

Balanço hídrico climatológico sequencial como ferramenta ao planejamento agrícola

Sequential climatological water balance as a tool for agricultural planning

El balance hídrico climatológico secuencial como herramienta para la planificación agrícola

Recebido: 13/03/2023 | Revisado: 10/04/2023 | Aceitado: 13/04/2023 | Publicado: 18/04/2023

Marcos Felipe dos Santos Lopes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0009-1782-0930>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: abcdefghijkl0099@gmail.com

Eronildo Braga Bezerra

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9913-0811>
Universidade Federal do Amazonas, Brasil
E-mail: eronbezerra@hotmail.com

Resumo

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma importante hortaliça produzida no Brasil, com relevância socioeconômica especialmente para o Estado do Amazonas, onde representa uma fonte de renda para agricultores familiares. A produção de mudas é uma etapa importante, porém limitada pelo custo e qualidade dos substratos, e o uso de resíduos agroindustriais pode ser uma solução. Foram avaliadas diferentes misturas de substratos com turnos de rega diferentes para obter melhores fontes e combinações de substratos, incluindo sementes de açaí e/ou caroço de açaí, esterco de galinha e terra, com turnos de rega de 1 dia ou 2 dias. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado tendo seis tratamentos com quatro repetições e com quatro plantas cada repetição, totalizando 32 vasos. Foram avaliados os parâmetros de produção de matéria seca e fresca da parte aérea e do sistema radicular, bem como o comprimento da parte aérea e das raízes da planta. O efeito dos tratamentos foi avaliado estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, e o armazenamento de água no solo foi avaliado pelo Balanço Hídrico Climatológico Sequencial. A pesquisa concluiu que é necessário um manejo adequado de irrigação nos meses de agosto e setembro para a cultura do tomate. As plantas com um turno de rega tiveram melhores resultados do que as de dois dias. O tratamento sementes de açaí + esterco de galinha 1:1 com turno de rega de 1 dia foi o mais eficaz.

Palavras-chave: Agricultura; Olericultura; Tomate.

Abstract

Tomato (*Solanum lycopersicum*) is an important vegetable produced in Brazil, with socioeconomic relevance especially for the State of Amazonas, where it represents a source of income for family farmers. The production of seedlings is an important step, but limited by the cost and quality of the substrates, and the use of agro-industrial residues can be a solution. Different mixtures of substrates with different watering shifts were evaluated to obtain better sources and combinations of substrates, including açaí seeds and/or açaí kernels, chicken manure and soil, with 1-day or 2-day watering shifts. The experimental design was completely randomized, with six treatments with four replications and four plants in each replication, totaling 32 pots. The parameters of dry and fresh matter production of the aerial part and root system, as well as the length of the aerial part and the roots of the plant were evaluated. The effect of the treatments was statistically evaluated by the Tukey test at 5% probability, and the water storage in the soil was evaluated by the Sequential Climatological Water Balance. The research concluded that adequate irrigation management is necessary in the months of August and September for the tomato crop. Plants with one watering shift had better results than those with two days. The treatment açaí seeds + chicken manure 1:1 with a 1-day watering shift was the most effective.

Keywords: Agriculture, Olericulture, Tomato.

Resumen

El tomate (*Solanum lycopersicum*) es una importante hortaliza producida en Brasil, con relevancia socioeconómica especialmente para el Estado de Amazonas, donde representa una fuente de ingresos para los agricultores familiares. La producción de plántulas es un paso importante, pero limitado por el costo y la calidad de los sustratos, y el aprovechamiento de residuos agroindustriales puede ser una solución. Se evaluaron diferentes mezclas de sustratos con diferentes turnos de riego para obtener mejores fuentes y combinaciones de sustratos, incluyendo semillas de açaí y/o granos de açaí, gallinaza y suelo, con turnos de riego de 1 o 2 días. El diseño experimental fue completamente al azar, con seis tratamientos con cuatro repeticiones y cuatro plantas en cada repetición, totalizando 32 macetas. Se evaluaron los parámetros de producción de materia seca y fresca de la parte aérea y sistema radicular, así como la longitud de la parte aérea y de las raíces de la planta. El efecto de los tratamientos se evaluó estadísticamente mediante la prueba de Tukey al 5% de probabilidad, y el almacenamiento de agua en el suelo se evaluó mediante el Balance Hídrico

Climatológico Secuencial. La investigación concluyó que es necesario un adecuado manejo del riego en los meses de agosto y septiembre para el cultivo del tomate. Las plantas con un turno de riego tuvieron mejores resultados que aquellas con dos días. El tratamiento semillas de açaí + gallinaza 1:1 con turno de riego de 1 día fue el más efectivo.

Palabras clave: Agricultura; Olericultura; Tomate.

1. Introdução

Com o aumento da demanda de água, é necessário um planejamento racional e otimizado para garantir a eficiência no uso desse recurso, especialmente devido à limitação dos recursos hídricos, aos conflitos entre alguns usos e aos prejuízos causados pelo excesso ou escassez. Nesse sentido, é importante conhecer a distribuição espacial e temporal da disponibilidade hídrica para estabelecer diretrizes para a implementação de políticas de gestão da água. Conforme Horikoshi e Fisch (2007), isso é fundamental para garantir o uso racional e sustentável da água.

No entanto, o senso comum estabeleceu que no Amazonas não há necessidade de se fazer irrigação, uma vez que a região é conhecida por sua alta precipitação pluviométrica. Contudo, essa precipitação não é uniforme ao longo do ano, e pode haver excesso em alguns meses e déficit em outros. Essa variação pode comprometer qualquer cultura agrícola, caso não seja adequadamente mensurada e gerenciada. É através do BHC (Balanço Hídrico Climatológico) que se realiza essa avaliação, conforme destacam Medeiros e Holanda (2020). Desse modo, é essencial considerar a importância de uma gestão eficiente e consciente da água, a fim de garantir a sustentabilidade do uso desse recurso em longo prazo.

Segundo Pereira et al. (2002), a disponibilidade hídrica de uma região pode ser quantificada pelo balanço hídrico climatológico (BHC), que evidencia as variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas através de relações entre as entradas e saídas de água de uma condição de controle, principalmente precipitação pluvial (P) e evapotranspiração potencial (ETP).

Com o objetivo de maximizar a produção agrícola e garantir uma alta produtividade, é crucial investir na pesquisa e no desenvolvimento de tecnologias inovadoras. Nesse contexto, destaca-se a importância do uso apropriado do Balanço Hídrico Climatológico (BHC), uma ferramenta fundamental para o gerenciamento eficiente dos recursos hídricos em áreas agrícolas (De Matos, 2020). Como mencionado por Passos et al., (2016), o BHC permite a avaliação precisa das variações sazonais dos excedentes e deficiências hídricas, fornecendo informações valiosas para a implementação de estratégias de manejo adequadas para cada cultivo. Dessa forma, a adoção do BHC pode contribuir significativamente para o aumento da eficiência do uso da água, garantindo a sustentabilidade da produção agrícola a longo prazo.

Na produção de hortaliças de alta qualidade, a fase de formação de mudas é fundamental para o ciclo da cultura, já que influencia diretamente no desempenho final da planta, tanto em termos nutricionais quanto produtivos. Estudos indicam que há uma relação direta entre mudas saudáveis e a produção em campo (Carmello 1995; Campanharo et al, 2006). Por isso, é importante que os substratos orgânicos utilizados na produção de mudas de tomateiro apresentem características físicas adequadas para o desenvolvimento das plantas, como a retenção de umidade, drenagem do excesso de água e fornecimento de oxigênio e nutrientes (Leal et al, 2007).

O uso de material orgânico é uma prática que proporciona melhorias significativas na fertilidade do solo. Além de ser um excelente condicionador, essa técnica melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo, o que resulta em uma série de benefícios para a produção agrícola. Aumenta a retenção de água, a agregação e a porosidade do solo, o que, por sua vez, aumenta a capacidade de troca de cátions, a fertilidade e a vida microbiana do solo. Todos esses fatores contribuem para potencializar a produtividade das culturas (Urbano Terron, 1992).

A olericultura é uma prática agrícola intensiva que utiliza uma grande quantidade de insumos modernos, como sementes, defensivos e adubos químicos. Esses insumos são empregados em quantidades elevadas por área cultivada, o que demanda tratamentos culturais e mão-de-obra especializada. Apesar disso, essa técnica possibilita altas rendas líquidas por área cultivada, o que a torna

uma prática bastante atrativa para a produção agrícola (Campolin & Feiden, 2011).

O produtor de hortaliças é o tipo de agroempresário que consegue maiores rendimentos por unidade de área explorada em comparação com outros agricultores ou criadores, principalmente porque o ciclo produtivo das hortaliças é consideravelmente mais curto. Por exemplo, em um ano, é possível plantar 3 safras de tomates transplantes, 6 safras de alface transplante ou 12 safras de rabanete plantado diretamente no mesmo terreno. Em geral, o ciclo das hortaliças varia de 3 a 6 meses, exceto para culturas como aspargo (perene) ou chuchu (semi-perene) (Amaro et al, 2007).

São vários os substratos que podem ser utilizados na produção de mudas, entretanto é importante testar aqueles materiais alternativos que se encontram em abundância na região, mas que mantenham a qualidade produtiva das mudas, visando com isso a redução dos custos de produção e uma maior sustentabilidade do produtor (Costa et al, 2013).

2. Metodologia

O experimento foi realizado na casa de vegetação da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Amazonas. Foram utilizados vasos com capacidade para 5,0 kg de terra, e a cultura do tomate, foi utilizada como planta teste. O experimento é de natureza mista, envolvendo tanto elementos de campo como de laboratório.

Durante o experimento, a temperatura média na casa de vegetação ficou em torno de 32 graus Celsius, sendo monitorada regularmente com o uso de termômetros. O solo utilizado foi um Latossolo Amarelo, as amostras foram coletadas em campo aberto a uma profundidade de 0 – 20 cm, secas ao ar, passadas em peneiras com malha de 4 mm, homogêneas e colocadas em vasos de 5,0 kg.

Para obter melhores fontes e combinações de substratos avaliou-se a potencialidade de diferentes misturas de substratos com turno de rega diferente: sementes de açaí (ou caroço de açaí) + esterco de galinha 1:1 com turno de rega de 1 dia (SEM), sementes de açaí + esterco de galinha 1:1 com turno de rega de 2 dias (SEP), sementes de açaí + terra 1:1 com turno de rega de 1 dia (SAM), sementes de açaí + terra 1:1 com turno de rega de 2 dias (SAP), esterco de galinha + terra 1:1 com turno de rega de 1 dia (EGM), esterco de galinha + terra 1:1 com turno de rega de 2 dias (EGP), o delineamento experimental foi inteiramente casualizado tendo seis tratamentos com quatro repetições e duas testemunhas com 4 repetições, totalizando 32 unidades experimentais (vasos).

Foi utilizado, uma estação meteorológica completa, capaz de fornecer variáveis como precipitação, ponto de orvalho, temperatura, pressão atmosférica, radiação, etc; bem como Tanque Classe A, para determinar a evaporação líquida, a determinação da evapotranspiração que indica a necessidade ou não de irrigação de acordo com o turno de rega. Foi feito com esses dados mais o coeficiente de cultivar (Kc) do tomate.

Para o plantio do tomate, foram colocadas 3 sementes de tomate em cada vaso, deixando-se finalmente 1 planta por vaso, conforme indica Borguini (2009). 90 dias após o plantio, foi realizada a coleta da planta (parte aérea e sistema radicular) para pesagem e medição da matéria fresca, e logo em seguida, o material foi acondicionado em sacos de papel, seco em estufa de ventilação forçada a 65-70 °C por 72 horas e pesado para a determinação do rendimento de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular.

As variáveis da planta avaliadas foram a produção de matéria seca da parte aérea e do sistema radicular comparados com a matéria fresca, além do comprimento das raízes e da parte aérea. A análise de variância (ANOVA) foi utilizada para comparar os resultados das diferentes combinações de substratos e turnos de rega, avaliando se existiam diferenças estatisticamente significativas entre eles. O teste de Tukey foi utilizado para comparar as médias dos tratamentos, verificando quais deles apresentavam diferenças significativas entre si.

De acordo com Thornthwaite (1955), sabendo a precipitação (P), Evapotranspiração (ETP), Capacidade de Água

Disponível (CAD), é possível calcular:

- Disponibilidade de água no solo (Armazenamento = ARM)
- Alteração armazenamento de água do solo ($ALT = \Delta ARM$)
- Evapotranspiração real (ETR)
- Deficiência hídrica (DEF) e
- Excedente hídrico ($EXC = DP$)

Para preencher as colunas do BHC seguimos este roteiro:

1. Mês até P-ETP

2. NAc – Negativo Acumulado:

- Se P-ETP for positivo não há negativo acumulado, logo $NAc = 0$
- Se P-ETP for negativo. Soma todos os negativos em sequência
- Se P-ETP voltar a ser positivo. $NAc = CAD \times Ln (ARM/CAD)$

3. ARM – Armazenamento:

- Se P-ETP for positivo. Repete o CAD
- Se P-ETP for negativo. $ARM = CAD \times exp (NAc/CAD)$
- [Se $(P-ETP) < 0$, calcula-se primeiro o NAc e depois o ARM]
- [Se $(P-ETP) > 0$, calcula-se primeiro o ARM, sendo $ARM = ARM \text{ anterior} + (P-ETP) \text{ do mês}$]

4. ALT – Alteração. Diferença do Armazenamento:

- $ARM \text{ do Mês} - ARM \text{ do Mês anterior}$

5. ETR – Evapotranspiração Real:

- $ETR = ETP$, se P-ETP for positivo
- $ETR = P + ALT$, se P-ETP for negativo

6. DEF – Deficiência Hídrica. Quanto o sistema solo - planta deixou de evapotranspirar:

- $DEF = 0$, se $(P-ETP)$ for positivo
- $DEF = ETP - ETR$

7. EXC – Excedente Hídrico. Água que não pode ser retirada e drena profundamente = a água gravitacional:

- Se $ARM < CAD$, logo o $EXC = 0$ Se $ARM = CAD$, logo o $EXC = (P-ETP) - ALT$

O BHC é expresso pelo $DEF - EXC - ALT$ [(Negativo = Retirada); (Positivo = Reposição)]

3. Resultados e Discussão

Como resultado da análise granulométrica obteve-se um solo de textura média, e a partir disso foi possível a determinação dos valores de CAD de acordo com as diferentes culturas.

No Quadro 1, nos meses de Outubro e Novembro, o balanço entre precipitação (P) e evapotranspiração potencial (ETP) é positivo, sendo assim, a evapotranspiração potencial e a evapotranspiração real equivalentes. Nota-se que neste período, houve um excesso, que se explica pelo fato destes meses serem o de maior precipitação.

Nos meses de Agosto e Setembro, o balanço entre P e ETP teve saldo negativo, o que conseqüentemente, gera uma evapotranspiração real inferior a evapotranspiração potencial. Deste modo, verifica-se que houve deficiência hídrica, em decorrência destes meses representarem o período do verão Amazônico.

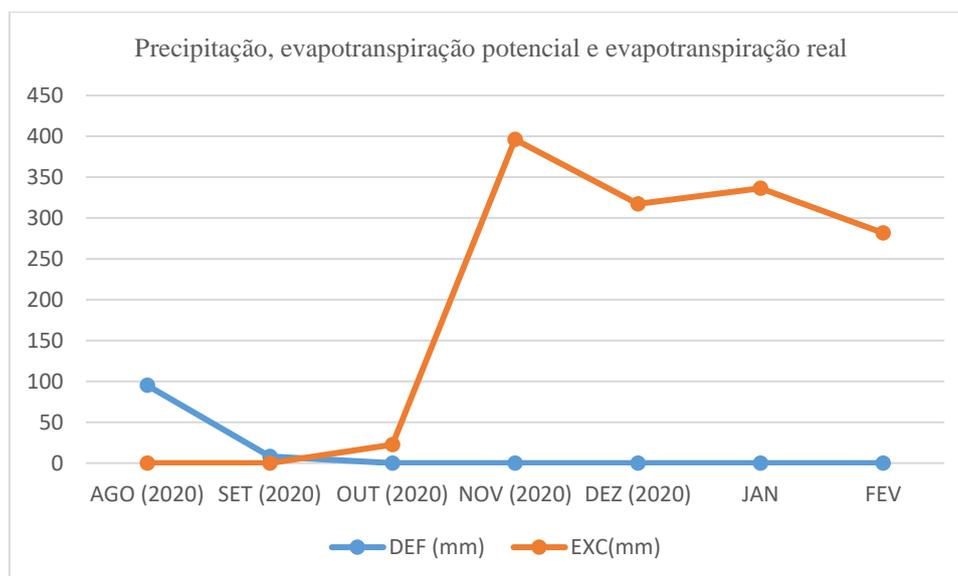
Quadro 1 - Balanço hídrico climatológico sequencial para período de Agosto (2020) – Fevereiro (2021) Manaus (AM) – CAD 14mm.

MÊS	P (mm)	ETP (mm)	P-ETP	NAC (mm)	ARM (mm)	ALT (mm)	ETR (mm)	DEF (mm)	EXC(mm)
AGO (2020)	29,4	124,93	-95,53	-95,53	0,42	0,42	29,82	95,11	0
SET (2020)	123,2	130,96	-7,76	-103,29	0,0025	-0,4175	122,7825	8,1775	0
OUT (2020)	120,9	84,36	36,54	0	14	13,9975	84,36	0	22,5425
NOV (2020)	469,6	73,45	396,15	0	14	0	73,45	0	396,15
DEZ (2020)	391,7	74,48	317,22	0	14	0	74,48	0	317,22
JAN	385,1	48,86	336,24	0	14	0	48,86	0	336,24
FEV	323,5	41,85	281,65	0	14	0	41,85	0	281,65
TOTAL								103,2875	1353,8025

Fonte: Inmet (2021).

Os resultados do Balanço Hídrico podem ser observados no Quadro 1 e no Gráfico 1, onde desprende-se que nos meses de Novembro, Dezembro, Janeiro e Fevereiro, correspondem acima de 80% do total da média anual de precipitação.

Gráfico 1 - Precipitação, evapotranspiração potencial e evapotranspiração real para período de Agosto (2020) – Fevereiro (2021) Manaus (AM).



Fonte: Inmet (2021).

Estudando as variáveis do tomateiro, pelos resultados obtidos foi possível verificar que houve diferença significativa entre os substratos utilizados com turno de rega de um dia para a análise do comprimento da parte aérea da matéria fresca, de acordo com a Tabela 1 verifica-se que o tratamento semente com esterco (SEM) obteve um maior desenvolvimento em comparação com os outros tratamentos, e todos eles diferiram significativamente entre si.

Tabela 1 - Teste Tukey do comprimento e da massa da matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz das plantas de tomate, com turno de rega de 1 dia (média de quatro repetições de cada tratamento).

Tratamentos	COMPRIMENTO da MFPA (cm/vaso)	COMPRIMENTO da MFRAIZ (cm/vaso)	MASSA da MFPA (g/vaso)	MASSA da MFRAIZ (g/vaso)	MASSA da MSPA (g/vaso)	MASSA da MSRAIZ (g/vaso)
SEM	165,75 a	48,25 a	158,75 a	26,25 a	84,00 a	12,0 a
SAM	126,25 b	30,75 b	143,75 a	18,75 b	38,50 b	6,5 b
EGM	102,00 c	26,25 b	113,00 b	16,00 b	29,25 bc	5,5 bc
Testemunha	67,50 d	21,75 b	64,75 c	6,75 c	25,25 c	3,25 c

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Já no comprimento da raiz a diferença foi menor entre os tratamentos, exceto o tratamento SEM que novamente demonstrou melhores resultados. O rendimento dos tratamentos SAM, EGM e Testemunha não obtiveram diferenças significativas.

Na massa da parte aérea os tratamentos SEM e SAM não diferiram significativamente, apresentando um bom desenvolvimento juntamente com as raízes. O tratamento EGM ficou logo abaixo e a Testemunha teve o menor resultado. Mas em comparação com a massa da MFRAIZ, o tratamento SEM se mostrou superior pelo fato de ter um bom desenvolvimento radicular no solo, os tratamentos EGM e SAM não diferiram significativamente entre si, e a Testemunha obteve menores resultados.

Os tratamentos diferiram significativamente tanto na MSPA quanto na MSRAIZ, o tratamento SEM foi superior aos demais e a testemunha foi inferior.

Tabela 2 - Teste Tukey do comprimento e da massa da matéria fresca e seca da parte aérea e da raiz das plantas de tomate, com turno de rega de 2 dias (média de quatro repetições de cada tratamento).

Tratamentos	COMPRIMENTO da MFPA (cm/vaso)	COMPRIMENTO da MFRAIZ (cm/vaso)	MASSA da MFPA (g/vaso)	MASSA da MFRAIZ (g/vaso)	MASSA da MSPA (g/vaso)	MASSA da MSRAIZ (g/vaso)
SEP	150,50 a	36,25 a	167,00 a	25,00 a	73,00 a	9,00 a
SAP	71,25 b	28,75 ab	77,00 b	10,25 b	30,50 b	4,25 b
EGP	66,75 b	27,00 ab	64,00 b	9,50 b	25,50 c	3,50 b
Testemunha	64,00 b	23,00 b	41,50 c	8,75 b	13,00 d	2,00 b

Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade. Fonte: Elaborado pelo autor (2021).

Na Tabela 2 os substratos SAP, EGP e Testemunha tiveram um rendimento menor que o tratamento SEP, tanto na massa da MFPA quanto na MFRAIZ, isso se deve ao fato da retenção de água ser maior nesse tratamento e favorecendo o crescimento das plantas (Andriolo et al, 1999). Mas nos comprimentos os resultados foram mais equilibrados, na parte aérea os tratamentos SAP, EGP e a Testemunha não diferiram significativamente, já o tratamento SEP foi muito superior, chegando a 150,50 cm, o comprimento das raízes não foram tão diferentes, exceto a testemunha que as raízes chegaram a 23 cm em média.

Na massa da MSPA os tratamentos diferiram significativamente entre si, o tratamento SEP obteve os maiores resultados e a Testemunha os menores. Os tratamentos SAP, EGP e Testemunha não tiveram diferenças significativas nos resultados de MSRAIZ, mas o tratamento SEP obteve maiores médias.

Ao comparar os resultados da Tabela 2 com o da Tabela 1, podemos notar diferenças causadas pelo turno de rega nas variáveis analisadas, mas ao olhar mais afundo, percebemos que a testemunha ficou muito abaixo, ou seja, um bom substrato

combinado com uma boa irrigação se mostraram mais eficiente. Os substratos compostos por sementes de açaí (ou caroço de açaí) com esterco de galinha demonstraram rendimentos melhores comparados com os outros substratos, resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira, et al,(2018) ao trabalhar com esterco de galinha na adubação do tomate cereja, os tratamentos sem o esterco foram inferiores aos que continham esterco, provavelmente este substrato disponibilizou maior quantidade de nutrientes e retenção de umidade, favorecendo o desenvolvimento da planta (Costa et al, 2007).

4. Conclusão

Os meses de Agosto e Setembro a precipitação fica abaixo do esperado, causando uma deficiência hídrica, logo seria impossível o manejo do tomateiro sem uma irrigação adequada, segundo os cálculos de BHCS.

Os substratos que tiveram a combinação de semente de açaí e esterco de galinha se sobrepuseram aos demais, os resultados foram melhores quando o turno de rega foi de 1 dia, em todas as variáveis analisadas.

Com base nos resultados obtidos, sugere-se que futuras pesquisas explorem a relação entre a deficiência hídrica durante os meses de agosto e setembro e seu impacto na produção do tomateiro, buscando identificar técnicas e estratégias de manejo que possam minimizar os efeitos da seca. Além disso, poderia ser investigada a composição química dos substratos utilizados para a produção de mudas de tomateiro, com o objetivo de compreender melhor como as diferentes combinações podem afetar o desenvolvimento da planta. Outra possibilidade seria avaliar outras fontes de nutrientes orgânicos, além das utilizadas neste estudo, para verificar se há diferenças significativas no desempenho do tomateiro. Por fim, também seria interessante realizar experimentos em diferentes épocas do ano, a fim de avaliar a influência das condições climáticas em diferentes fases do ciclo da cultura do tomateiro.

Referências

- Abreu, M. C., & Tonello, K. C. (2015). Estimativa do balanço hídrico climatológico da bacia hidrográfica do rio Sorocaba–São Paulo Estimate of the water balance of the Sorocaba river watershed–SP. *Ambiência*, 11(3), 513-527.
- Amaro, G. B., da Silva, D. M., Marinho, A. G., & Nascimento, W. M. (2007). Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar. *Embrapa Hortaliças. Circular Técnica*.
- Andriolo, J. L., Duarte, T. S., Ludke, L., & Skrebsky, E. C. (1999). Caracterização e avaliação de substratos para o cultivo do tomateiro fora do solo. *Horticultura brasileira*, 17, 215-219.
- Borguini, R. G., & Silva, M. V. (2009). Características físico-químicas e sensoriais do tomate (*Lycopersicon esculentum*) produzido por cultivo orgânico em comparação ao convencional. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, 16(4), 355-361.
- Campanharo, M., Rodrigues, J. J. V., Junior, M. D. A. L., Espindula, M. C., & da Costa, J. V. T. (2006). Características físicas de diferentes substratos para produção de mudas de tomateiro. *Revista Caatinga*, 19(2), 140-145.
- Campolin, A. I., & Feiden, A. (2011). Metodologias Participativas em Agroecologia; *Embrapa Pantanal*.
- Carmello, Q. A. D. C. (1995). Nutrição e adubação de mudas hortícolas. *Produção de mudas de alta qualidade em horticultura*, 27-37.
- Costa, L. A. D. M. et al. (2013). Avaliação de substratos para a produção de mudas de tomate e pepino. *Revista Ceres*, 60, 675-682.
- de Matos, R. M., da Silva, P. F., de Medeiros, R. M., dos Santos, B. D. B., Barros, A. S., Neto, J. D., & Saboya, L. M. F. (2020). Balanço hídrico climatológico normal e sequencial para o município de Barbalha-CE. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(3), 973-982.
- Fernandes, C., & Corá, J. (2001). *Substratos Hortícolas-Cultivar Hortaliças e Frutas*, n. 10, 32-34.
- Horikoshi, A. S., & Fisch, G. (2007). Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. *Ambiente & Água-An Interdisciplinary Journal of Applied Science*, 2(2), 33-46.
- INMET. Instituto Nacional de Meteorologia.2021. <http://www.inmet.gov.br>.
- Leal, M. A. D. A., Guerra, J. G. M., Peixoto, R. T., & de Almeida, D. L. (2007). Utilização de compostos orgânicos como substratos na produção de mudas de hortaliças. *Horticultura Brasileira*, 25, 392-395.
- Marouelli, W. A., da Silva, H. R., & Silva, W. D. C. (2012). Irrigação do tomateiro para processamento. *Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)*, 2012.

de Medeiros, R. M., & de Holanda, R. M. (2020). Balanço hídrico sequencial para Lagoa Seca-Paraíba-Brasil. *Research, Society and Development*, 9(7), e643974691-e643974691.

Oliveira, L. K. B. D., Costa, R. S. D., Santos, J. L. G. D., Lima, F. D. O., Amorim, A. V., & Marinho, A. B. (2018). Respostas fisiológicas de tomateiros cereja a diferentes fontes de adubos orgânicos. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 12(4), 2799-2807.

Passos, M. L. V., Zambrzycki, G. C., & Pereira, R. S. (2016). Balanço hídrico e classificação climática para uma determinada região de Chapadinha-MA. *Revista Brasileira de Agricultura Irrigada*, 10(4), 758-766.

Pereira, A. R., Angelocci, L. R., & Sentelhas, P. C. (2002). Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas. *Guaíba: Agropecuária*, 478.

Thornthwaite, C. W. (1955). The water balance. *Public. in Climatol.*, 8(1), 1-104.

Urbano Terrón, P. (1992). *Tratado de fitotecnia general*. Ediciones Mundi-Prensa, 895.