

Demanda hídrica do tomate de mesa no município de Paranapuã-SP em diferentes épocas de plantio

Water demand of table tomato in the municipality of Paranapuã-SP at different planting times

Demanda de agua del tomate de mesa en el municipio de Paranapuã-SP en diferentes épocas de siembra

Recebido: 03/04/2022 | Revisado: 14/04/2022 | Aceito: 20/04/2022 | Publicado: 24/04/2022

José Bonifácio Martins Filho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9170-5350>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: boni.martins@outlook.com

Caroline Pires Cremasco

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9157-4653>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: caroline.cremasco@unesp.br

Francisco José Noris

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0841-8324>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: f.noris@unesp.br

Rafaela Magalhães dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7201-9021>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: rafaela.m.santos@unesp.br

Julia Silva Pereira dos Santos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1560-315X>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: julia.p.santos@unesp.br

Alexandre Dal Pai

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1283-901X>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: dal.pai@unesp.br

Enzo Dal Pai

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0570-8644>
Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil
E-mail: enzo-dal.pai@unesp.br

Resumo

O tomate é uma das hortaliças mais cultivadas no Brasil, há diversas variedades e sistemas de produção, para que não haja baixos níveis de rendimento nas lavouras é necessário assegurar o requerimento hídrico da cultura. O objetivo deste trabalho foi determinar a demanda e pegada hídrica do tomate de mesa com base na simulação de cultivos para o município de Paranapuã-SP em diferentes épocas do ano. Foi estabelecida como área de estudo o município de Paranapuã-SP, os dados climáticos foram obtidos no Canal CLIMA da UNESP. As simulações de épocas de plantio foram realizadas no software CROPWAT 8.0. A demanda hídrica do tomate por ciclo é maior considerando o plantio em janeiro (347,3 mm) e menor quando plantado em abril (263,8 mm), a pegada hídrica azul aumenta à medida que o plantio é adiado, em função da necessidade de suprir a demanda hídrica do cultivo com aplicação de água via irrigação.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.; Evapotranspiração; Irrigação.

Abstract

Tomato is one of the most cultivated vegetables in Brazil, there are several varieties and production systems, so that there are no low yields in crops it is necessary to ensure the water requirement of the culture. The objective of this work was to determine the demand and water footprint of table tomato based on the simulation of crops for the municipality of Paranapuã-SP at different times of the year. The municipality of Paranapuã-SP was established as the study area, climatic data were obtained from the UNESP CLIMA Channel. The simulations of planting times were performed using the CROPWAT 8.0 software. The water demand of tomatoes per cycle is higher considering planting in January (347.3 mm) and lower when planting in April (263.8 mm), the blue water footprint increases as planting is postponed, depending on the need to supply the water demand of the crop with the application of water via irrigation.

Keywords: *Solanum lycopersicum* L.; Evapotranspiration; Irrigation.

Resumen

El tomate es una de las hortalizas más cultivadas en Brasil, existen varias variedades y sistemas de producción, para que no haya bajos niveles de rendimiento en los cultivos es necesario asegurar el requerimiento hídrico del cultivo. El objetivo de este trabajo fue determinar la demanda y la huella hídrica del tomate de mesa a partir de la simulación de cultivos para el municipio de Paranapuã-SP en diferentes épocas del año. El municipio de Paranapuã-SP fue establecido como área de estudio, los datos climáticos fueron obtenidos del Canal CLIMA de la UNESP. Las simulaciones de tiempos de siembra se realizaron mediante el software CROPWAT 8.0. La demanda de agua del tomate por ciclo es mayor considerando la siembra en enero (347,3 mm) y menor cuando se siembra en abril (263,8 mm), la huella hídrica azul aumenta a medida que se pospone la siembra, dependiendo de la necesidad de suplir la demanda hídrica del cultivo con la aplicación de agua vía riego.

Palabras clave: *Solanum lycopersicum* L.; Evapotranspiración; Riego.

1. Introdução

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é pertencente à família Solanaceae, com origem na América Central, alcançando áreas do México até a Andina. Existem cerca de 7720 SNPs (*Single Nucleotide Polymorphisms*) identificadas (BLANCA et al., 2015) e aproximadamente 201 QTLs (*Quantitative Trait Loci*) (Sol Geomics Network, 2018). E dos 201 QTLs, 18 estão sendo empregados na caracterização da massa do fruto, determinante para o estudo de melhoramento genético no Brasil (LUCIDARME, 2018). Das hortaliças, é a mais produzida, e principalmente consumida *in natura*. Sendo uma das culturas com maior relevância do mundo, se destacando pelo seu valor nutricional, importância social e econômica, geração de renda e pelo fortalecimento da agricultura familiar (Silva, 2015; Carvalho et al., 2014; Philippi, 2016).

O tomate apresenta grande importância na dieta e na alimentação humana, sendo rico em proteínas, compostos bioativos e carboidratos, apresentando também boas composições de antioxidante, tendo exemplo a vitamina C. Ingerir alimentos com alto teor de licopeno, como o tomate, traz benefícios à saúde como a diminuição de doenças crônicas como por exemplo câncer de mama e próstata, e reduz as possibilidades da ocorrência de doenças referentes ao coração (Vargas & Navarini, 2017; Choi et al., 2014).

De acordo com Silva Júnior et al. (2015), o tomateiro possui importância econômica para as indústrias de alimentos e ao setor agrícola em nível mundial. Em âmbito nacional, a tomaticultura no ano de 2020 ocupou 52.117 ha⁻¹ e a produção alcançou mais de 3,7 milhões de toneladas. No Estado de São Paulo, a produção do fruto é expressiva (801.471 toneladas) sendo a produtividade média estadual de 79.440 kg/ha (IBGE, 2021).

A cadeia produtiva é fundamentalmente composta por produtores, atacadistas e varejistas. O cultivo do tomate dispõe de diversos tipos de manejo, de acordo com a região e a tecnologia empregada no plantio, e tem livre mercado com forte sazonalidade de preços e quantidades (Korn, 2017). Entretanto, encontra-se uma influência na produção do tomate referente ao clima e o seu preço de mercado, pois devido às condições climáticas ocorre oscilação entre a oferta e demanda do produto, levando a preços instáveis entre altos e baixos, dificultando o procedimento de controle e estimativa de produção (RECH, 2020).

O tomate de mesa tem um cultivo perene, com hábito arbustivo e crescimento indeterminado, habitualmente conduzido por estacas. A sua raiz principal chega até 1,5 metros de profundidade. As flores e frutos são agrupados em cachos, quando maduros, têm a sua coloração vermelho vivo (Peixoto et al., 2017; Silva, 2015).

São usados tomates híbridos para atender o mercado, em destaque dois grupos, o tomate para indústrias e o tomate de mesa. E essas variedades que são consumidas *in natura* tem como divisão: cerejas, saladas, santa cruz, saladente e italiano. O ciclo referente a essas variedades são entre 95 a 125 dias (Alvarenga, 2013; Embrapa, 2019).

O cultivo do tomate exige necessidades térmicas que podem variar de acordo com a variedade e com a estação do ano (Schmidt et al., 2017). É uma planta que não tolera geadas, pois temperaturas próximas a 0° C podem resultar em queima de

folíolos (EMBRAPA, 1993), do contrário, temperaturas acima de 34°C também podem interferir negativamente no rendimento do tomateiro (Brandão Filho., et al., 2018).

Um ponto de relevância para a cultura do tomateiro é a irrigação, onde a planta precisa de teores adequados de água em todo o seu ciclo, visto que as circunstâncias da umidade do solo são capazes de afetar o rendimento da floração, em quantidade e tamanho dos seus frutos. A alteração da umidade no solo é capaz de ocasionar podridão apical e rachaduras. O estágio onde os riscos são maiores e tendo mais sensibilidade à deficiência hídrica no solo é o início da floração e o desenvolvimento do fruto. (Borba, 2016; Silva, 2015).

Diante do exposto, o objetivo desta pesquisa foi determinar a demanda e pegada hídrica do tomate de mesa com base na simulação de cultivos para o município de Paranapuã-SP em diferentes épocas do ano.

2. Metodologia

2.1 Área de estudo

O município de Paranapuã está situado no Noroeste Paulista tem uma extensão territorial de 140,35 km² e uma população estimada de 4.112 habitantes (IBGE, 2020). Paranapuã situa-se numa altitude 436.1 m, nas coordenadas geográficas: Latitude: 20.0°1.0', Longitude:50.0°33.0' 57.2".

Para a determinação do balanço hídrico foram utilizados os dados climatológicos da Rede Agrometeorológica do Noroeste Paulista, disponíveis no Canal CLIMA da UNESP- Campus de Ilha Solteira (<http://clima.feis.unesp.br/>).

Foram obtidos os dados em escala diária de precipitação, temperaturas médias máximas e mínimas e evapotranspiração de referência estimada pela equação de Penman-Monteith (Allen et al., 1998) de 2011 a 2020 para o município estudado.

Os cálculos relativos ao balanço hídrico foram realizados em planilha eletrônica (ROLIM et al., 1998) seguindo a metodologia proposta por Thornthwaite e Mather (1955). Admitiu-se como valor de capacidade de armazenamento de água disponível no solo (CAD) 100 mm, sendo a profundidade ocupada pelas raízes de tomate.

Foi considerado como temperatura basal superior 34°C e como temperatura basal inferior 10°C conforme Brandão Filho et al., (2018). Temperaturas fora dessa faixa podem causar danos à cultura e diminuir a produtividade.

As simulações de plantio em diferentes épocas do ano foram realizadas pelo modelo CROPWAT versão 8.0 (FAO, 2010). Foram realizadas simulações para as datas 15/01; 15/02; 15/03 e 15/04. Considerou-se um ciclo de 120 dias utilizando coeficiente de cultivo (Kc) indicado no Boletim FAO 56, na fase inicial 0,6, fase intermediária 1,15 e fase final 0,7-0,9 (Allen et al., 1998).

2.2 Determinação da pegada hídrica verde e azul

O indicador de pegada hídrica foi determinado seguindo a metodologia proposta por Hoekstra et al. (2011), descrita no Manual de Avaliação da Pegada Hídrica.

A evapotranspiração verde (ET_{verde}) é obtida pela equação 1, e diz respeito, ao valor numericamente inferior da comparação das chuvas efetivas (P_{ef}) e evapotranspiração da cultura (ET_c) (Hoekstra et al., 2011).

$$ET_{verde} = \text{mín}(ET_c, PE) \quad (1)$$

Onde:

ET_{verde} : evapotranspiração verde (mm.dia⁻¹); mín: valor mínimo obtido; ET_c : evapotranspiração total do ciclo do tomate (mm.dia⁻¹); e P_{ef} : precipitação efetiva (mm.dia⁻¹).

Conceitualmente, a ET_{azul} (evapotranspiração azul) é relativa a uma circunstância temporal em que o requerimento hídrico total (ET_c) foi maior que as chuvas efetivas ocorridas no período considerado (P_{ef}), portanto, nesse contexto é necessária a aplicação de água via irrigação para suprir o requerimento hídrico não atendido somente pela precipitação. Ao passo que quando tem-se $ET_c < P_{ef}$, entende-se que a precipitações ocorridas foram suficientes para suprir a ET_c , logo a irrigação é desnecessária ($ET_{azul} = 0$) (Hoekstra et al., 2011).

$$ET_{azul} = \text{máx}(0, ET_c - P_{ef}) \quad (2)$$

Onde:

ET_{azul} : evapotranspiração do tipo azul (mm.dia^{-1}); máx: valor máximo obtido; ET_c : evapotranspiração total do tomateiro (mm.dia^{-1}); e P_{ef} : precipitação efetiva (mm.dia^{-1}).

A pegada hídrica verde (PH_{verde}) e Pegada Hídrica azul (PH_{azul}) foram calculadas, respectivamente, pelas Equações 3 e 4:

$$PH_{verde} = \frac{DHT_{verde}}{Y} \quad (3)$$

$$PH_{azul} = \frac{DHT_{azul}}{Y} \quad (4)$$

Onde:

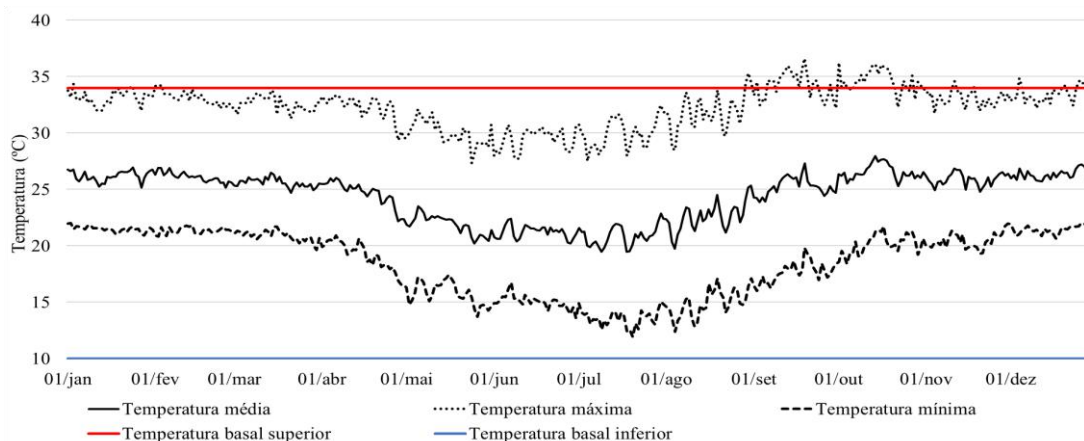
PH_{verde} : Pegada Hídrica verde ($\text{m}^3.\text{t}^{-1}$); DHT_{verde} : Demanda Hídrica do tomateiro relativo ao componente verde ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$); PH_{azul} : Pegada Hídrica azul ($\text{m}^3.\text{t}^{-1}$); DHT_{azul} : Demanda Hídrica do tomateiro relativo ao componente azul ($\text{m}^3.\text{ha}^{-1}$) e Y : produtividade da cultura ($\text{ton}.\text{ha}^{-1}$).

A média municipal dos últimos 10 anos da produtividade do tomate é de $75.112 \text{ kg ha}^{-1}$ em Paranapuã, sendo um valor inferior à média estadual ($79.440 \text{ kg ha}^{-1}$) e superior à média nacional ($72.240 \text{ kg ha}^{-1}$) (IBGE, 2021).

3. Resultados e Discussão

O município de Paranapuã-SP apresenta temperatura média anual de $24,4 \text{ }^\circ\text{C}$, às maiores temperaturas médias mensais são observadas nos meses de setembro ($34,3 \text{ }^\circ\text{C}$) e outubro ($34,6^\circ\text{C}$), enquanto as mínimas mensais, historicamente ocorrem em julho ($13,6 \text{ }^\circ\text{C}$) e agosto ($14,9 \text{ }^\circ\text{C}$) (Figura 1).

Figura 1. Temperatura média, mínima e máxima de Paranapuã-SP (2011-2020).



Fonte: Canal Clima Unesp/ Autores.

As condições atmosféricas têm grande influência em todas as fases do desenvolvimento do tomate, de acordo com Ferreira et al. (2013) temperaturas mais altas (35°C) prejudicaram o desenvolvimento inicial das plântulas. Na fase germinativa, a temperatura ideal situa-se entre 18 a 24° C; na fase vegetativa tolera-se uma temperatura média de 24° C (Brandão Filho et al., 2018).

No início do ciclo, na fase germinativa do tomateiro, a faixa ótima de temperatura está entre 16 a 29°C. Na fase de desenvolvimento vegetativo e floração, as plantas de tomate toleram ampla variação de temperatura, podendo variar entre 10 até 34°C. Porém quando ocorre temperaturas extremas, sendo muito baixas (< 10°C) ou muito altas (>34°C) podem influenciar na síntese do licopeno; pigmento que originará a cor dos frutos; comprometendo a qualidade do produto, podendo também favorecer o ambiente para o aparecimento de doenças (Embrapa, 2006).

Quanto ao fotoperíodo da cultura, o tomateiro apresenta desenvolvimento satisfatório tanto nos dias curtos como nos dias longos, uma vez que o fotoperíodo possui pouca influência no florescimento (Oliveira et al, 2021).

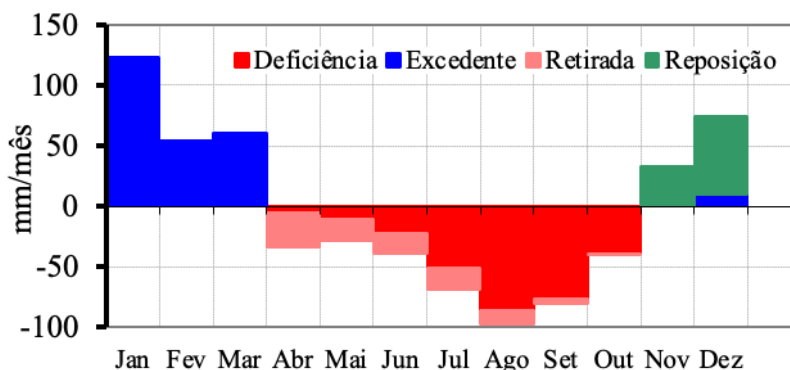
A umidade relativa é outro fator que influencia nos resultados produtivos das plantas de tomate, assim este valor estando entre 50-70% é considerado favorável para o desenvolvimento das plantas. Valores de UR (Umidade relativa) maiores do que o recomendado pode ocasionar alguns problemas com relação ao prolongamento do ponto de orvalho, ocasionando doenças (Brandão Filho, et al, 2018).

Estudando a influência da data de plantio no desempenho do tomate (variedades Charger e Florida 47) no Estado da Flórida, Ayankojo e Morgan (2020), constataram que o plantio nos meses mais quentes (julho e agosto) resultaram em produtividades inferiores ao plantios realizados no mês com temperaturas baixas (dezembro).

A partir das informações preconizadas na literatura, infere-se que um eventual plantio do tomate realizado nos meses de setembro ou outubro em Paranapuã pode estar sujeito a risco climático de estresse por calor, relacionado às temperaturas máximas elevadas para o tomate, historicamente, comuns nesse período no município.

Historicamente, o município de Paranapuã apresenta excedente hídrico significativos nos meses de janeiro a março, reposição nos meses de novembro e dezembro, com ocorrência de deficiência hídrica no solo nos meses de maio a outubro, com pico de maior deficiência no mês de agosto (85,98 mm) (Figura 2).

Figura 2. Deficiência, Excedente, Retirada e Reposição Hídrica em Paranapuã-SP (2011-2020).



Fonte: Canal Clima Unesp/ Autores a partir da planilha eletrônica de Rolim et al. (1998).

A deficiência hídrica (DEF) é uma variável meteorológica essencial para agricultura, baixos valores estão associados ao bom desenvolvimento e melhores taxas de produtividade de culturas agrícolas (MARTINS et al., 2015). Conceitualmente, a DEF é a quantificação do quanto a vegetação deixou de evapotranspirar devido ao solo estar com baixo nível de umidade (Aparecido et al., 2016).

De acordo com as simulações realizadas, o maior valor de demanda hídrica por ciclo (ETc) ocorre para o plantio em 15/01, haja visto que há maior valor de radiação global no mês de janeiro (média diária de 20,11 MJ/m²/dia) quando comparado aos meses seguintes. Aliado a isso, as temperaturas altas do início do ano culminam em valores de evapotranspiração de referência mais elevados, em janeiro a ETo média diária foi de 4,6 mm/dia (Tabela 1).

Tabela 1. Necessidade hídrica do tomate em diferentes épocas de plantio no município de Paranapuã-SP.

Data de plantio	ΣET_c (mm/ciclo)	Pef (mm/ciclo)	ΣLLi (mm/ciclo)
15/01	347,3	396,3	44,5
15/02	309,3	307,5	82,6
15/03	275,9	210,3	97,9
15/04	263,8	133,3	131,6

Fonte: Autores.

Observa-se um maior aproveitamento da precipitação efetiva (Pef) para suprir a necessidade hídrica da cultura na primeira data de plantio, em consequência observa-se um menor requerimento total de irrigação (LLi) de 44,5 mm, corroborando com as informações fornecidas pela EMBRAPA (2006), onde destaca que no oeste de São Paulo, a época recomendada para a realização do plantio é no início do ano, no mês de fevereiro, podendo se estender até meados de junho. Contudo, há um alerta para plantios realizados no mês de janeiro, onde devido ao excesso de chuvas pode ocorrer a mancha bacteriana, podendo utilizar cultivares resistentes à bactérias e também aumentar o espaçamento entre plantas, possibilitando assim o plantio seguro neste mês.

O mês de fevereiro, de acordo com os dados históricos, tem média de radiação global diária de 19,67 MJ/m²/dia e média de ETo diária de 4,38 mm/dia. O plantio em 15/02 teve a segundo maior requerimento hídrico entre as datas avaliadas (309,3), com a diminuição das chuvas em relação ao mês anterior, o requerimento de irrigação aumentou para 82,6 mm.

A simulação de plantio realizada no mês de março apresentou demanda hídrica de 275,9 mm. A média de radiação global diária é 18,1 MJ/m²/dia e ETo de 3,98 em março, valores inferiores a fevereiro e janeiro. O que explica a ETc menor

que os meses antecedentes, contudo com menor precipitação típica para esse mês a necessidade de irrigação foi de uma lâmina total de 97,9 mm.

Para plantio realizado em 15/04 o requerimento total de irrigação é maior, sendo 131,6 mm, devido as menores precipitações nesse período. A E_{Tc} do ciclo foi a menor das datas avaliadas, 263,8 mm, isso pode ser explicado pela radiação global média diária ser inferior aos demais meses, 16,38 MJ/m²/dia, o que influencia na E_{To}, que para o mês de abril média diária foi de 3,45 mm.

No Cerrado, a demanda hídrica do tomateiro pode variar em função das condições edafoclimáticas de cada localidade e da cultivar, para esse bioma a faixa de requerimento de água se situa entre 300 a 650 mm (Marouelli et al., 2012).

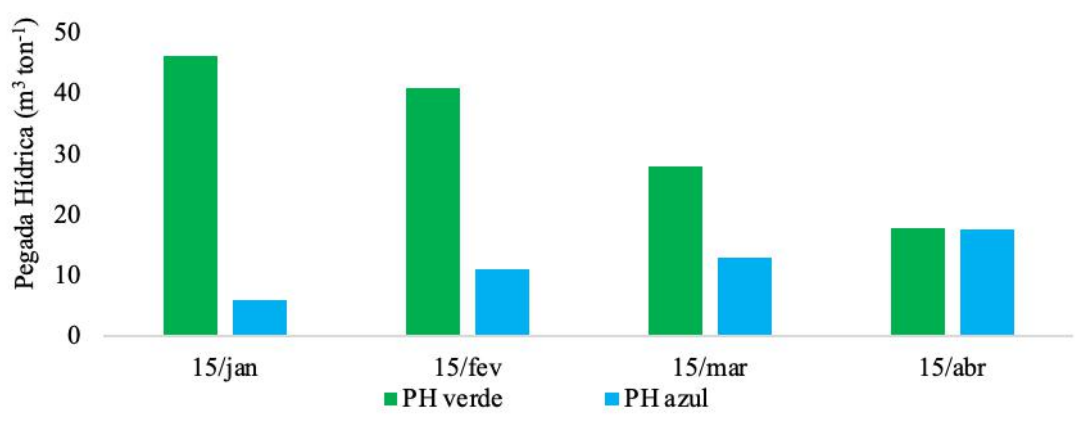
Silva Júnior et al. (2018) identificaram requerimento hídrico total de 370 mm para a cultivar Kátia plantada em junho no município de Botucatu-SP, esses autores observaram que o déficit hídrico afeta negativamente os componentes de produção (número de frutos e frutos com podridão apical).

A E_{Tc} em condições de ambiente protegido pode ser significativamente menor do que em campo aberto. Reis et al. (2008) compararam a demanda hídrica do tomate caqui cultivado em estufa, e observaram que o método de Penman-Monteith subestimou a E_{Tc}, resultando em 165,46 mm/ciclo enquanto a medição dos lisímetros apontou requerimento hídrico total de 213,79 mm.

De acordo com Santana et al. (2010) não somente déficit hídrico, mas também o excesso de água prejudica a produtividade, número de frutos por plantas, diâmetro do caule e altura das plantas do tomate híbrido Andréia.

A PH verde é maior do que a PH azul para todas as épocas de plantio simuladas (Figura 4), isso demonstra a importância da precipitação para o suprimento hídrico das culturas. A PH azul é maior na data de plantio de 15/04 pois a E_{Tc} é suprida em cerca de 49,8% com água azul, ou seja, utilizando irrigação.

Figura 4. Valores médios de Pegada hídrica verde e azul da produção de tomate em Paranapuã-SP em diferentes épocas de plantio.



Fonte: Autores.

A média de pegada hídrica total do tomate em âmbito nacional é 94 m³ton⁻¹, dos quais 68 m³ton⁻¹ são atribuídos a PH verde, 19 a PH azul e 7 m³ton⁻¹ a PH cinza. Para o Estado de São Paulo é de 92 m³ton⁻¹, destes 71 m³ton⁻¹ corresponde a PH verde, 14 m³ton⁻¹ PH azul e 7 m³ton⁻¹ PH cinza (REIS et al., 2020).

4. Conclusão

1. Recomenda-se o plantio de tomate em Paranapuã em janeiro a fim de aproveitar o volume de chuvas para suprir o requerimento hídrico da cultura.
2. O adiamento da data de plantio está condicionado ao aumento de aplicação de água via irrigação.
3. A pegada hídrica verde é maior em todas as simulações de datas de plantio realizadas, isso demonstra a importância do regime de chuvas para a agricultura.
4. Sugere-se para trabalhos futuros a aplicação das metodologias aqui utilizadas em outras culturas e diferentes regiões de produção agrícola.

Referências

- Affonso, G. S., Basseto, P., & Do Espírito Santo, R. S. (2016). Fatores de Produção que influenciam na produtividade e na qualidade do tomate. *X Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial*, setembro de 2016.
- Alvarenga, M. A. R. (2013). *Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e hidroponia*. 2.ed. Lavras: Editora Universitária de Lavras, p. 455.
- Allen, R. G., Pereira, L. S., Raes, D. & Smith, M. (1998). *Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements*. Rome: FAO. 300p. (Irrigation and Drainage Paper, 56).
- Ayankojo, I. T. & Morgan, K. T. (2020). Increasing Air Temperatures and Its Effects on Growth and Productivity of Tomato in South Florida. *Plants*. 9 (1245), 1-16.
- Blanca, J., Monteiro, P. J., Sauvage, C., Bauchet, G., Illa, E., Díez, M. J., Francis, D., Causse, M., Knapp, E. V. D. & Cañizares, J. (2015) Genomic variation in tomato, from wild ancestors to contemporary breeding accessions. *BMC Genomics*, (15), 257-272.
- Brandão Filho, J. U. T., Goto, R., Braga, R.S. & Hachamann, T. L. *Solanáceas*. Maringá/2018. Disponível em: <https://doi.org/10.7476/9786586383010.0004>. Acesso em: 01.nov.2021.
- Borba, M. E. A. *Seleção de genótipos de tomateiro visando tolerância do estresse por deficiência hídrica*. 57 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2016.
- Carvalho, C. R. F. et al. (2014) Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, Brasil. *Ciência Rural*, 4(12), 2293-2299.
- Choi, S. H., Kim, D. S., Kozukue, N., & Kim, H. J. (2014). Protein, free amino acid, phenolic, b-carotene, and lycopene content, and antioxidative and cancer cell inhibitory effects of 12 greenhouse-grown commercial cherry tomato varieties. *Journal of Food Composition and Analysis*, 34(2),15-127.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2019). *A Cultura do Tomate...*: <https://www.embrapa.br/hortalicas/tomate-de-mesa/cultivares2>.
- Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). (2006). *Cultivo do tomate para industrialização*. Embrapa Hortalicas Sistemas de Produção, 1 - 2ª Edição, 2006 https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/clima.htm#tabela1.
- Ferreira, R. L., Forti, V. A., Silva, V. N., & Mello, S. C. (2013). Temperatura inicial de germinação no desempenho de plântulas e mudas de tomate. *Ciência Rural*, 43 (7), 1189-1195.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2010). *CROPWAT 8.0 model*. www.fao.org/nr/water/infores_databases_cropwat.html.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021). *Cidades, Paranapuã*. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/paranapu.html>.
- IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2021) *A produção de tomate em âmbito nacional/ Tabela 5457 - Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes*. <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>.
- Korn, S. U. *Evaluación de enmiendas orgánicas sobre el suelo y en el cultivo de tomate (Lycopersicon esculentum Mill)*. (2021). Trabajo de fin de curso (Graduación en Ingeniero Agrónomo). Universidad Nacional de La Plata, 2017. <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/64137>.
- Lucidarme, M. *Mapa de uso dos cultivares de tomate do Brasil*. (2018). Trabalho de Conclusão de curso (Bacharelado em Engenharia Agrônômica). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz- Universidade de São Paulo, 2018.
- Nogueira, A. G. *Desempenho Agrônômico de Híbrido de Tomate (Solanum lycopersium L.) Sob Níveis de Reposição Hídrica*. (2018). Dissertação de Mestrado em Irrigação no Cerrado – Instituto Federal Goiano, Campus Ceres - Goiás, 2018.
- Peixoto, J. V. M. et al. (2017). Tomaticultura: Aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. *Revista Científica Rural*, 19, (1), 96–117.
- Philippi, S.T. (2016). *Tabela de composição de alimentos: suporte para decisão nutricional*. Barueri: Manole, 5.ed. rev. e atual.
- Rech, G. (2020). *Análise dos choques aleatórios sobre o preço do tomate no município de Caxias do Sul entre 2000 e 2019*. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Econômicas). Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul.

- Reis, A., Santos, A. C., Anache, J. A. A., Mendiondo, E. M., & Wendland, E. C. (2020). Water footprint analysis of temporary crops produced in São Carlos (SP), Brazil. *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*, 25 (33), 1-17.
- Reis, L. S. Souza, J. L., & Azevedo, A. V. C. (2009). Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 13(3), 289-296.
- Rolim, G.S., Sentelhas, P.C., & Barbieri, V. (1998). Planilhas no ambiente EXCEL para os cálculos de balanços hídricos: normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 6(1), 133-137.
- Santana, M. J., Vieira, T. A., Barreto, A. C., & Cruz, O. C. (2010). Resposta do tomateiro irrigado a níveis de reposição de água no solo. *IRRIGA*, 15(4), 443-454.
- Schmidt, D, Zamban, D. T, Prochnow, D, Caron, Bo, Souza, V. Q, Paula, G. M, & Cocco, C. (2017). Caracterização fenológica, filocrono e requerimento térmico de tomateiro italiano em dois ciclos de cultivo. *Horticultura Brasileira*, 1(35), 089-096.
- Silva, A. M. (2015). *Metodologia da Pesquisa*. EdUEC, 2, 110,
- Silva, D. J. H. D. A. (2015). Produção de frutos de tomateiro (*Lycopersicon esculentum Mill*) em quatro sistemas de cultivo. *Ceres*, 44(252), 1-9.
- Silva Junior, A. R., Ribeiro, W. M., Nascimento, A. R., & Souza, C. B. (2015). Cultivo do tomate industrial no estado de Goiás: evolução das áreas de plantio e produção. *Conjuntura Econômica Goiana*, 1(34) 97-109.
- Sol Geomics Network. *Tomato QTL Map*. (2018). https://solgenomics.net/cview/map.pl?map_id=34&show_offsets=1&show_ruler=1
- Thornthwaite, C. W., & Mather, J. R. (1955). *The water budget and its use in irrigation*. In: The Yearbook of Agriculture - Water. Washington, D.C., Department of Agriculture, 346-358.
- Vargas, E. M., & Navarini, J. (2019). Processo de extração e biodisponibilidade do licopeno no fruto do tomate in natura e em forma de molho utilizando óleo vegetal como co-solvente. In: *IX SIEPEX-IX Salão Integrado de Ensino, Pesquisa e Extensão*. 2019. <http://conferencia.uergs.edu.br/index.php/IXSIEPEX/IXSIEPEX/paper/view/3322>.