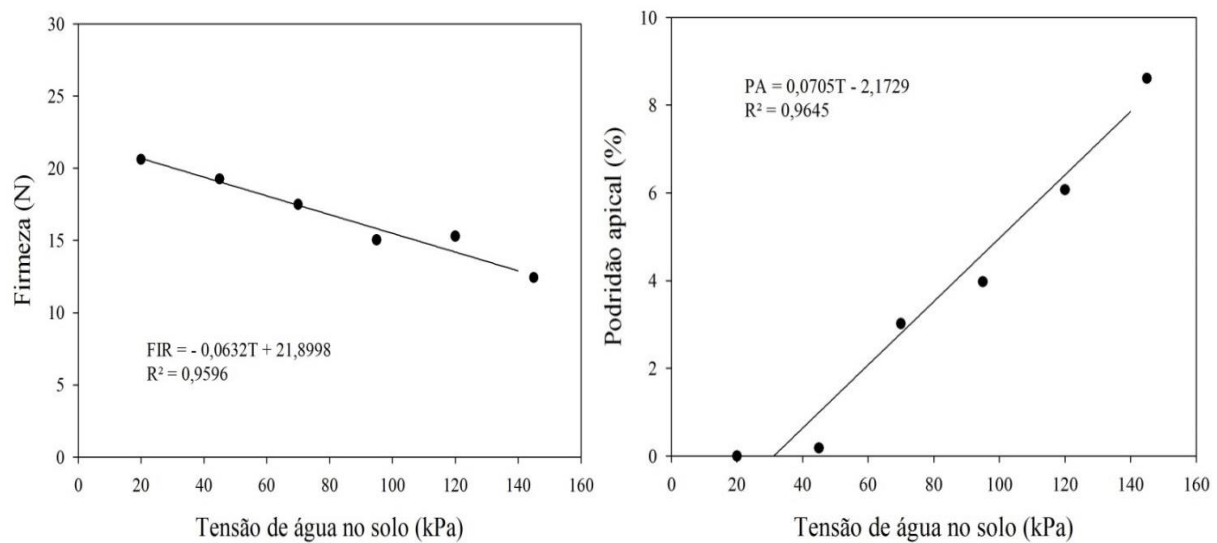


Fonte: Autores.

Na Figura 4 é apresentada a regressão para a firmeza dos frutos do tomateiro Dominador F1 em função das diferentes tensões de água no solo. De acordo com a equação gerada a firmeza do fruto de tomate decresceu linearmente com o aumento da tensão de água no solo. A maior firmeza do fruto ocorreu na tensão de 20 kPa. Nota-se que para cada unidade de tensão acrescentada há uma redução da firmeza do fruto em 0,063 N. A redução da firmeza dos frutos pode ter ocorrido, possivelmente, devido a uma menor translocação de cálcio para os frutos quando se aumentou as tensões de água no solo.

Na Figura 4 está representando, por regressão linear, o comportamento da incidência de podridão apical em função das diferentes tensões de água no solo. A resposta do tomateiro à podridão apical, nas diferentes tensões de água no solo, foi linear e crescente com o aumento da tensão de água no solo (menor conteúdo de água no solo). Os menores valores foram obtidos nas tensões de 20 e 40 kPa (0 e 0,18%, respectivamente).

Figura 4 - Firmeza (FIR) e Incidência de podridão apical de frutos do tomateiro Dominador F1 em diferentes tensões de água no solo (20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa).



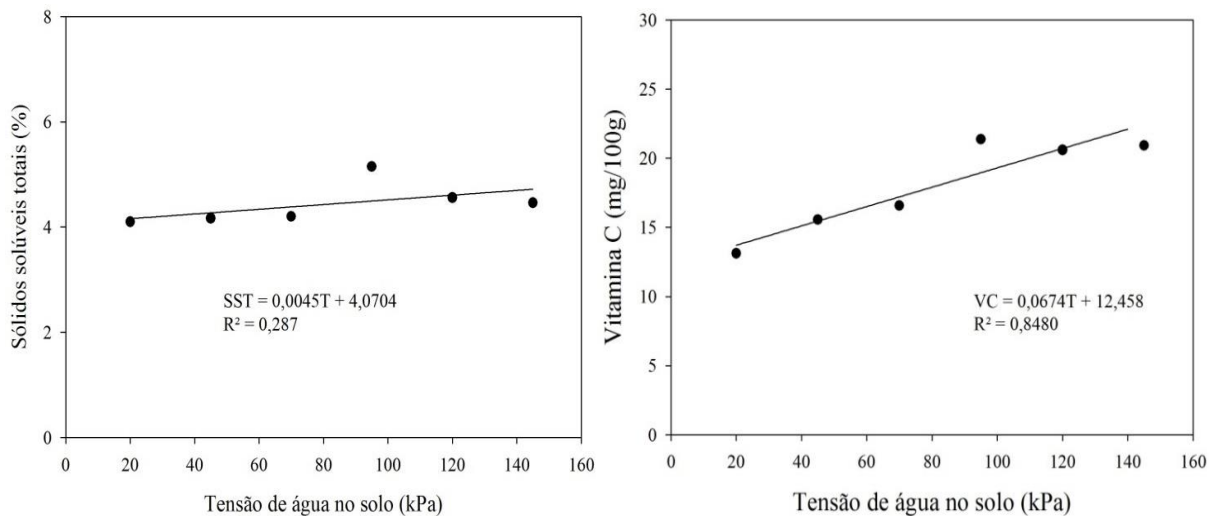
Fonte: Autores.

O (sólidos solúveis totais) apresentou comportamento linear crescente em função das tensões de água no solo, com nível de significância de 5%, indicando haver um aumento dessa variável até a tensão máxima avaliada (Figura 5).

O menor percentual de sólidos solúveis totais foi observado na tensão de 20 kPa, havendo um ligeiro aumento nas maiores tensões. A equação gerada, apesar de significativa ($p \leq 0,01$), apresentou um baixo coeficiente de determinação ($R^2 = 0,287$), indicando uma baixa explicação da variação dos sólidos solúveis totais em função das tensões pela equação gerada. Assim, para cada unidade de tensão acrescentada (kPa), verifica-se, pela equação gerada, que há o acréscimo de 0,0045%.

Na Figura 5 é apresentando a regressão para o teor de vitamina C nos frutos em função das diferentes tensões de água no solo. A resposta para o teor de vitamina C foi linear crescente com a tensão de água no solo. O menor teor dessa variável ocorreu na tensão de 20 kPa (13,81 mg/100g). Esse fato já era esperado, pois há aumento da produção de ácido ascórbico (Vitamina C) em condições de estresse hídrico.

Figura 5 - Sólidos solúveis totais (SST) e Teor de vitamina C (VC) de frutos do tomateiro Dominador F1, em diferentes tensões de água no solo (20, 45, 70, 95, 120 e 145 kPa).



Fonte: Autores.

4. Discussão

Resultado semelhante a este foi encontrado por Morales et al. (2015), encontrando um maior número de frutos de tomate em solos com teor de umidade próximo a capacidade de campo. Santana et al. (2010) encontraram maiores números de frutos de tomate com a aplicação de uma lâmina de irrigação de aproximadamente 500 mm.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005), a redução no peso fresco do fruto é um dos sintomas ocasionado pelo déficit hídrico.

Silva et al. (2013), estudando o cultivo de tomate em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração, observaram redução de 48,96% em peso, quando se reduziu o fornecimento de água para o tomateiro. Os dados obtidos por Morales et al. (2015) corroboram com este trabalho, pois encontraram maior massa média de fruto ($94,16 \text{ g fruto}^{-1}$) em um maior conteúdo de água no solo (umidade próxima à capacidade de campo). dos Anjos Soares et al. (2013) também encontrou média maior ($61,14 \text{ g fruto}^{-1}$) para frutos do tomateiro com reposição de até 120% da evapotranspiração real da cultura.

Resultado semelhante foi encontrado por Morales (2012), ao avaliar a resistência ao déficit hídrico em famílias de tomateiro, onde observou-se que a produção de frutos pela cultivar TOM-684 reduziu de 4,99 para $1,85 \text{ kg planta}^{-1}$, ao diminuir o conteúdo de água no solo de 100% para 25% da capacidade de campo, respectivamente.

Monte et al. (2013) concluíram que o aumento na quantidade de água aplicada via irrigação, acima de 80% da evapotranspiração da cultura, promove maior consumo de água e energia sem, no entanto, proporcionar aumento na produção comercial de frutos do tomateiro.

A tensão que proporcionou maior produtividade de frutos comerciais (20 kPa) difere da encontrada por Sá et al. (2005), que para o híbrido Raíza N, para a tensão crítica de 80 kPa obteve produtividade de 83,56 t ha⁻¹, com o sensor de umidade instalado a 20 cm de profundidade. Isso demonstra que, primeiramente, é importante informar a profundidade que se instalou o sensor de umidade, e que a tensão crítica pode variar para cada cultivar utilizada, carecendo de estudos individuais.

Morales et al. (2015), ao avaliarem a resistência ao déficit hídrico em 20 famílias de tomateiro, observou comportamento diferenciado entre elas, como incidência de podridão apical, teor de água na folha e a produção de frutos. Kalungu (2008), trabalhando com a cultivar Débora Plus, constatou produtividade comercial de 78,7 t ha⁻¹ com maiores lâminas de reposição (72,48 L planta⁻¹ ciclo⁻¹).

Desta forma, nota-se que menores tensões de água no solo (20 kPa) favorecem frutos maiores, diferentemente do encontrado por Sá et al. (2005), encontrando frutos maiores em tensões de 112 kPa. Essa grande diferença pode estar relacionada à profundidade de instalação do sensor. Esse fato pode ter ocorrido devido a profundidade de instalação dos sensores de umidade do solo (10 cm de profundidade). Delazari (2014) também encontrou frutos grandes com maiores lâminas de irrigação para o tomateiro híbrido comercial Carina TY. Resultado corroborado por Bernardo (1995), pois segundo o autor, em déficit muito acentuado ocorre a redução dessa variável.

Delazari (2014), avaliando o efeito de lâminas de irrigação sobre o cultivo do tomateiro híbrido comercial Carina TY, também observou efeito significativo entre os tratamentos. De acordo com o autor, a lâmina de 275,5 mm foi a que proporcionou maior EUA (36,02 kg m⁻³). No entanto, as respostas do tomateiro variam para cada cultivar utilizada. Silva et al. (2013), encontraram significância entre lâminas de irrigação com uma EUA de 6,75 kg m⁻³, para a cultivar Caline IPA 6. Marouelli e Silva (2007) não observaram influência dos regimes de irrigação nos valores da eficiência no uso da água pelo tomateiro 'Heinz 9992', constatando valor médio na EUA de 39,4 kg m⁻³.

Macedo e Alvarenga (2005) encontraram efeito significativo para a pectina solúvel em frutos de tomateiro submetido a diferentes lâminas de irrigação, encontrando o maior valor (204,74 mg/100g) na reposição de 100% e menor valor (144,25 mg/100g) com reposição de 80% da evapotranspiração da cultura.

De acordo com Chitarra e Chitarra (2005) o conteúdo de água nas células também é outro fator que contribui para a firmeza dos frutos, pois com o aumento do turgor celular, os vacúolos alargam-se e pressionam as paredes celulares, pressionando fortemente umas contra as outras, proporcionando turgidez ao tecido vegetal.

O estágio de maturação dos frutos pode influenciar significativamente a firmeza do mesmo. A firmeza do fruto é importante tanto porque possibilita que frutos firmes possam ser colhidos em estádios mais adiantados de maturação quanto para a comercialização, pois trata-se de uma característica muito exigida pelos consumidores (Paula, 2013; Andreuccetti et al., 2007).

De acordo com Oliveira et al. (1999), a firmeza do fruto é influenciada pela espessura da casca, firmeza da polpa e pela estrutura interna do fruto, ou seja, relação pericarpo/material placentar, que por sua vez depende da cultivar. Para Auerswald et al. (1999), variedades longa vida apresentam aumento do diâmetro da parede celular, levando maior firmeza aos frutos.

Sá (2004), ao avaliar o efeito do déficit hídrico sobre o híbrido Raísa N, observou efeito significativo entre os tratamentos, porém com incidência de podridão apical abaixo de 1%, considerado baixo pelo autor. De acordo com o mesmo autor, tanto o excesso quanto o déficit de água podem provocar o aparecimento de podridão apical (menor absorção de cálcio), pois para o híbrido Raísa N a tensão que proporcional menor (0,32%) aparecimento desse distúrbio foi 80 kPa. Para Papadopoulos (1991), na maioria dos casos, a deficiência de cálcio na planta é induzida, sendo a principal causa o stress de água na planta devido a irrigações deficitárias ou excessivas, ou então devido a oscilações do teor de umidade do solo, como constatado por Ozbahce e Tari (2010).

Para Faquin (2005), se a concentração de cálcio no xilema for baixa ou a taxa de transpiração do fruto for muito pequena (como ocorre em altas tensões de água no solo), ocorre a competição de cálcio entre folhas e frutos, acarretando em baixo suprimento desse elemento no fruto, podendo favorecer a podridão apical.

Apesar do sistema de produção influenciar na acidez titulável (teor de ácido cítrico) (KROLOW; SCHWENGBER; RERRI, 2007), para as condições desse trabalho não houve tal influência, apresentando um valor médio de 0,42%. Resultado semelhante foi encontrado por Macêdo e Alvarenga (2005) para o híbrido F1 Bonus (0,27%) e por Delazari (2014) para o tomateiro híbrido comercial Carina TY. De acordo com Panagiotopoulos e Fordham (1995), frutos de tomate com teores de ácido cítrico abaixo de 0,44% são considerados insípidos.

Delazari et al. (2016) encontrou efeito quadrático para o teor de sólidos solúveis totais, com o aumento das lâminas de irrigação. De acordo com o autor, o valor mais elevado (4,2%) foi obtido com a aplicação de 446 mm de água no ciclo do tomateiro híbrido UG 8169.

Segundo Hanson et al. (2006), uma alta disponibilidade de água para as plantas durante o estágio de amadurecimento dos frutos pode ter um efeito negativo sobre o teor de sólidos solúveis totais, pois pode reduzir a quantidade de açúcares nas frutas, aumentando o custo de sua desidratação durante a produção de polpa de tomate.

De acordo com Hobson e Grierson (1993), tomates comerciais maduros apresentam média de 4,5% de sólidos solúveis, valor próximo ao encontrado neste trabalho. Para Kader et al. (1978), frutos de alta qualidade contêm mais de 3% de sólidos solúveis totais.

Resultado semelhante foi observado por Soares et al. (2013b), para a cultivar Super Marmande, constatando que frutos produzidos com as maiores lâminas de água na fase de frutificação apresentaram menores teores de vitamina C - ácido ascórbico - (11,10 mg/100g).

Apesar dos teores de vitamina C encontrados neste trabalho serem menores do que os recomendados por Davies (1991), (23 mg/100g de fruto fresco), vários trabalhos têm demonstrado que estes teores no fruto podem variar de 7,20 a 45,60 mg/100g, sendo dependente da época do ano, cultivar, luz, adubação e substrato (SOARES et al., 2013b).

5. Considerações Finais

Para a obtenção de maiores valores de: produção e produtividade de frutos comerciais, número de frutos por planta, número de frutos grandes e médios e massa média de frutos comerciais, deve-se irrigar quando a tensão de água no solo estiver em torno de 20 kPa, à profundidade de 20 cm;

A eficiência no uso da água, foi relevante até tensão de 116,57 kPa.

A qualidade dos frutos foi favorecida em tensões de água no solo próximo de 20 kPa.

Referências

Agriannual (2016). *Anuário da Agricultura Brasileira: Tomate*. São Paulo. 435- 441, 470.

AgriStar(2015). *Semente Tomate Caqui (IND) Híbrido Dominador F1*. Recuperado de <http://agriStar.com.br/topseed-premium/tomate-caqui-ind-hib/dominador-f1/2730>.

Aksic, M., Gudzic, S., Deletic, N., Gudzic, N., & Stojkovic, S. (2011). Tomato fruit yield and evapotranspiration in the conditions of South Serbia. *Bulg. J. Agric. Sci*, 17, 150-157.

Alvarenga, M. A. R. (2013). Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia. rev. e ampl. *Lavras: UFLA*.

Andreuccetti, C., Ferreira, M. D., Moretti, C. L., & Honório, S. L. (2007). Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno. *Horticultura Brasileira*, 25(1), 122-126.

Horwitz, W. (2002). *AOAC – Association of Official Agricultural Chemists. Official Methods of Analysis of the Association of AOAC International* by William Horwitz. (Ed.). (17a ed.), Maryland: AOAC International, 2002.

Auerswald, H., Schwarz, D., Kornelson, C., Krumbein, A., & Brückner, B. (1999). Sensory analysis, sugar and acid content of tomato at different EC values of the nutrient solution. *Scientia horticultrae*, 82(3-4), 227-242.

Bernardi, A. C., Werneck, C. G., Haim, P. G., Botrel, N., Oiano-Neto, J., Monte, M. B. D. M., & Verruma-Bernardi, M. R. (2007). Produção e qualidade de frutos de tomateiro cultivado em substrato com zeólita. *Horticultura Brasileira*, 25(2), 306-311.

Bitter, T. Muir, H. M. (1973). A modified uronic acid carbazole reaction. *Analytical Biochemistry*. New York, 4(4), 330-334.

Brasil. Ministério da Agricultura. Portaria nº 76 de 26 de novembro de 1986. Dispõe sobre os métodos analíticos de bebidas e vinagre. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, 1986. Seção 1, pt. 2.

Brito, M. E. B., dos Anjos Soares, L. A., de Lima, G. S., da Silva Sá, F. V., Araújo, T. T., & da Silva, E. C. B. (2015). Crescimento e formação de fitomassa do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. *Irriga*, 20(1), 139-153.

Carvalho, C. R. F., Ponciano, N. J., de Souza, P. M., de Souza, C. L. M., & de Sousa, E. F. (2014). Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. *Ciência Rural*, 44(12), 2293-2299.

Celebi, M. (2014). The effect of water stress on tomato under different emitter discharges and semi-arid climate condition. *Bulgarian Journal of Agricultural Science*, 20(5), 1151-1157.

Chitarra, M., & Chitarra, A. (1806). Pós-colheita de frutas e hortaliças: fisiologia e manuseio. Lavras: UFLA, 2005. 785.

Davies, M. B., Partridge, D. A., & Austin, J. A. (1991). *Vitamin C: its chemistry and biochemistry*. royal society of chemistry 154.

Delazari, F. T., Giovanelli, L. B., Gomes, R. S., Junior, R. M., Lima, J. D. O., De Freitas, E. M., & Da Silva, D. J. H. (2016). Irrigation water management during the ripening of tomato aiming fruit quality. *African Journal of Agricultural Research*, 11(44), 4525-4531.

Delazari, F. T. (2014). Produção e qualidade de frutos do tomateiro no sistema Viçosa de tutoramento em função do estado hídrico-nutricional. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa.

Faquin, V (2005). *Nutrição Mineral de Plantas*. UFLA/FAEPE. Lavras, MG. 183.

Faria, M. A., et al. (1998) *Manejo da irrigação*. Lavras:UFLA/SBEA, 378.

Ferreira, S. M. R., Freitas, R. J. S. D., & Lazzari, E. N. (2004). Padrão de identidade e qualidade do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill.) de mesa. *Ciência Rural*, 34(1), 329-335.

Gould, W. A. (1974). *Tomato, production, processing and quality evaluation* (635.64 G3).

Gierson, D., & Kader, A. A. (1986). Fruit ripening and quality. In *The tomato crop*, 241-280. Springer, Dordrecht.

Hanson, B. R., Hutmacher, R. B., & May, D. M. (2006). Drip irrigation of tomato and cotton under shallow saline ground water conditions. *Irrigation and Drainage Systems*, 20(2-3), 155-175.

Hobson, G. E., Grierson, D. Tomato (1193). In: Seymour, G. B., Taylor, J. E., Tucker, G. A. (ed). *Biochemistry of fruit ripening*. Londres: Chapman; Hall, 14, 405-442.

IBGE (2017). *Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística*. Recuperado de [ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_\[mensal\]/Fasciculo/lspa_201701.pdf](ftp://ftp.ibge.gov.br/Producao_Agricola/Levantamento_Sistematico_da_Producao_Agricola_[mensal]/Fasciculo/lspa_201701.pdf). Acesso em 23 de abril de 2017.

Lutz, A. (1985). Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 2.

Kader, A. A., Morris, L. L., Stevens, M. A., & Albright-Holton, M. (1978). Composition and flavor quality of fresh market tomatoes as influenced by some postharvest handling procedures. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 103(1), 6-13.

Kalungu, J. W. (2008). Respostas do tomateiro a diferentes lâminas de irrigação, doses de potássio e cobertura do solo em ambiente protegido (Doctoral dissertation, Universidade de São Paulo).

Krolow, A. C. R., Schwengber, J. E., & Ferri, N. L. (2007). Avaliações físicas e químicas de morango cv. Aromas produzidos em sistema orgânico e convencional. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 2(2).

Macêdo, L. D. S., & Alvarenga, M. A. R. (2005). Efeitos de lâminas de água e fertirrigação potássica sobre o crescimento, produção e qualidade do tomate em ambiente protegido. *Ciência e Agrotecnologia*, 29 (2), 296-304.

Marouelli, W. A., & Silva, W. L. (2007). Water tension thresholds for processing tomatoes under drip irrigation in Central Brazil. *Irrigation Science*, 25(4), 411-418.

- McReady, P. M., & McComb, E. A. (1952). Extraction and determination of total pectin materials. *Analytical Chemistry*, 24(12), 1586-1588.
- McGuire, R. G. (1992). Reporting of objective color measurements. *HortScience*, 27(12), 1254-1255.
- Melo, P. C. T. (2014). Produção de sementes de tomate. In: NASCIMENTO. W. M. Produção de sementes de hortaliças. Brasília: *Embrapa*, 2(8), 235- 266.
- Mendes, R. M. D. S., Távora, F. J. A. F., Pitombeira, J. B., & Nogueira, R. J. M. C. (2007). Relações fonte-dreno em feijão-de-corda submetido à deficiência hídrica. *Revista Ciência Agronômica*, 38(1), 95-103.
- Monte, J. A., Carvalho, D. F. D., Medici, L. O., da Silva, L. D., & Pimentel, C. (2013). Growth analysis and yield of tomato crop under different irrigation depths. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(9), 926-931.
- Morales, R. G., Resende, L. V., Maluf, W. R., Peres, L. E., & Bordini, I. C. (2015). Selection of tomato plant families using characters related to water deficit resistance. *Horticultura Brasileira*, 33(1), 27-33.
- Morales, R. G. F. (2012). Resistência ao déficit hídrico em famílias de tomateiro derivados de *Solanum pennellii*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 93.
- Morales, R. G. F., Resende, L. V., Bordini, I. C., Galvão, A. G., & Rezende, F. C. (2015). Characterization of tomato plants subjected to water deficit. *Scientia Agraria*, 16(1), 9-17.
- Nascimento, S. P. D. (2011). Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. *Revista brasileira de engenharia agrícola ambiental*
- Oliveira, M. E. B. D., Bastos, M. D. S. R., Feitosa, T., Branco, M. A. D. A. C., & Silva, M. D. G. G. D. (1999). Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. *Food Science and Technology*, 19(3), 326-332.

Or, D., Wraith, J. M (1997). Agricultural and environmental soil physics. Logan: USU, 218p.

Ozbahce, A., & Tari, A. F. (2010). Effects of different emitter space and water stress on yield and quality of processing tomato under semi-arid climate conditions. *Agricultural Water Management*, 97(9), 1405-1410.

Özbahce, A., Tari, A. F., & Cakir, R. (2012). Influence of various water supply levels and emitter spacing on yield and water use of processing tomato grown in middle Anatolian region of Turkey. *Research on Crops*, 13(1), 262-267.

Panagiotopoulos, L. J., & Fordham, R. (1991) Effects of water stress and potassium fertilisation on yield and quality (flavour) of table tomatões (*Lycopersicon esculentum* Mill.) *Acta Horticulturae*, Leuven379, 113-120.

Patanè, C., Tringali, S., & Sortino, O. (2011). Effects of deficit irrigation on biomass, yield, water productivity and fruit quality of processing tomato under semi-arid Mediterranean climate conditions. *Scientia Horticulturae*, 129(4), 590-596.

Paula, J. T. D. (2013). Qualidade pós-colheita de genótipos de tomateiro colhidos em diferentes estádios de maturação. *Universidade Estadual do Centro-Oeste*, Guarapuava, 2013.

Ribeira, A. C., Guimarães, P. T. G., Vanegas, A. V. H. (1999) Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. *Editora: Viçosa* 5. ed. aproximação, MG, 359.

de Sá, N. S., Pereira, G. M., Alvarenga, M. A., Mattioli, W., & Carvalho, J. D. A. (2005). Comportamento da cultura do tomateiro sob diferentes tensões de água no solo em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 9(3), 341-347.

de Sá, N. S. A. (2004). Cultivo do tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.) em ambiente protegido sob diferentes tensões de água no solo (Doctoral dissertation, Universidade Federal de Lavras.).

Santos, H. D., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. D., Oliveira, V. D., Oliveira, J. D., Coelho, M. R., & Cunha, T. D. (2006). Sistema brasileiro de classificação de solos. Recuperado de <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/199517/1/SiBCS-2018-ISBN-9788570358004.pdf>>

Santos, M. G., Ribeiro, R. V., Machado, E. C., & Pimentel, C. (2009). Photosynthetic parameters and leaf water potential of five common bean genotypes under mild water deficit. *Biologia Plantarum*, 53(2), 229-236.

Scalon, S. D. P. Q., Teodósio, T. K. C., Novelino, J. O., Kissmann, C., & Mota, L. H. D. S. (2011). Germinação e crescimento de *Caesalpinia ferrea* mart. Ex tul. em diferentes substratos. *Revista Árvore*, 35(3), 633-639.

Silva, A. A. et al. (2010). Tomate. *Incaper*, Vitória, ES, 430 p.

Silva, J. M. D., Ferreira, R. S., Melo, A. S. D., Suassuna, J. F., Dutra, A. F., & Gomes, J. P. (2013). Cultivo do tomateiro em ambiente protegido sob diferentes taxas de reposição da evapotranspiração. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(1), 40-46.

Simoes, W. L., Calgaro, M., Coelho, D. S., de Souza, M. A., & Lima, J. A. (2015). Physiological and technological responses of sugarcane to different irrigation systems. *Revista Ciência Agronômica*, 46(1), 11-20.

dos Anjos Soares, L. A., Brito, M. E. B., de Araújo, T. T., da Silva Sá, F. V., & Silva, E. C. B. (2013). Morfofisiologia e qualidade pós-colheita do tomateiro sob estresse hídrico nas fases fenológicas. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, 8(1), 35.

Strohecker, R., & Henning, H. M. (1967). Análisis de vitaminas, métodos comprobados (No. QP801. V5 S7e).

Telles, D. D., & Costa, R. (2010). Reúso da água: conceitos, teorias e práticas. (2a ed.), São Paulo: Editora Blucher.

Luz, J. M., Bittar, C. A., Oliveira, R. C., Nascimento, A. R., & Nogueira, A. P. (2016). Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. *Horticultura Brasileira*, 34(4), 483-490.

Van Genuchten, M. T. (1980). A closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. *Soil science society of America journal*, 44(5), 892-898.

Vilas Boas, A. A. de C, Dissertação de Mestrado, (2014). Qualidade pós-colheita de frutos de tomateiro em função de fontes de cálcio. *Universidade Federal de Lavras*, Lavras, 94.

Porcentagem de contribuição de cada autor no manuscrito

Rogério Rangel Rodrigues – 30%

Samuel Cola Pizetta – 10%

Mario Euclides Pechara da Costa Jaeggi – 10%

Richardson Sales Rocha – 10%

Rita de Kássia Guarnier da Silva – 10%

Derivaldo Pureza da Cruz – 2,5%

Israel Martins Pereira – 2,5%

Josimar Nogueira Batista – 2,5%

Jaídson Gonçalves da Rocha – 2,5%

Magno do Carmo Parajara – 2,5%

Geovana Cremonini Entringer – 2,5%

Geraldo de Amaral Gravina – 2,5%

Rogério Figueiredo Daher – 2,5%

Alexandre Gomes de Souza – 2,5%

Edevaldo de Castro Monteiro – 2,5%

Vinicius de Freitas Mateus – 2,5%

Samyra de Araújo Capetini – 2,5%