

DESENVOLVIMENTO DA CULTURA DO TOMATE (*Solanum lycopersum* L.) COM DIFERENTES NÍVEIS DE IRRIGAÇÃO

DEVELOPMENT OF TOMATO (*Solanum lycopersum* L.) CULTURE WITH DIFFERENT IRRIGATION LEVELS

HEITOR VINICIUS BARCELOS FERREIRA¹; IGOR FELIPE MEDEIRA²; LUIS MIGUEL SCHIEBELBEIN³

Resumo: A irrigação por gotejamento e o arranjo das plantas têm se mostrado os fatores mais importantes no processo produtivo e contribuem para a melhoria da qualidade dos frutos e maior eficácia no uso da água. O presente artigo teve com o tema central o desenvolvimento da cultura do tomate com diferentes níveis de irrigação. O objetivo foi avaliar o efeito de disponibilidade hídrica no estabelecimento e crescimento inicial de mudas de tomate da variedade Giuliana. Inicialmente foi coletado o solo da área da fazenda escola Cescage, localizada em Ponta-Grossa – Pr. Os vasos foram preenchidos com pedra no fundo, com uma camada de pano bidim e o solo foi colocado por cima, para escoar a água. As mudas foram transplantadas aos vasos com três tipos de irrigação, diariamente, a cada dois dias e uma vez por semana, após isto, as mudas foram pesadas e medidas. As avaliações eram realizadas semanalmente e na última foi pesado a massa das raízes de todos os tratamentos. Conclui-se com esta análise que com 11 dias já foi possível verificar que houve um crescimento duplicado das plantas que foram irrigadas uma vez por semana, após 25 de DAT as plantas mantiveram o crescimento constante. Com isso é correto afirmar que a irrigação constante na cultura do tomate influencia no crescimento inicial e no desenvolvimento da cultura, ainda mais por se tratar de uma cultura que necessita de bastante água para o desenvolvimento.

Palavras-chave: Irrigação. Produtividade. Tomate. Água no solo.

Abstract: Drip irrigation and plant arrangement have been shown to be the most important factors in the production process and contribute to improving fruit quality and greater efficiency in water use. The present article had as its central theme the development of the tomato crop with different levels of irrigation. The objective was to evaluate the effect of water availability on the establishment and initial growth of tomato seedlings of the Giuliana variety. Initially, soil was collected from the Cescage school farm area, located in Ponta Grossa – Pr. The pots were filled with stone at the bottom, with a layer of bidim cloth and the soil was placed on top, to drain the water. The seedlings were transplanted into pots, three types of irrigation were performed, daily, every two days and once a week, after which the seedlings were weighed and measured. The evaluations were carried out weekly and in the last evaluation the mass of the roots of all treatments was also weighed. It is concluded with this analysis that with 11 days it was already possible to verify that there was a double growth of the plants that were irrigated once a week, after 25 DAT the plants maintained the constant growth. With this it is correct to state that the constant irrigation in the tomato crop influences the initial growth and development of the crop, even more so because it is a crop that needs a lot of water for development.

Keywords: Irrigation. Productivity. Tomato. Water soil.

¹ Acadêmico do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa – PR, Brasil. E-mail: heitorvbf@hotmail.com (autor para correspondência).

² Acadêmico do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa – PR, Brasil. E-mail: igormfeliipe@gmail.com

³ Docente do Curso de Agronomia, Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, Ponta Grossa – PR, Brasil. E-mail: luis.miguel@cescage.edu.br

INTRODUÇÃO

O tomateiro está inserido na família Solanaceae, pertencente ao gênero *Solanum*, e tem como nome científico *Solanum lycopersum* L. É uma planta de tipo de crescimento herbáceo, caráter perene de sobrevivência, mas é cultivada como uma cultura anual no sistema de produção agrícola. É considerada uma planta autógama, com polinização cruzada natural na faixa de 0,5 a 4%, produzindo frutos de coloração geralmente vermelha ou amarela, e podem apresentar coloração preta, branca, rosa ou alaranjada, mas que não são atrativas ao mercado consumidor. Seu centro de origem foi determinado na América Latina, mais precisamente entre o Equador e a região norte do Chile, com altitude de adaptação variando de 0 a 2000 m de altura (BECKER *et al.*, 2016).

A cultura do tomate está entre as olerícolas de maior importância econômica mundial, onde no Brasil, por exemplo, tem uma produção de aproximadamente 4,1 milhões de toneladas em uma área de cultivo de 65 mil hectares (LUZ *et al.*, 2016). O consumo dos frutos geralmente é in natura, mas existe uma forte produção direcionada para a indústria de processamento de molhos, pastas e sucos, tendo como maiores processadores industriais destes frutos, os estados de Goiás com 86% das agroindústrias de atomatados, seguido de São Paulo com 12,7% e Minas Gerais com 1,3% (VILELA *et al.*, 2012).

Os frutos do tomateiro estão inseridos nas dietas contemporâneas e são famosos pela sua suculência, sendo também considerados uma fonte de nutrientes, tendo em sua composição substâncias que atuam de forma benéfica para o corpo humano, como é o caso do carotenoide licopeno, betacaroteno, ácido ascórbico, entre outros componentes fenólicos que possuem características de reduzir a ocorrência de doenças cardiovasculares e também na redução dos efeitos dos radicais livres no organismo humano (BREKSA *et al.*, 2015; CHANFORAN *et al.*, 2012).

A produção de tomates direcionada a industrialização vem crescendo nos últimos anos devido ao maior valor repassado aos produtores pelas indústrias em comparação aos tomates comercializados no mercado in natura. Para essa parcela da produção, os agricultores dão preferência a cultivares que apresentam crescimento determinado, isso porque as plantas apresentam maior adaptação ao cultivo mecanizado devido ao seu menor porte e também a uniformização da maturação que permite escalonamento da produção e também maior aproveitamento dos frutos (CARVALHO; CAMPOS, 2009; LUZ *et al.*, 2016).

Embora as cultivares existentes no mercado apresentem grande produtividade, a ocorrência de doenças causadas por diferentes bactérias, fungos e vírus são um empecilho ao potencial produtivo do tomateiro, limitando o desenvolvimento das plantas. Além disso, o período pós-colheita do tomate é muito delicado, sendo considerado um fruto altamente perecível, o que aumenta os custos e esforços na sua conservação e para lidar com a manutenção da atividade metabólica, fragilidade do pericarpo e com a vasta gama de patógenos que podem influir em doenças (BRITO; CASTRO, 2012; FERRAZ *et al.*, 2012).

Levando em consideração estas informações, nota-se que para o desenvolvimento do cultivo do tomate é necessário um grande investimento em novas tecnologias e também a parceria entre todos os agentes da cadeia produtiva como produtores, institutos de pesquisa, agroindústrias, entre outros, para que o grau de especialização, tecnificação, e o conhecimento de mercado e produção seja elevado, fazendo com que todos os setores do sistema de produção sejam melhorados, como o melhoramento genético, práticas culturais, sistemas de cultivo e demais atores possam superar entraves como riscos climáticos, doenças, fatores abióticos, entre outros (SILVA JUNIOR *et al.*, 2015).

Sendo considerada uma substância primordial para a manutenção da vida no planeta terra, a água está vinculada a toda atividade celular e desta maneira se torna um constituinte vital no desenvolvimento dos vegetais, estando presente em 95% da biomassa das plantas, ela

está relacionada com a manutenção e regulação das moléculas, células, formação de tecidos e dos organismos em si (TAIZ; ZEIGER, 2009; CHAVARRIA; SANTOS, 2012).

Nas plantas, a água é considerada o reagente mais importante na fisiologia das mesmas, participando de vários processos como na germinação das sementes ou respiração na parte da noite, onde auxilia na hidrólise do amido resultando em açúcares solúveis, ou então durante a fotossíntese, quando molécula de água participa da liberação de prótons e elétrons na fase fotoquímica deste processo, ela ainda atua ativamente na regulação de abertura e fechamento dos estômatos, auxiliando nas trocas gasosas realizados pelas plantas (CHAVARRIA; SANTOS, 2012).

Outras participações da água nos processos realizados pelas plantas estão no fluxo de massa, responsável por grande parte do movimento e absorção de nutrientes por estes organismos, além de atuar como reguladora da turgescência das células vegetais, estando assim intimamente ligada com o desenvolvimento das plantas, seja pelo alongamento celular, trocas gasosas, transporte de seiva pelo floema, sustentação do caule, folhas, flores e frutos. E ainda de forma generalizada, a água também pode ser considerada como fonte primária das moléculas de oxigênio disponíveis na atmosfera em decorrência do processo da fotossíntese (PIMENTEL, 2004).

Em relação ao desenvolvimento vegetal, a água atua no crescimento e alongamento celular no momento em que a regulação hormonal causa o relaxamento da parede celular, a água infiltra nas células ocupando os espaços e inflando essa estrutura, fazendo com que as células aumentem de tamanho (TAIZ; ZEIGER, 2013). Além disso, a reprodução das plantas também necessita da água, uma vez que, para a fertilização dos gametas móveis, propagação de esporos, e disseminação de sementes e frutos, a água é um meio importante. Sabe-se que a cada 2 g de matéria orgânica gerada após a decomposição das plantas, cerca de 1 L de água foi necessário ser absorvido pela planta, atuar em todos os processos fisiológicos e metabólicos e ainda serem evaporados para a atmosfera (PIMENTEL, 2004).

Segundo Santana *et al.* (2010), o tomateiro está entre as culturas mais exigentes em disponibilidade hídrica adequada, sendo sensível ao estresse hídrico. Em plantas desta cultura submetidas ao déficit hídrico, pode ser observada a redução do número de flores por cacho e da produtividade, resultando também em perda de qualidade comercial dos frutos maduros, sendo dessa forma necessária a adoção de práticas que viabilizem a produção de tomate com níveis de água ideais para o desenvolvimento das plantas (INCAPER, 2010).

Contudo, quando não existe parâmetro para o fornecimento de água para a cultura do tomateiro como um método eficiente, quantidade adequada e intervalo ideal, a ocorrência de pragas e doenças pode ser maximizada, fazendo com que uma irrigação por exemplo, ao invés de otimizar a produção, acabe trazendo prejuízos tanto no estresse hídrico, como na irrigação exagerada (MENDONÇA; BERÇA; SOUZA, 2019).

Nesse contexto, reflexos do déficit e do excesso de água nas plantas de tomateiro podem ser evidenciadas logo nos frutos das plantas, como é o caso de rachaduras, podridão apical, senescência floral e de frutos, frutos com polpa reduzida, alterações químicas negativas no pH, teor de sólidos solúveis e ácido abscísico dos frutos, número reduzido de frutos classificados como de interesse comercial, aumento do ataque de doenças, mutações genéticas, perda de qualidade nutricional dos frutos, entre outros (SUN; FENG; LIU, 2013; KUŞÇU; TURHAN; DEMİR, 2014; HOTT *et al.*, 2014).

Sendo assim, estudos realizados com foco na disponibilidade hídrica para a cultura do tomateiro são respaldados pela dificuldade que diversos produtores têm de ofertar uma quantidade de água que supra a necessidade hídrica desta cultura, seja por fatores climáticos ou pelo alto custo da implementação de sistemas de irrigação (TELLES; COSTA, 2010). Aliado a isso, os programas de melhoramento genético não apresentaram muitos avanços em relação a materiais com boa adaptação a condições de estresse hídrico, principalmente pela complexidade da

herança genética que transfere essa tolerância as plantas ser determinada por muitos genes (BERNIER *et al.*, 2008).

Sabe-se que quando a demanda hídrica do tomateiro é alcançada em sistemas de irrigação, mantendo a zona radicular úmida dentro da capacidade de campo, em níveis adequados que não alcancem o déficit ou o excesso de água, dificilmente será possível observar diferenças de caráter quantitativo e qualitativo na produção dos frutos (MENDONÇA; BERÇA; SOUZA, 2019). Mas, para que essa irrigação seja otimizada, a qualidade da água ofertada para as plantas deve ser encarada como fator primordial para o bom funcionamento do sistema (GUEDES *et al.*, 2015).

A partir do exposto, o objetivo principal deste artigo foi avaliar o efeito de disponibilidade hídrica no estabelecimento e crescimento inicial de mudas de tomate da variedade Giuliana.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, localizada na cidade de Ponta Grossa, Estado do Paraná, próximo à rodovia BR 376 – KM 503, com coordenadas geográficas de Latitude 25° 10' 37,8'' Sul, Longitude 50° 06' 51,16'' Oeste e Altitude de 975 metros ao nível do mar.

Região caracterizada como Cbf – Clima Subtropical Úmido, com estações do ano bem definidas e sem estação seca, com temperaturas médias de 18° C, com precipitação aproximada de 1500 mm ano, o solo que foi desenvolvido o experimento é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico.

O experimento foi conduzido entre setembro e novembro de 2022, em casa de vegetação, o ambiente corresponde do tipo túnel, com dimensões de 10 m de comprimento, 4 m de largura e 2,5 m de altura, coberto com filme de polietileno transparente.

Os tratamentos foram definidos com o auxílio do orientador para melhor observação dos resultados, sendo estas plantas regadas todos os dias, plantas regadas a cada dois dias e plantas regadas uma vez por semana, foram utilizados 36 vasos com capacidade de 3 L, com altura de 50 cm e diâmetro de 20 cm, obtendo assim 3 tratamentos com 12 repetições.

As mudas de tomate foram obtidas através de um produtor local, da variedade Giuliana, as quais foram transplantadas para os vasos com 50 dias após a semeadura (DAS).

O solo foi coletado na região que corresponde a horta presente na Fazenda Escola do Centro de Ensino Superior dos Campos Gerais – CESCAGE, foi realizada a quebra dos torrões e logo em seguida foi passado por uma peneira de 2mm para que o solo ficasse totalmente uniforme e livre de torrões, em seguida foram pegos os 36 vasos preenchidos com uma pequena camada de pedra brita e uma camada de tecido bidim, em seguida foi adicionado o solo até atingir 90% do vaso preenchido com solo. Após montado os vasos, foi realizado o molhamento durante uma semana até atingir a saturação do solo para que houvesse melhor pegamento das mudas que seriam transplantadas logo em sequência.

O transplante das mudas ocorreu no dia 18 de outubro, quando os vasos foram irrigados até a capacidade de campo, cada vaso recebeu uma muda de tomate, as avaliações realizadas foram determinar a altura de plantas semanalmente durante 5 semanas, após a última avaliação foi retirado o solo dos vasos tomando o cuidado para não danificar as raízes das plantas para que se pudesse obter a alturas das mesmas.

A altura de plantas foi definida com auxílio de uma régua graduada, seu valor corresponde à distância entre a base, a partir do solo, e o ápice da planta.

A altura das raízes foi definida com auxílio de uma régua graduada logo após a realização da última avaliação da massa dos vasos e altura de plantas.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância estatística pelo teste de Shapiro a 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados do tamanho da parte aérea das plantas e o crescimento radicular mostraram ser significativos, acompanhando as variações da frequência de irrigação, as variáveis: altura de planta, e crescimento de raiz, na primeira semana de implantação mantiveram indistintas. A irrigação dividida em tratamentos irrigados todos os dias, tratamentos irrigados a cada dois dias e tratamentos irrigados uma vez por semana, influenciaram diretamente o crescimento das plantas.

Como visto na Figura 1, pode-se perceber que as curvas do tratamento irrigado todos os dias e o tratamento irrigado a cada dois dias são muito próximos, dando a entender que por se tratar de uma cultura que necessita de uma grande quantidade de água para desenvolvimento, ambas tiveram um crescimento parecido e bem superior a curva do tratamento que foi irrigado uma vez por semana.

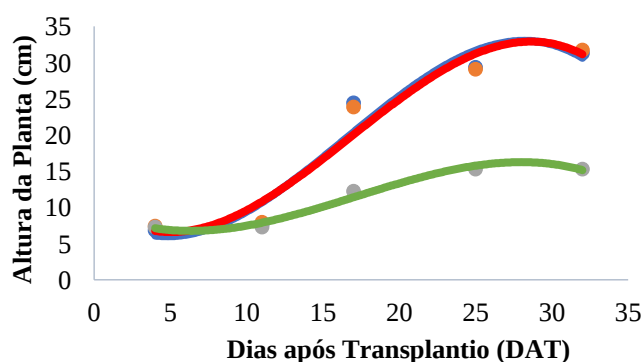


Figura 1 - Curva de crescimento das plantas nos diferentes tratamentos.

Legenda: Tratamento A representado em azul no gráfico – Irrigado todos os dias. Tratamento B representado em vermelho no gráfico – Irrigado a cada dois dias. Tratamento C representado em verde no gráfico – Irrigado uma vez na semana.

No período de 11 dias após o transplante já foi possível verificar que houve um crescimento duplicado das plantas que foram irrigadas uma vez por semana, após 25 de DAT as plantas, a medida das alturas dos tratamentos feito com irrigação mais constante duplicou, e com isso é correto afirmar que a irrigação constante na cultura do tomate influencia no crescimento inicial e no desenvolvimento da cultura, ainda mais por se tratar de uma cultura que necessita de bastante água para o desenvolvimento (Figura 2). Foi percebido também que as plantas do tratamento irrigado todos os dias e a cada dois dias, ambas tiveram um crescimento muito parecido de cerca de $1,36 \text{ cm} \cdot \text{da}^{-1}$ (Figura 2).

Em relação ao crescimento de raiz, pode se perceber através da análise de dados que o tratamento de irrigação a cada dois obtiveram maiores tamanhos de raiz, pois por se tratar de uma cultura que necessita de grande quantidade de água para desenvolvimento, logo a raiz desse tratamento teve crescimento em profundidade maior, pois como dito anteriormente a raiz se desenvolveu mais para conseguir suprir a necessidade de água, logo sua raiz foi mais desenvolvida em relação a comprimento dos demais tratamentos.

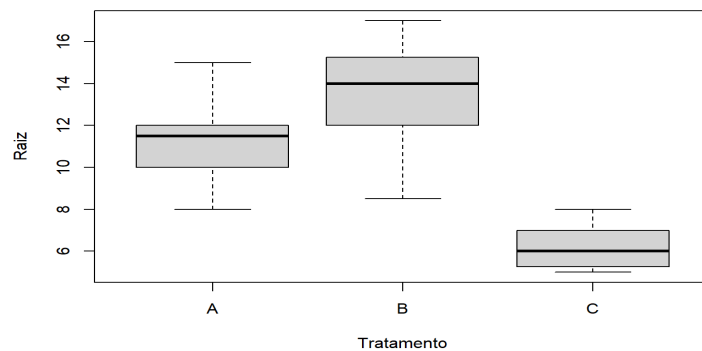


Figura 2 - Dias de tratamento e altura da raiz.

Em contrapartida o tratamento de irrigação todo dia, a raiz não se desenvolveu muito em comprimento por não precisar buscar a água em profundidade para suprir as necessidades de desenvolvimento, pois o suprimento de água necessário foi suprido para as necessidades propostas de crescimento e desenvolvimento.

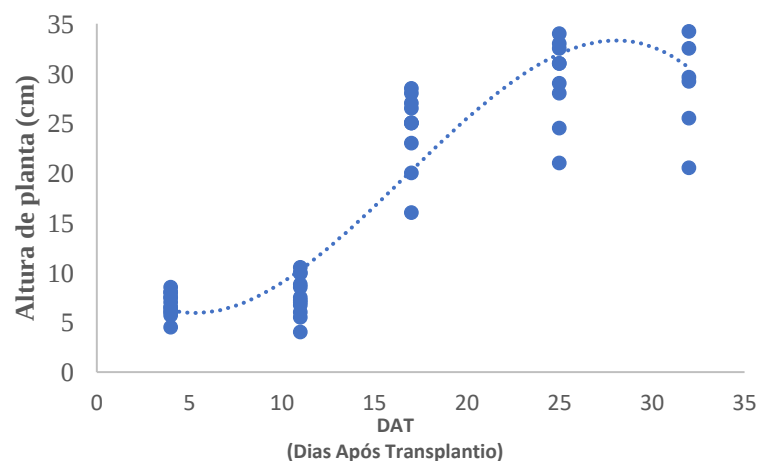


Figura 3 - Tratamento A irrigado todos os dias.

A partir da Figura 3, pode-se notar, que a presença de água na cultura do tomateiro não apresenta resultados significativos, mas à medida que se percorre o gráfico nota-se que a as plantas tiveram crescimento facilitado por conta da irrigação que foi feita todos os dias.

A equação da $f(x)$ ($11,038765 - 3,053887 \text{ DAT} + 0,281405 \text{ DAT}^2 - 0,004630 \text{ DAT}^3$), representa o formato do gráfico mostrado anteriormente. As taxas de variação para o tratamento A no DAT 4 é de -0,42483; DAT 11 é de 1,356565; DAT 17 é de 1,800144; DAT 25 0,836027; DAT 32 é de -1,46591. As taxas de variação para o tratamento B no DAT 4 é de -0,30221; DAT 11 é de 1,264241; DAT 17 é de 1,670502; DAT 25 é de 0,867589; DAT 32 é de -1,09552. As taxas de variação para o tratamento C no DAT 4 é de -0,3371; DAT 11 é de 0,445976; DAT 17 é de 0,66697; DAT 25 é de 0,315169; DAT 32 é de -0,59871. E seu R^2 representado numericamente por $R^2 = 85,04$.

A Figura 4 representa o tratamento B, a diferença em relação ao tratamento A não foi significativa.

As plantas do tratamento A apresentaram um crescimento por dia de avaliação, começando pelo dia de DAT, ou seja, dia do transplantado de -0,42483, a partir do dia 11 o crescimento dessas mudas foi 1,356565 $\text{cm} \cdot \text{dia}^{-1}$, no dia 17 o crescimento das plantas foi de 1,800144

cmda⁻¹; a partir do dia 25 o crescimento das plantas do tratamento A 0,836077 cmda⁻¹, o que representa no gráfico (Figura 4) a curva, no dia 32 o crescimento já foi de -1,46591.

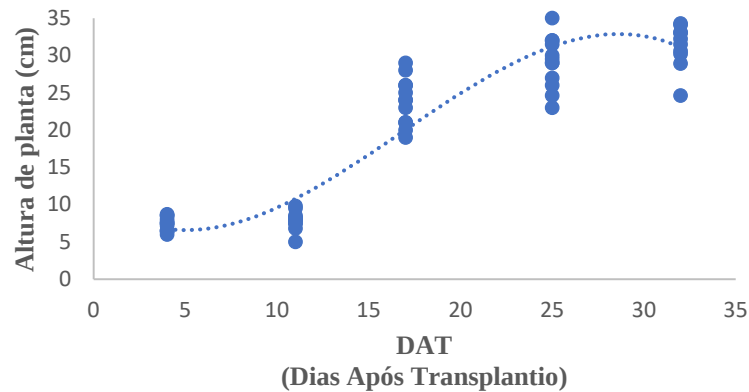


Figura 4 - Tratamento B irrigado a cada 2 dias.

É perceptível também que na Figura 5, o desenvolvimento das plantas foi um pouco mais tardio a curva de crescimento no gráfico se apresentou mais estendida, mas nota-se que o crescimento foi parecido em relação a parte aérea das plantas.

A Figura 5 do tratamento B também possui sua equação que representa o gráfico mostrado anteriormente ($10,67112721 - 1,72556302\text{DAT} + 0,20192941 \text{ DAT}^2 - 0,00400177 \text{ DAT}^3$).

Os dados de crescimento das plantas do tratamento B e representado pelos valores de -0,30221 onde nota-se que após o transplântio das mudas não houveram crescimento significativo, mas após o dia 11 o crescimento seguido das irrigações houve um crescimento de 1,264241 cmda⁻¹, após o dia 17 o crescimento das mudas do tratamento B foi de 1,670502 cmda⁻¹, com esses dois dados apresentados, pode-se perceber que o crescimento do tratamento B foi muito próximo que do crescimento do tratamento A, o crescimento em altura das plantas após o dia 25 foi de 0,867589 cmda⁻¹ e após DAT 32 o crescimento foi de -1,09552 cmda⁻¹.

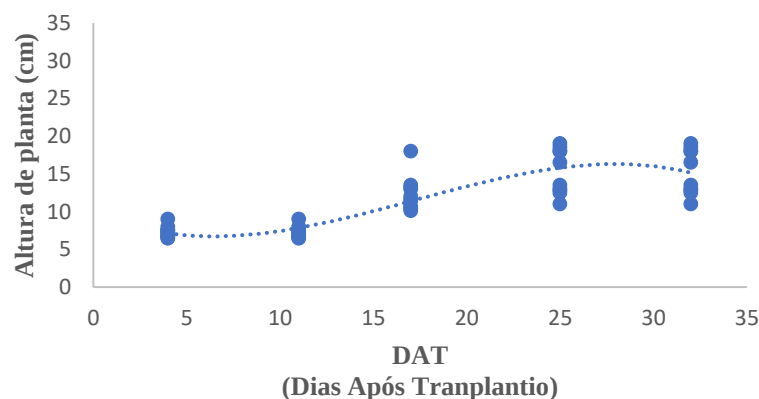


Figura 5 - Tratamento C irrigado a cada 7 dias.

Pode-se perceber que a curva de crescimento do tratamento C, aquele que recebeu por menor disponibilidade de água se comportou de maneira mais achatada próximo os valores, com isso as alturas de plantas se mantiveram menores e menos desenvolvidas constatando assim que a disponibilidade de água na cultura do tomateiro a partir do decimo primeiro dia, onde os

tratamentos A e B apresentaram desenvolvimento maiores em relação ao tratamento C, onde a disponibilidade hídrica foi menor. Tem diferenças significativas e pode-se dizer que futuramente poderia interferir até mesmo no desenvolvimento de frutos nas plantas do tratamento C.

A equação que representa a função $f(x)$ do tratamento C e representada por $(9,81394541 - 1,03853911 + 0,09922379 - 0,00192399)$.

As mudas do tratamento C após o transplântio apresentaram crescimento de -0,3371; após o dia 11 o crescimento das mudas foram de 0,445976 e o crescimento após o dia 17 foi de 0,66697. O que mostra que a cultura do tomate se não houver irrigação constante ou proporcional a cultura tem um déficit de crescimento o que pode influenciar futuramente até mesmo na produção de frutos. No dia 25 o crescimento das plantas foi de 0,315169 cmda⁻¹, e no DAT 32 o crescimento foi de -0,59871 cmda⁻¹.

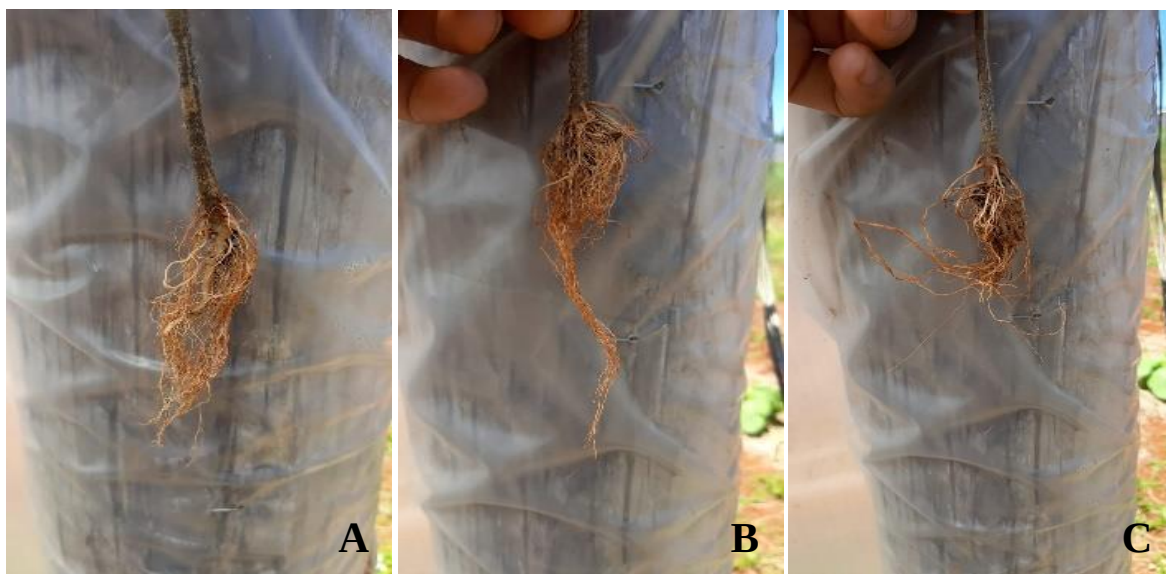


Figura 6 – (A) planta tomate “tratamento A”; (B) planta tomate “tratamento B”; (C) planta tomate “tratamento C”.

Pode-se observar na imagem anterior que as raízes das plantas do “tratamento A” (Figura 6A) ficaram melhor desenvolvidas, mais ramificadas e com bom desenvolvimento.

Já em contrapartida, observa-se que as raízes das plantas do “tratamento B” (Figura 6B), por se tratar do tratamento que recebia água a cada dois dias, e se tratar de uma planta que necessita para seu desenvolvimento de muita água, a mesma se concentrou em desenvolver seu sistema radicular em profundidade para que sane sua “escassez”.

No caso das plantas do “tratamento C” (Figura 6C), estas encontraram-se em situação de pouco desenvolvimento, poucas ramificações e raízes frágeis, por conta da pouca proporção hídrica que a mesma foi exposta.

Através dos dados e das imagens apresentadas, como na Figura 6C, pode-se observar que a média das plantas do “tratamento B” possuem as raízes maiores, ou no caso mais profundas, por se tratar de plantas que sofreram o estresse hídrico e necessitam de água para seu desenvolvimento.

Segundo Santana *et al.* (2010), o tomateiro está entre as culturas mais exigentes em disponibilidade hídrica adequada, sendo sensível ao estresse hídrico. Em plantas desta cultura submetidas ao déficit hídrico, pode ser observada a redução do número de flores por cacho e da produtividade, resultando também em perda de qualidade comercial dos frutos maduros, e diminuição no tamanho de plantas em relação a altura de cada tratamento, sendo dessa forma

necessária a adoção de práticas que viabilizem a produção de tomate com níveis de água ideais para o desenvolvimento das plantas (INCAPER, 2010).

Contudo, quando não existe parâmetro para o fornecimento de água para a cultura do tomateiro como um método eficiente, a quantidade adequada e o intervalo ideal. Sendo assim, com isso através da pesquisa realizada, foi possível notar que um intervalo aceitável para irrigação das mudas do tomateiro é de a cada dois dias, a ocorrência de pragas e doenças pode ser maximizada e também a produção de frutos poderá ser afetada com um intervalo de irrigação maior fazendo com que uma irrigação por exemplo, ao invés de otimizar a produção, acabe trazendo prejuízos tanto no estresse hídrico, como na irrigação exagerada (MENDONÇA; BERÇA e SOUZA, 2019).

No caso da pesquisa realizada neste estudo, revelou-se que as plantas que recebiam água a cada dois dias, acabaram desenvolvendo seu sistema radicular em uma maior profundidade, principalmente para que sanasse assim a escassez d'água.

Nesse contexto, reflexos do déficit e do excesso de água nas plantas de tomateiro podem ser evidenciadas logo nos frutos das plantas, como é o caso de rachaduras, podridão apical, senescência floral e de frutos, frutos com polpa reduzida, alterações químicas negativas no pH, teor de sólidos solúveis e ácido abscísico dos frutos, número reduzido de frutos classificados como de interesse comercial, aumento do ataque de doenças, mutações genéticas, perda de qualidade nutricional dos frutos, entre outros (SUN; FENG; LIU, 2013; KUŞÇU; TURHAN; DEMİR, 2014; HOTT *et al.*, 2014).

Sendo assim, estudos realizados com foco na disponibilidade hídrica para a cultura do tomateiro são respaldados pela dificuldade que diversos produtores têm de ofertar uma quantidade de água que supra a necessidade hídrica desta cultura, seja por fatores climáticas ou pelo alto custo da implementação de sistemas de irrigação (TELLES; COSTA, 2010).

A pesquisa deste estudo revelou também que as plantas que receberam irrigação hídrica a cada sete dias, ou seja, acabaram recebendo menor disponibilidade de água, e a altura das plantas continuaram menores e pouco desenvolvidas.

Com base na pesquisa realizada por Fara (2020), o objetivo desta investigação foi determinar o impacto do intervalo entre as irrigações nas propriedades morfofisiológicas de eficiência fotossintética, produtividade e qualidade dos frutos em tomates. Nesse sentido, foram avaliadas cinco estratégias de irrigação, incluindo irrigação regular, irrigação diária, irrigação a cada três dias, irrigação a cada cinco dias. Em seguida, houve irrigação a cada sete dias e cada dia durante nove dias. As características dos aspectos agrônômicos e morfofisiológicos das culturas foram analisadas. Descobriu-se que a eficiência do período de irrigação de sete dias atingiu seu ápice na produção de frutas, que atingiu a média de toneladas por hectare. Foi mais eficiente na fotossíntese e maior eficiência hídrica durante esses tratamentos. Porém a irrigação diária resulta em menor produção, e maior abertura dos estômatos, porém com menor acúmulo de biomassa devido à menor taxa de fotossíntese juntamente com o aumento da prevalência de pragas e doenças em frutos e plantas. A densidade de raízes foi maior com intervalos de irrigação de 5 ou 7 dias, o que equivale a uma maior profundidade de enraizamento. Assim, o maior intervalo permitiu maior enraizamento e maior abertura estomática e eficiência fotossintética, o que por sua vez levou ao aumento da produtividade.

A pesquisa de Fara (2020) trouxe resultados parecidos com este estudo realizado na Fazenda Escola CESCAGE, pois a maior eficiência hídrica foi observada quando os intervalos de irrigação foram estendidos, o que apoia os resultados positivos na economia de água da cultura do tomate.

Com base na pesquisa realizada por Pires *et al.*, (2009), que teve por objetivo determinar os efeitos de seis diferentes frequências de irrigação no crescimento e na produção de tomates cultivados em ambiente protegido. O estudo foi conduzido em Campinas de novembro de 2003

a abril de 2004. O delineamento do experimento foi em blocos casualizados com quatro repetições e seis tratamentos. Os tratamentos consistiram de seis frequências de irrigação cinco, quatro, três, duas por dia e irrigação em dias alternados. A irrigação foi realizada por gotejamento. O substrato era um compósito de fibra de coco. A frequência de irrigação de três, quatro e cinco vezes ao dia produziu a maior quantidade de frutos de tomate que podem ser vendidos. A maior quantidade e peso de frutos foram obtidos quando os tratamentos foram conduzidos com frequência de irrigação de três, duas e cinco vezes ao dia. A frequência de irrigação foi uma vez ao dia, e em dias alternados produziu maior quantidade de frutos não comercializáveis (fundo preto).

No início, da data de transplântio até aproximadamente 11 dias seguintes, não foi observado um crescimento rápido das mudas, tal fenômeno acontece provavelmente por causa do sistema radicular da cultura que ainda não alcançou certa profundidade do solo que seja apropriada para os pelos radiculares conseguirem estar na área de contato com o solo e consequentemente absorver com melhor eficiência os nutrientes disponíveis na solução do solo.

A pesquisa realizada por Silva *et al.*, (2020) teve o objetivo de avaliar o crescimento de plantas de tomate expostas a vários níveis de reposição de água, que é aplicada por meio de sistemas de gotejamento Subsuperficial, durante duas safras. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro repetições. Cinco níveis de irrigação foram avaliados cinquenta 75, 100, 125, bem como 150% da evapotranspiração da cultura (%ETc) determinada por lisímetros de pesagem. Os resultados foram analisados no desenvolvimento em tomateiro. Cada parcela foi composta por três fileiras de plantas de 5,5 milímetros de comprimento separadas por 1,10 metros de distância e 0,30 metros entre as plantas. Índice de área foliar, área foliar do caule, flor da raiz, fruto e massa seca total foram avaliados aos 45,65 e 85 dias após o transplante das mudas. A irrigação excessiva e insuficiente afetou o desenvolvimento vegetativo das plantas de tomateiro. Os maiores valores para o tamanho da folha e índice de área foliar, bem como para a massa seca total do tomateiro, foram calculados com as lâminas de irrigação que variaram de 96 a 112% da Etc e variando de acordo com o ano de avaliação, bem como o estágio de cultivo. Desenvolvimento em que a planta se encontra. A irrigação excessiva e inadequada provocou declínio na frutificação e floração do tomateiro híbrido BRS Sena. 120,54 t há⁻¹ (BRS SENA). As variáveis de transformação de fruto em flor e eficiência no uso da água foram muito influenciadas por ambas as variáveis e seus maiores valores foram encontrados nos intervalos produtivos de irrigação. Os frutos podres e imaturos foram afetados por esses fatores em ambos os testes. O híbrido BRS SENA apresentou maior quantidade de sólidos solúveis em ambos os testes, sem impacto do intervalo. Os híbridos testados apresentaram diversos comportamentos, quando expostos aos intervalos de irrigação. A duração da irrigação, adaptada às características específicas dos híbridos, mostrou-se uma opção para aumentar a produtividade e, consequentemente, maior eficácia no uso da água.

O crescimento inicial lento das mudas de tomate da pesquisa aconteceu provavelmente devido as plantas estarem gastando uma grande parcela de energia para fixação no solo, sendo que neste período, as raízes são o dreno preferencial dos fotoassimilados.

Outro estudo sobre a produção de tomate e o impacto da irrigação foi realizado no ano 2000 por Oliveira (2020) no qual afirmou que o tomate é relativamente sensível aos efeitos da salinidade, porém, não existem estudos que examinem os efeitos da salinidade durante o estágio de crescimento das mudas da cultura. Neste estudo o objetivo foi determinar a salinidade máxima da água utilizada para irrigação e não tem efeito sobre a produção de mudas de tomate. O experimento foi realizado em um ambiente controlado foi conduzido em blocos aleatórios usando um planejamento fatorial 8x3, dos quais oito foram a salinidade da água de irrigação, bem como a salinidade de três cultivares. O tomate também é sensível ao impacto de salinidade da água de irrigação durante a fase de produção de mudas. A redução de 50% no acúmulo sistema radicular foi observado em EEA 2.82 dS 1. A queda de mais de 50% no acúmulo de

massa seca do sistema radicular aconteceu com Cea 2,82 dS m⁻¹. Houve também uma diminuição de mais de 50% do índice de qualidade de Dickson foi Cea 6,38 DSM m⁻¹. O vigor foi diminuído pela salinidade e a qualidade das mudas que são produzidas a qualidade das mudas, dificultando seu pegamento a campo. As mudas não foram muito afetadas pelos impactos da irrigação, mesmo com salinidade extrema a água é um problema, e nos níveis, esses filhotes demoraram mais para aparecer. O abastecimento de água com solução salina com condutividade elétrica superior a 2,82 dS m⁻¹ inibe a expansão do sistema radicular da plântula, prejudicando o desempenho no campo após o transplante. As cultivares Santa Cruz e Ipa 6 são mudas da mesma procedência com maior crescimento em relação às da cultivar Santa Adélia.

As mudas transplantadas nos três tratamentos possuíam tamanhos entre 6 cm e 8 cm de comprimento, da base da planta no solo até o ápice.

Na primeira semana as plantas não tiveram um aumento de tamanho significativo para diferenciar os três tratamentos, ficando entre 6 cm e 10,5 cm de comprimento.

A pesquisa revelou que com 11 dias após transplantio (DAT) as plantas dos tratamentos A e B cresceram entre 16 cm e 19 cm, e no tratamento C cresceram em média apenas 5 cm; diferenciação observada nos tratamentos com maior disponibilidade hídrica em relação ao tratamento hídrico escasso. Nos 25 DAT os tratamentos A e B mantiveram crescimento constante; as do tratamento C estagnaram. Nos 32 DAT os tratamentos A e B cresceram pouco em relação às avaliações anteriores e o tratamento C continuou estagnado. Com isso é correto afirmar que a irrigação constante na cultura do tomate influencia no seu crescimento inicial e no seu desenvolvimento, por se tratar de uma cultura que necessita de bastante água para se desenvolver.

Contudo, os sistemas de irrigação devem levar em consideração a demanda hídrica da cultivar de tomate utilizada, o clima e a pluviosidade da região produtora, tipo de solo, entre outros fatores, pois, estudos indicam que a variação de tensão ideal de água no solo está entre 30 e 70 kPa, o que gera uma amplitude alta para determinar a irrigação adequada, deixando brechas para estudos mais específicos sobre este assunto.

CONCLUSÃO

Os experimentos realizados indicaram que a disponibilidade hídrica desempenha um papel fundamental no estabelecimento e crescimento inicial das mudas de tomate Giuliana. Foi observado que um fornecimento adequado de água é essencial para o enraizamento eficiente e crescimento vigoroso das mudas. A falta de água resultou em diminuição na taxa de germinação, desenvolvimento de raízes e redução na altura e biomassa das mudas.

No entanto, é importante ressaltar que este estudo se concentrou apenas no estabelecimento e crescimento inicial das mudas de tomate Giuliana. Para uma compreensão completa do efeito da disponibilidade hídrica ao longo de todo o ciclo de vida da planta e em diferentes ganhos de crescimento são necessárias pesquisas adicionais.

REFERÊNCIAS

BECKER, W. F.; WAMSER, A. F.; FELTRIM, A. L.; SUZUKI, A.; SANTOS, J. P.; VAL-MORBIDA, J.; HAHN, L.; MARCUZZO, L. L.; MUELLER, S. Sistema de produção integrada para o tomate tutorado em Santa Catarina. Florianópolis, **Epagri**, 149 p., 2016.

BERNIER, J.; ATLIN, G. N.; SERRAJ, R.; KUMAR, A.; SPANER, D. Breeding upland rice for drought resistance. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 88, n. 6, p. 927-939, 2008.

BREKSA, A. P.; ROBERTSON, L.; LABATE, J. A.; KING, B. A. Physicochemical and morphological analysis of ten tomato varieties identifies quality traits more readily manipulated through breeding and traditional selection methods. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 42, p. 16-25, 2015.

BRITO, L.; CASTRO, S. D. Expansão da produção de tomate industrial no Brasil e em Goiás. **Boletim da Seplan**, 2012.

CARVALHO, C. R. R.; CAMPOS, F. R. Análise dos aspectos econômicos e ambientais da cadeia agroindustrial do tomate no estado de Goiás. **Boletim Goiano de Geografia**, v. 29, p. 163-168, 2009.

CHANFORAN, C.; LOONIS, M.; MORA, N.; CARIS-VEYRAT, C.; DUFOUR, C. The impact of industrial processing on health-beneficial tomato microconstituents. **Food Chemistry**, v. 134, p. 1786-1795, 2012.

CHAVARRIA, G.; SANTOS, H. P. Plant water relations: absorption, transport and control mechanisms. In: MONTANARO, G.; DICHIO, B. (Org.). **Advances in selected plant physiology aspects**. Rijeka: Intech, v. 1, p. 105-132, 2012.

FARA, S. J. **Efeito do intervalo de irrigação no desenvolvimento e produção da cultura do tomate para mesa**. 80 p. Tese de Doutorado – Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2020.

FERRAZ, E. O.; EVANGELISTA, R. M.; CLAUDIO, M. de T. R.; SILVA, B. L.; SOARES, L. P. da R.; CARDOSO, A. I. I. Características físico-químicas em tomates cereja tipo SweetGrape envolvidos por diferentes películas protetoras. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 7115-7122, 2012.

GUEDES, R. A. A.; OLIVEIRA, F. de A.; ALVES, R. de C.; MEDEIROS, A. S.; GOMES, L. P.; COSTA, L. P. Estratégias de irrigação com água salina no tomateiro cereja em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 913-919, 2015.

HOTT, M.; LIMA, V. L.; PEREIRA, L.; SOUZA, J.; REIS, E. Produção de biomassa na fase vegetativa do tomateiro em função da tensão de água no solo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v. 10, n. 18; p. 2389-2398, 2014.

INCAPER - INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL. Tomate. In: PUIATTI, M.; BALBINO, J. M. de S.; FONSECA, M. J. de O.; RONCHI, C. P. **Fisiologia do desenvolvimento do tomateiro**. Vitória: Incaper, cap. 4, p. 85-119, 2010.

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

LUZ, J. M. Q.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA, R. C.; NASCIMENTO, A. R.; NOGUEIRA, A. P. O. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 483-490, 2016.

MENDONÇA, T. G.; BERÇA, A. S.; SOUZA, C. F. Uso da água em tomateiro cultivado com cobertura morta em casa de vegetação. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 13, n. 1, 2019.

OLIVEIRA, C. E. da S. **Efeito da irrigação com água salina na produção de tomate**. 2020.

PIMENTEL, C. **A relação da planta com a água**. Seropédica: RJ: Edur, 191p., 2004.

PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A.; TORRE NETO, A. MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Comunicação Científica - Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, abr.-jun. 2009.

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

SILVA JUNIOR, A. R.; RIBEIRO, W. M.; NASCIMENTO, A. dos R.; SOUZA, C. B. Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. **Conjuntura Econômica Goiana**, v. 34, p. 97-110, 2015.

SILVA JUNIOR, J. F. **Desenvolvimento do tomate em diferentes níveis de irrigação e de doses de salinidade**. 2012.

SILVA, C. J. da; FRIZZONE, J. A.; SILVA, C. A. da; PONTES, N. de C.; SILVA, L. F. M. da; BASÍLIO, E. E. Desenvolvimento do tomateiro industrial em resposta a diferentes níveis de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 25, n. 3, p. 432-448, jul.-set. 2020.

SUN, Y.; FENG, H.; LIU, F. Comparative effect of partial root-zone drying and deficit irrigation on incidence of blossom-end rot in tomato under varied calcium rates. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 64, n. 7, p. 2107–2116, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Trad.: Eliane Romanato Santarém *et al.*, 4. ed., Porto Alegre: Artmed, 2009.

TELLES, D. D.; COSTA, R. H. P. G. **Reúso da água**: Conceitos, teorias e práticas. 2. ed. São Paulo: Blucher, 408 p., 2010.

VILELA, N. J.; ANDRADE, K. P.; FREITAS, R. A.; SILVA, G. O.; BOITEUX, L. S.; RANGEL, R.; CAVALIERI, S. D.; MAROUELLI, W. A.; NASCIMENTO, W. M. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (eds). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília: Embrapa, p. 31-50, 2012.