



Aptidão agroclimática do tomateiro associado à estimativa de consumo potencial nos municípios mais populosos de Mato Grosso

Willian Ricardo Monesi da SILVA ¹, Franciely da Silva PONCE ¹, Rivanildo DALLACORT ²,
Sandra Mara Alves da Silva NEVES ³, Jesã Pereira KREITLOW ³, Santino SEABRA JUNIOR ¹

¹ Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, Brasil.

² Universidade do Estado de Mato Grosso, Tangará da Serra, MT, Brasil.

³ Universidade do Estado de Mato Grosso, Cáceres, MT, Brasil.

*E-mail: willian.monesi@gmail.com

Submetido em: 25/11/2025; Aceito em: 03/08/2026; Publicado em: 13/08/2026.

RESUMO: O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) é uma cultura de ampla distribuição e altamente sensível às condições climáticas. Este estudo analisou a aptidão agroclimática do tomateiro em seis municípios de Mato Grosso (Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop, Sorriso e Tangará da Serra), integrando dados climáticos e demográficos para identificar os períodos mais favoráveis ao cultivo e sua relação com a estimativa do consumo potencial local. Considerando os últimos 20 anos de temperatura e precipitação, verificou-se que o período seco (de maio a setembro) apresenta melhores condições, com temperaturas entre 19 °C e 24 °C e precipitação decenal inferior a 400 mm, o que permite o cultivo em campo aberto com irrigação. As janelas de plantio mais adequadas variaram entre os municípios, situando-se entre os decêndios 5º e 29º (Rondonópolis), 10º e 28º (Tangará da Serra e Sorriso), 10º e 29º (Sinop) e 12º e 28º (Cuiabá/Várzea Grande). A análise conjunta entre aptidão e estimativa de consumo evidenciou desequilíbrio entre produção e consumo em Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop e Sorriso, com produção inferior à estimativa de consumo potencial e dependência de abastecimento externo ao município, com base em dados oficiais do IBGE, sujeitos a possível subnotificação. Tangará da Serra destacou-se por um leve superávit, o que indica potencial para o abastecimento regional. Os resultados reforçam a importância do planejamento produtivo, do incentivo ao cultivo local e da adoção de tecnologias adaptativas para fortalecer a oferta e reduzir a vulnerabilidade à dependência externa no abastecimento alimentar.

Palavras-chave: decêndios; precipitação; temperatura; horticultura irrigada; transição Cerrado-Amazônia; planejamento agrícola.

Agroclimatic aptitude of tomato associated with potential consumption estimate in the most populous municipalities of Mato Grosso

ABSTRACT: Tomatoes (*Solanum lycopersicum* L.) are a widely distributed crop that is highly sensitive to climatic conditions. This study analyzed the agroclimatic suitability of tomato cultivation in six municipalities (Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop, Sorriso, and Tangará da Serra) in Mato Grosso, integrating climatic and demographic data to identify the most favorable periods for cultivation and their relationship with local estimated potential consumption. Considering the last 20 years of temperature and precipitation, it was found that the dry season (May to September) offers the best conditions, with temperatures between 19 °C and 24 °C and decennial precipitation below 400 mm, allowing cultivation in open fields with irrigation. The most suitable planting windows varied among municipalities, ranging from the 5th to the 29th decile (Rondonópolis), the 10th to the 28th (Tangará da Serra and Sorriso), the 10th to the 29th (Sinop), and the 12th to the 28th (Cuiabá/Várzea Grande). The joint analysis of suitability and potential consumption estimate revealed an imbalance between production and consumption in Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop, and Sorriso, which showed production below the estimated potential consumption and a reliance on supplies from outside the municipality, based on official data from the IBGE, subject to possible underreporting. Tangará da Serra stood out with a slight surplus, indicating potential for regional supply. The results reinforce the importance of production planning, encouraging local cultivation, and adopting adaptive technologies to strengthen supply and reduce vulnerability regarding external dependence for food supply.

Keywords: ten-day periods; precipitation; temperature; irrigated horticulture; Cerrado-Amazon transition; agricultural planning.

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é a hortaliça-fruto mais importante do mundo, com produção global de

aproximadamente 180 milhões de toneladas. A Ásia e as Américas lideram a produção, respondendo por 62% e 13%, respectivamente (FAO, 2022). No Brasil, a produção atinge

cerca de 3,8 milhões de toneladas, concentrada em Goiás, São Paulo e Minas Gerais, que representam 63% da produção nacional em 51.907 hectares (CONAB, 2019; IBGE, 2023). No Mato Grosso, apesar de ser um Estado agrícola, a produção de tomate não corresponde ao potencial de mercado, tendo, em 2023, representado apenas 0,5% do lucro gerado pela cultura no país (IBGE, 2023). O que leva ao comprometimento do abastecimento do mercado interno no Estado é que grande parte do tomate consumido em Mato Grosso é oriunda dos estados produtores citados anteriormente, o que resulta no encarecimento do produto.

O cultivo do tomate demanda adaptabilidade; contudo, trata-se de uma cultura de alto custo de implantação e de condução. Estima-se que o custo do cultivo de um hectare de tomate ultrapasse 100 mil reais (HF BRASIL, 2016). Este valor pode variar em função do tipo de condução, do híbrido utilizado e do ambiente de cultivo (NASCIMENTO et al., 2021; FESTL et al., 2025).

A tomateicultura apresenta elevado risco devido à sensibilidade das plantas ao molhamento foliar, o que impossibilita o cultivo em campo aberto durante o período chuvoso. Além disso, em condições de alta temperatura, pode ocorrer abortamento das flores e/ou amadurecimento irregular dos frutos (QUEIROZ et al., 2016; CALDANA et al., 2021). O que torna as condições climáticas decisivas para o sucesso da cultura, influenciando, por exemplo, a tomada de decisão e os investimentos em infraestrutura, como a necessidade de cultivo protegido e de irrigação, entre outros.

A aptidão agroclimática é uma ferramenta importante para o planejamento da tomateicultura e para a tomada de decisão. Visto que as atividades agrícolas são influenciadas pelas condições climáticas como temperatura, pluviosidade e umidade do ar. Estabelecer as épocas aptas ao plantio de uma dada espécie em uma área reduz os riscos da cultura, auxilia na previsão de produtividade e reduz as perdas (GELCER et al., 2018; FARASLIS et al., 2023).

As mudanças climáticas têm alterado os padrões de temperatura e de precipitação, comprometendo áreas tradicionalmente aptas ao cultivo agrícola nas próximas décadas (GELCER et al., 2018; APARECIDO et al., 2023). No entanto, o levantamento da aptidão agroclimática surge como uma ferramenta eficiente para adaptar a agricultura a esses cenários, conforme demonstrado em culturas como tomate, banana e trigo (SANTOS et al., 2016; SOUZA et al., 2022). Visto que, para a produção de hortaliças no estado de Mato Grosso, há carência de pesquisas desse tipo voltadas ao fomento deste importante setor produtivo (ROCHA et al., 2022).

O levantamento de aptidão agroclimática é fundamental para orientar políticas de fomento à agricultura sustentável, pois reduz custos, minimiza impactos ambientais, contribui para a segurança alimentar e ajuda na adaptação às mudanças climáticas, garantindo estabilidade produtiva (SANTOS et al., 2016; BREUNIG et al., 2020). Além disso, conhecer a aptidão pode beneficiar pequenos produtores próximos a centros urbanos, onde a demanda por hortaliças é crescente. Assim como otimizar o aproveitamento das áreas disponíveis e maximizar a produção local frente à estimativa de consumo potencial existente nos municípios mais populosos (NEVES et al., 2013; IBGE, 2022).

A hipótese central é que, entre os municípios mais populosos de Mato Grosso (acima de 100 mil habitantes), é possível identificar áreas com aptidão climática para o cultivo do tomateiro com base em parâmetros como temperaturas

médias entre 19°C e 24°C e pluviosidade adequada ao desenvolvimento da cultura, permitindo alinhar os períodos de maior viabilidade produtiva à estimativa de consumo potencial local, contribuindo para o planejamento e a sustentabilidade da produção regional (NASCIMENTO et al., 2012).

Diante da importância do planejamento agrícola para a sustentabilidade da produção hortícola, este estudo teve como objetivo avaliar a aptidão agroclimática do tomateiro em seis municípios do Mato Grosso, relacionando os períodos viáveis ao cultivo e à estimativa de consumo potencial, considerando o número de habitantes. A proposta visa subsidiar estratégias para implantação, otimização da produção e do abastecimento dos municípios.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Caracterização do estado de Mato Grosso

O estado de Mato Grosso, situado na região Centro-Oeste do Brasil, é o terceiro maior da federação e destaca-se por sua vasta extensão territorial (903 mil km²). A população do estado é estimada em cerca de 3,7 milhões de habitantes, caracterizada por baixa densidade demográfica (4,05 hab/km²) e por forte fluxo migratório proveniente de outras regiões brasileiras (IBGE, 2023). Cerca de 80% da população está concentrada em cidades como Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop, Sorriso e Tangará da Serra (IBGE, 2023).

O Estado abriga três dos principais biomas brasileiros: o Cerrado, a Amazônia e o Pantanal. O Cerrado ocupa a maior parte do território estadual, seguido pela Floresta Amazônica ao norte e pelo Pantanal ao sudoeste (SANO et al., 2010). Essa biodiversidade destaca o Estado quanto à sua relevância ambiental, embora seja uma das mais impactadas por pressões antrópicas, como o desmatamento e a expansão agropecuária (SILVA JUNIOR et al., 2018).

O clima predominante em Mato Grosso é o tropical continental, caracterizado por duas estações bem definidas: uma chuvosa, de outubro a abril, e uma seca, de maio a setembro. As temperaturas médias variam entre 22 °C e 32 °C ao longo do ano, com elevada taxa de evapotranspiração durante a estação seca (NIMER, 1989; ALVARES et al., 2013).

2.2. Área de estudo

O estudo considerou, para a avaliação da aptidão agroclimática, os seis municípios com mais de 100 mil habitantes que possuíam estação meteorológica no município ou nas proximidades, bem como a disponibilidade de dados de temperatura e pluviosidade no estado de Mato Grosso. Foram selecionados: Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop, Sorriso e Tangará da Serra (Figura 1).

Os municípios de Cuiabá e Várzea Grande foram avaliados conjuntamente, dada a proximidade entre si e a localização da estação meteorológica de Cuiabá. Os municípios de Sorriso e Sinop, embora próximos, possuem estações meteorológicas e foram avaliados separadamente. O bioma predominante nos municípios é o Cerrado, com exceção de Sinop, que apresenta o bioma Amazônia. O Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de cada município: Cuiabá (0,78), Várzea Grande (0,73), Rondonópolis (0,75), Sinop (0,75), Sorriso (0,74) e Tangará (0,72) (IBGE, 2023).

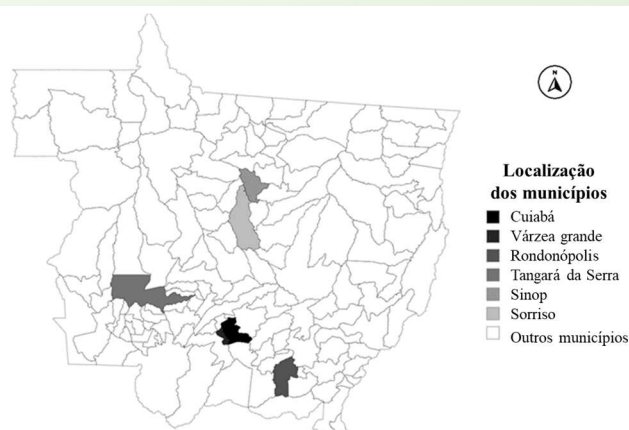


Figura 1. Estado de Mato Grosso e os municípios selecionados para o estudo.

Figure 1. State of Mato Grosso and the municipalities selected for the study.

2.3. Obtenção dos dados climáticos

O levantamento dos dados climáticos foi realizado a partir dos registros do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), considerando as variáveis de temperatura do ar e de precipitação pluviométrica obtidas por meio das estações meteorológicas automáticas localizadas em cada município. Os dados meteorológicos da estação de Cuiabá também foram considerados para o município de Várzea Grande, devido à proximidade entre ambos (Tabela 1). Foram analisados os parâmetros de temperatura média do ar e de precipitação acumulada (mm), organizados em decêndios, visando maior detalhamento e precisão na representação das informações. Para a construção dos climogramas, utilizaram-se dados referentes ao período de 20 anos (de 2004 a 2024), exceto para Sinop, que possui disponibilidade de dados a partir de 2007 (Tabela 1).

Tabela 1. Localização das estações meteorológicas automáticas e período de coleta de dados climáticos.

Table 1. Location of automatic weather stations and climate data collection period.

Município	Latitude	Longitude	Período
Cuiabá / Várzea Grande	-15°35'56"	-56°06'05"	2004 a 2024
Rondonópolis	-16°28'15"	-54°38'09"	2004 a 2024
Sinop	-11° 50' 53"	-55° 38' 57"	2007 a 2024
Sorriso	-12° 32' 42"	-55° 42' 39"	2004 a 2024
Tangará da Serra	-14° 37' 8"	-57° 29' 9"	2004 a 2024

Fonte: INMET (2024).

Source: INMET (2024)

Os dados foram organizados em decêndios, utilizando apenas os anos com séries temporais completas, excluindo-se os anos que apresentaram falhas ou interrupções nos registros, conforme a disponibilidade de dados de cada estação. Não foi realizado preenchimento de falhas (gap-filling), uma vez que o período amostral disponível foi considerado suficiente para a caracterização climática dos municípios avaliados.

O processamento dos dados climáticos seguiu as seguintes etapas: (1) os dados diários de temperatura e precipitação foram agregados em totais/médias decendiais em planilhas eletrônicas (Microsoft Excel®); (2) foram considerados apenas os anos com séries temporais completas (365 dias), sendo excluídos aqueles com falhas ou interrupções nos registros; (3) para Cuiabá, Várzea Grande,

Rondonópolis, Sorriso e Tangará da Serra, foram utilizados 20 anos de dados (2004-2024); (4) para Sinop, devido à disponibilidade de dados a partir de 2007, foram utilizados 17 anos (2007-2024); (5) não foi realizado preenchimento de falhas (gap-filling), uma vez que o período amostral disponível foi considerado suficiente para a caracterização climática; e (6) a classificação final de aptidão para cada decêndio foi determinada por critérios restritivo e de forma independente para as classes de temperatura e pluviosidade, podendo apresentar aptidão diferente entre as variáveis (Tabela 2).

Tabela 2. Classes de aptidão climática para o tomateiro.

Table 2. Climatic suitability classes for the tomato plant.

Classe de aptidão	Temperatura média	Pluviosidade
Apta	Entre 19 °C e 24 °C	Menor que 400 mm
Restrita	Mínima entre 10 °C e 19 °C Máxima entre 24°C e 30°C	Entre 400 e 600 mm
Inapta	Menor que 10 °C e Maior que 30 °C	Maior que 600 mm

Fonte: Neves et al. (2013).

Source: Neves et al. (2013).

As exigências climáticas do tomateiro foram avaliadas com base no ciclo de cultivo do tomateiro indeterminado, que dura aproximadamente 150 dias em campo. Os primeiros 30 dias correspondem à fase de produção de mudas, geralmente conduzida em ambiente protegido, o que reduz a influência das condições climáticas adversas e contribui para mitigar riscos à cultura. Após essa etapa inicial, as plantas são transplantadas para o campo, onde permanecem por cerca de 120 dias, sob manejo em sistema irrigado, até a colheita.

A aptidão climática foi classificada de forma independente, em decêndios, com base nos critérios de temperatura e pluviosidade, adotando-se, de forma hierárquica, a pluviosidade como fator limitante principal e a temperatura como segundo fator restritivo, conforme os limiares estabelecidos por Neves et al. (2013) (Tabela 2). Para cada decêndio, a temperatura média e a precipitação acumulada foram analisadas separadamente, e a classe de aptidão final foi definida pelo critério mais restritivo. Para pluviosidade: um decêndio foi classificado como apto somente quando apresentou precipitação inferior a 400 mm. Para Temperatura, um município foi considerado apto, com média entre 19 °C e 24 °C. Sem integração sequencial ao longo do ciclo completo de 120 dias de campo, uma vez que o objetivo foi identificar períodos favoráveis ao cultivo em campo aberto com base nas condições climáticas propícias à implantação e à condução da cultura.

Desta forma, foram estabelecidas três classes independentes para os critérios de temperatura e de pluviosidade: Apta, Restrita e Inapta (Tabela 2), tanto para temperatura quanto para umidade, o que pode levar à superestimação da extensão das janelas de aptidão propostas.

Os dados populacionais e de produção de tomate do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) foram utilizados como indicadores para estimar o consumo potencial dos municípios com mais de cem mil habitantes e para analisar a produção em paralelo ao crescimento populacional, a fim de estimar a oportunidade de mercado dos municípios selecionados em relação à sua produção local.

Os dados climáticos, de produção e de população foram organizados e tabulados no Microsoft Excel®. Os mapas de produção, em escala nacional e municipal no estado de Mato Grosso, foram confeccionados no MapChart®, enquanto os climogramas foram gerados no SigmaPlot®, com o objetivo de representar graficamente as variáveis climáticas ao longo do período analisado.

3. RESULTADOS

3.1. Panorama da produção de tomate no Brasil e em Mato Grosso

A produção de tomate no Brasil concentra-se nos estados de Goiás, São Paulo e Minas Gerais, com médias superiores a 5.000 toneladas, seguidos por Paraná e Bahia, que registram entre 3.000 e 4.999 toneladas. Em contraste, o estado de Mato Grosso apresentou apenas 47,6 toneladas no período de 2019 a 2023 (Figura 2). Ressalta-se, ainda, a ausência de registros para o Acre, o Amapá e o Tocantins (IBGE, 2023).

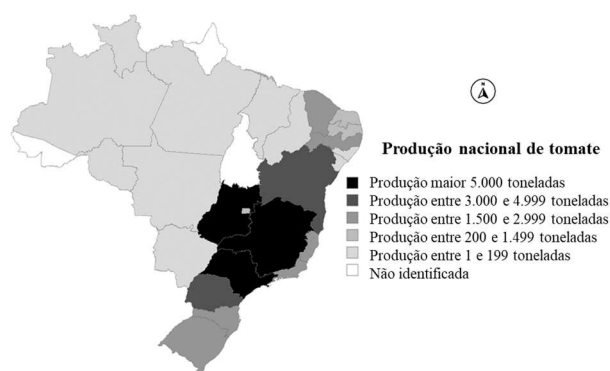


Figura 2. Produção média de tomate no Brasil por estado (IBGE, 2023).

Figure 2. Average tomato production in Brazil by state (IBGE, 2023).

A análise espacial evidencia que, no primeiro período considerado, a produção municipal foi classificada como de baixa (1 a 99 toneladas), o que reflete uma atividade de pequena escala. Nos anos seguintes, observa-se a concentração produtiva em municípios das regiões Norte e centro-sul, com destaque para Lucas do Rio Verde e Tangará da Serra e, recentemente, para Aripuanã (Figura 3).

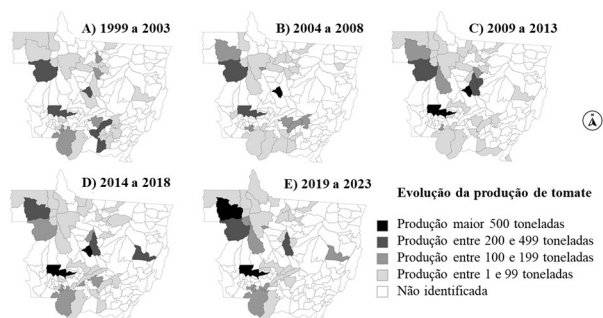


Figura 3. Evolução espacial da produção de tomate nos municípios de Mato Grosso (IBGE, 2023).

Figure 3. Spatial evolution of tomato production in the municipalities of Mato Grosso (IBGE, 2023).

Apesar dessa expansão, grande parte do território estadual permaneceu sem informações de produção, o que indica concentração espacial e possíveis limitações relacionadas à infraestrutura, ao mercado consumidor, a

investimentos regionais ou mesmo à subnotificação por parte dos órgãos responsáveis.

3.2. Dinâmica produtiva e papel da agricultura familiar

A série de dados analisada, referente ao fator de produção e à área plantada, abrange o período de 2004 a 2023. Evidenciou-se variação em ambos os fatores investigados, com retrações em alguns períodos e expansões em outros. Entre os municípios analisados, Sorriso e Tangará da Serra se destacaram em 2023, com 8 e 30 ha destinados ao cultivo de tomate, respectivamente, valores inferiores aos observados em períodos anteriores (Figura 4).

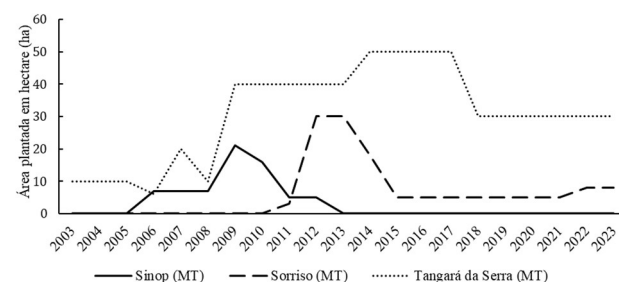


Figura 4. Dados de área plantada com tomate em três municípios de Mato Grosso, com registro para o período 2003–2023 (IBGE, 2023).

Figure 4. Data on tomato planted area in three municipalities of Mato Grosso, recorded for the 2003–2023 period (IBGE, 2023).

O perfil produtivo entre os municípios avaliados apresenta predominância da agricultura, com exceção de Sinop onde os produtores se dividem entre agricultura patronal e familiar. Já nos demais municípios verificados neste trabalho, a agricultura familiar é superior à patronal em estabelecimentos dedicados à cultura, sendo os principais Tangará da Serra, com 13 estabelecimentos, e Rondonópolis, com 12 registros (IBGE, 2017) (Figura 5).

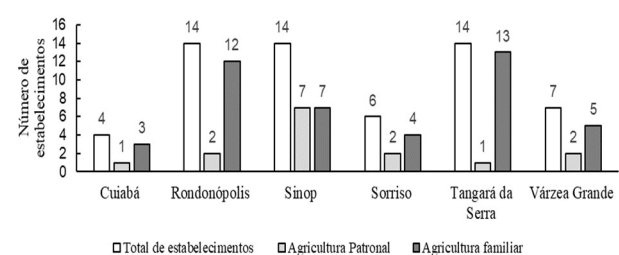


Figura 5. Dados de estabelecimentos da agricultura familiar com produção de tomate em Mato Grosso (IBGE, 2017).

Figure 5. Data on family farming establishments producing tomatoes in Mato Grosso (IBGE, 2017).

3.3. Crescimento demográfico e implicações para o abastecimento

O fator populacional, aqui considerado como indicador de estimativa de consumo potencial, apresenta crescimento contínuo nos seis municípios analisados (Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop, Sorriso e Tangará da Serra). Cuiabá e Várzea Grande compõem a região metropolitana com maior população, enquanto Sinop e Sorriso registraram os maiores incrementos recentes, de 53% e 49% entre 2010 e 2022, respectivamente (Figura 6).

No entanto, os dados de produção de 2023 indicam déficit produtivo em Cuiabá, Várzea Grande, Rondonópolis e Sinop, conforme amostrado por não apresentarem registros

de produção no IBGE para o período analisado, o que não indica inexistência de cultivo, uma vez que pode haver subnotificação ou produção em pequena escala não capturada pelas estatísticas oficiais. Enquanto Tangará da Serra e Sorriso apresentaram indicadores de produção, o que sugere potencial para o abastecimento do município ou da região (municípios circunvizinhos).

Essa configuração demanda análise correlacional entre (i) o tamanho e a distribuição da população consumidora e (ii) o grau de dependência do abastecimento externo proveniente de outras unidades da federação, para identificar vulnerabilidades no abastecimento local, visto que o registro de produção ocorre apenas em dois municípios no período de 2019 a 2023 (Figura 7).

Verifica-se que todos os municípios, exceto Tangará da Serra, apresentaram déficit produtivo, o que indica forte dependência de abastecimento externo (Tabela 3). Cuiabá e Várzea Grande registraram os maiores déficits, superiores a 1.600 toneladas, enquanto Tangará da Serra apresentou superávit de cerca de 40 toneladas, o que sugere potencial para suprir parte da demanda regional. Essa diferença reflete a concentração produtiva e a necessidade de políticas de incentivo ao cultivo próximo aos centros populacionais.

Além disso, é importante destacar que a população é majoritariamente urbana: Cuiabá (98%), Várzea Grande (99%), Rondonópolis (96%), Sinop (97%), Sorriso (94%) e Tangará da Serra (92%), o que reforça a demanda por cadeias curtas de suprimento. Enquanto a população rural varia entre 1% e 8%, com maior concentração nos municípios de Sorriso (6%) e Tangará da Serra (8%), que também correspondem às

maiores produções de tomate entre os avaliados (IBGE, 2023).

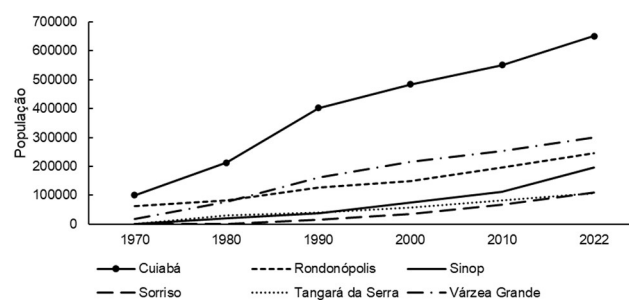


Figura 6. Evolução da população total em seis municípios de Mato Grosso (1970-2022) (IBGE, 2023).

Figure 6. Evolution of the total population in six municipalities of Mato Grosso (1970-2022) (IBGE, 2023).

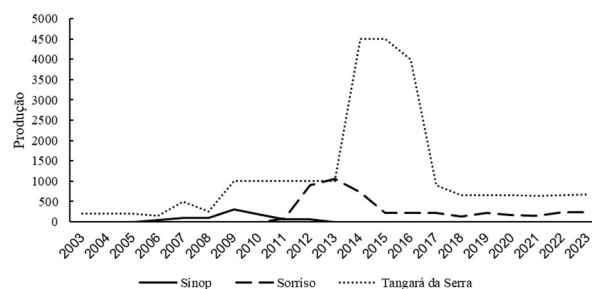


Figura 7. Produção de tomate em seis municípios de Mato Grosso (2004-2023) (IBGE, 2023).

Figure 7. Tomato production in six municipalities of Mato Grosso (2004-2023) (IBGE, 2023).

Tabela 3. Estimativa do consumo potencial e do balanço oferta-demanda de tomate nos principais municípios de Mato Grosso, considerando o consumo médio regional para o Centro-Oeste (5,8 kg/hab/ano) e a média de produção entre 2019 e 2023 (IBGE, 2023).
Table 3. Estimate of potential tomato consumption and the supply-demand balance in the main municipalities of Mato Grosso, considering the average regional consumption for the Central-West (5.8 kg/inhabitant/year) and the average production between 2019 and 2023 (IBGE, 2023).

Município	População (hab)	Produção (t)	Consumo estimado (t)	Balanço (t)	Situação
Cuiabá	650.877	0	3.775	-3.775	Déficit
Várzea Grande	300.078	0	1.740	-1.740	Déficit
Rondonópolis	244.911	0	1.420	-1.420	Déficit
Sinop	196.312	0	1.139	-1.139	Déficit
Sorriso	110.635	206	642	-436	Déficit
Tangará da Serra	106.434	658	617	41	Superávit

3.4. Fatores climáticos e aptidão agroclimática

Os dados de pluviosidade dos últimos 20 anos confirmam duas estações bem definidas nos municípios avaliados. O período chuvoso (decêndios 1 a 11 e 27 a 36) apresenta elevados índices pluviométricos, superiores a 50 mm/decêndio em todos os municípios, com máximos de 74,1 mm em Sinop e 76,0 mm em Sorriso. Tais condições inviabilizam o cultivo em campo aberto devido ao encharcamento do solo e ao aumento da incidência de doenças. Já o período seco (de maio a setembro) apresenta maior aptidão para cultivos irrigados, em razão do menor risco de doenças (Figura 8).

Quanto à variável de temperatura, conforme observado na figura 8. Embora as temperaturas médias frequentemente ultrapassem os 24 °C, chegando a 29,4 °C em Cuiabá / Várzea Grande e em Sorriso. Apenas aos municípios de Rondonópolis (23,9 °C) e Tangará da Serra (23,5 °C) apresentaram registros de temperatura média dentro da classe de aptidão (19 °C a 24 °C), esses períodos se estendem do

decêndio 13 ao 21 para ambos os municípios citados anteriormente.

Essa condição evidencia que, para o fator temperatura, na maioria dos municípios (Cuiabá/Várzea Grande, Rondonópolis, Sinop e Sorriso), a alta temperatura é o fator mais limitante, em relação às baixas temperaturas, que não foram identificadas de acordo com os critérios de avaliação deste trabalho e, portanto, não são consideradas um fator de restrição térmica neste caso. A análise combinada dos critérios de temperatura e pluviosidade, com adoção do critério mais restritivo, permitiu identificar as seguintes janelas de plantio e condução do cultivo irrigado no campo para cada município, considerando o fator precipitação mais limitante em relação ao fator temperatura: Cuiabá/Várzea Grande (decêndio 12º a 28º); Rondonópolis (decêndio 5º a 29º); Sinop (decêndio 10º a 29º), Sorriso (decêndio 10º a 28º) e Tangará da Serra (decêndio 10º a 28º).

A pluviosidade atuou como o principal fator limitante, restringindo o cultivo durante os períodos chuvosos,

enquanto a temperatura configurou-se como o segundo fator restritivo, especialmente nos decêndios em que as médias térmicas ultrapassaram 30 °C. Contudo, entre os decêndios 13 e 21, em que se registraram temperaturas mais amenas em

Rondonópolis e Tangará da Serra, o período coincide com a redução da precipitação, o que favorece maior aptidão para o cultivo.

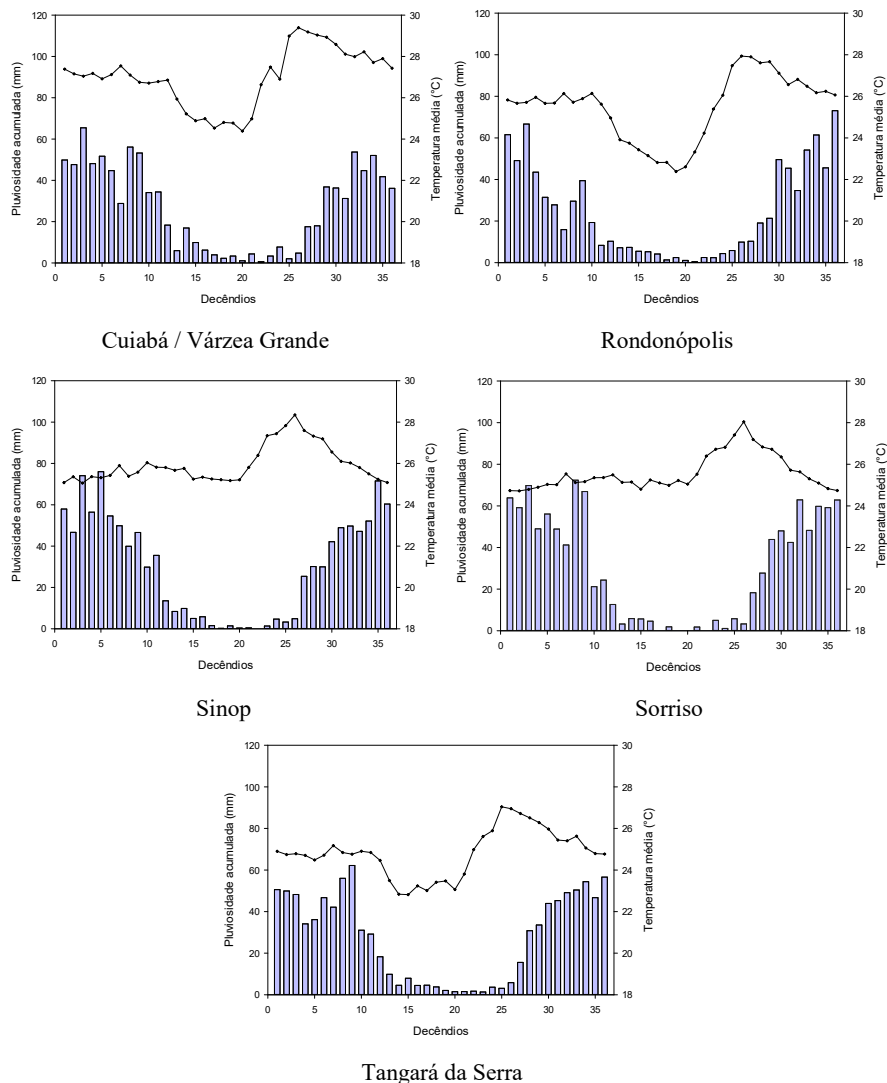


Figura 8. Distribuição decenal da precipitação acumulada e da temperatura média em seis municípios de Mato Grosso (2004-2024) (INMET, 2024).
Figure 8. Ten-day distribution of accumulated precipitation and average temperature in six municipalities of Mato Grosso (2004-2024) (INMET, 2024).

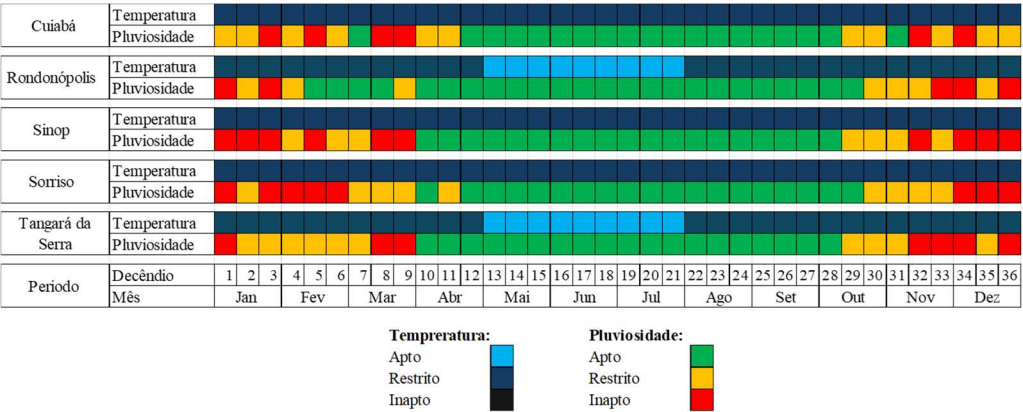


Figura 9. Períodos aptos, restritos e inaptos para o cultivo de tomate em campo aberto no sistema irrigado, em função da temperatura e pluviosidade. Organizados por decêndio e mês. Para seis municípios de Mato Grosso (INMET, 2024).
Figure 9. Periods suitable, restricted, and unsuitable for open-field tomato cultivation under irrigation, based on temperature and rainfall. Organized by 10-day period and month. For six municipalities in Mato Grosso (INMET, 2024).

4. DISCUSSÃO

Os resultados obtidos demonstram que a aptidão agroclimática do tomateiro em Mato Grosso é condicionada principalmente pelas variáveis temperatura e pluviosidade. Entretanto, algumas limitações metodológicas devem ser consideradas na interpretação das janelas de aptidão propostas.

4.1. Limitações do estudo

A classificação de aptidão climática adotada neste estudo baseou-se exclusivamente na temperatura média do ar e na pluviosidade acumulada por decêndio, sem incorporar outras variáveis relevantes ao cultivo do tomateiro, como a umidade relativa do ar, a amplitude térmica, a radiação solar, a evapotranspiração, a distribuição intradecadal das chuvas e a ocorrência de eventos climáticos extremos.

O uso de valores médios pode, portanto, mascarar condições críticas de curta duração, como noites quentes ou picos de temperatura máxima, e não expressa integralmente o regime de distribuição das chuvas, fator relevante para a incidência de doenças foliares. Além disso, os limiares de aptidão utilizados (Tabela 2), baseados em Neves et al. (2013), referem-se ao cultivo em campo aberto sob irrigação, não devendo ser extrapolados diretamente a sistemas de cultivo protegido, condução tutorada ou a diferentes materiais genéticos sem validação específica. Essas limitações devem ser consideradas na interpretação das janelas de aptidão apresentadas, que expressam uma aproximação da viabilidade agroclimática, e não uma avaliação exaustiva de todos os fatores que determinam o sucesso da cultura.

A estimativa de consumo potencial baseada em um único valor per capita (5,8 kg/hab/ano) para todo o estado não reflete a heterogeneidade intraestadual de renda, hábitos alimentares, sazonalidade e canais de comercialização, devendo ser interpretada como uma aproximação do consumo potencial, e não como demanda real de mercado. Ademais, a aptidão agroclimática não equivale automaticamente à viabilidade econômica da tomaticultura, uma vez que fatores como logística, custos de produção, acesso a crédito, disponibilidade de mão de obra e escala de produção são determinantes para o sucesso da atividade.

4.2. Influência da temperatura e da precipitação na aptidão agroclimática

A precipitação e a temperatura foram os principais fatores de restrição ao cultivo do tomateiro nos municípios avaliados. Entre eles, a elevada pluviosidade representa a principal limitação durante parte do ano, pois favorece o aumento da umidade relativa, prolonga o período de molhamento foliar e intensifica a incidência de doenças, comprometendo a produtividade e a qualidade dos frutos. Em experimento conduzido em Sinop-MT, com diferentes sistemas de cobertura, Cardoso et al. (2024) observaram baixa produtividade no período chuvoso, evidenciando a forte influência das condições climáticas no desempenho da cultura. Apesar disso, o cultivo durante a estação chuvosa pode representar uma oportunidade econômica em razão da menor oferta de tomate e dos preços de comercialização mais altos, o que leva muitos produtores a assumir o risco de produzir em campo aberto (PATARICO et al., 2023; SILVA et al., 2025).

Além da precipitação, a temperatura elevada representa uma importante restrição ao cultivo em Mato Grosso, o que

se assemelha ao observado por Neves et al. (2013) na região de Cáceres-MT. Mesmo em períodos de baixa pluviosidade, temperaturas médias superiores a 30 °C reduzem significativamente o potencial produtivo da cultura. Isso ocorre porque o excesso de calor compromete a viabilidade do pólen, reduz o crescimento do tubo polínico, aumenta a abscisão floral e diminui o pegamento de frutos, o que se reflete diretamente na produtividade (SATO et al., 2000; CAMEJO et al., 2005; QUEIROZ et al., 2016; RAJA et al., 2019; CALDANA et al., 2021).

Revisões recentes demonstram que cultivares convencionais apresentam reduções expressivas no pegamento de frutos quando submetidas a temperaturas diurnas superiores a 35 °C e noturnas acima de 21 °C, condições frequentemente registradas em regiões tropicais, como Mato Grosso (ALSAMIR et al., 2021; MOHAMMED et al., 2024).

Diante dessas limitações, diferentes estratégias de manejo têm sido desenvolvidas para mitigar os efeitos do estresse térmico e do excesso de precipitação. Entre elas, destacam-se o cultivo em ambiente protegido, o uso de telas de sombreamento, o manejo racional da irrigação e a utilização de cultivares termotolerantes. As telas de sombreamento reduzem a incidência de radiação solar direta, atenuam a temperatura do dossel e proporcionam melhores condições microclimáticas para o desenvolvimento das plantas (SEABRA JÚNIOR et al., 2019; PONCE et al., 2021). De forma complementar, o cultivo protegido reduz o impacto direto das chuvas, diminui o molhamento foliar, favorece o controle fitossanitário e aumenta a eficiência no uso da água e dos fertilizantes, tornando-se uma das principais alternativas para regiões tropicais sujeitas a temperaturas elevadas e precipitação elevada.

O manejo hídrico também desempenha um papel importante na adaptação da cultura às condições climáticas adversas. Em cultivo protegido, Pires et al. (2009) verificaram que o aumento da frequência da irrigação por gotejamento promoveu maior crescimento vegetativo, incremento da assimilação de CO₂ e aumento da produtividade, além de reduzir a incidência de frutos não comerciais associados à deficiência de cálcio. De forma semelhante, Marouelli; Silva (2005), em condições de Cerrado, observaram que intervalos de irrigação de aproximadamente dois dias durante a fase vegetativa proporcionaram maior produtividade e melhor desenvolvimento radicular, demonstrando que o manejo adequado da irrigação contribui para aumentar a eficiência do uso da água e reduzir os efeitos do estresse térmico.

Os resultados obtidos em Mato Grosso confirmam o potencial dessas estratégias para mitigar as limitações agroclimáticas. Em Nova Mutum-MT, Seabra Júnior et al. (2022) obtiveram produtividades de 68,32 e 72,28 t ha⁻¹ para os híbridos Fascínio e Lampião, respectivamente, cultivados em ambiente protegido, sob temperaturas médias superiores a 30 °C, evidenciando a eficiência da proteção ambiental na manutenção da produtividade. Em Tangará da Serra, Dalbianco et al. (2022) registraram produtividade de até 110 t ha⁻¹ com a cultivar Thaíse em campo aberto, utilizando mulching plástico, técnica que contribuiu para reduzir as perdas de água por evaporação, estabilizar a temperatura do solo e melhorar o desenvolvimento das plantas. Posteriormente, Dalbianco et al. (2023) observaram produtividades superiores a 95 t ha⁻¹ nos híbridos Fascínio e Thaíse, confirmando sua adaptação às condições

edafoclimáticas da região. Ainda em Mato Grosso, Nascimento et al. (2021) verificaram maior pegamento de frutos do híbrido Fascínio durante a entressafra, reforçando seu potencial para cultivo sob condições climáticas regionais. Em conjunto, esses resultados demonstram que a adoção integrada de cultivares adaptadas, manejo hídrico eficiente e tecnologias de proteção do cultivo permite reduzir significativamente os riscos impostos pelas elevadas temperaturas e pela precipitação, ampliando a estabilidade produtiva da cultura.

A análise conjunta da precipitação e da temperatura permitiu identificar que o período seco, compreendido entre maio e setembro, apresenta a maior aptidão para o cultivo do tomateiro nos municípios avaliados, em razão da combinação de temperaturas mais próximas da faixa ideal para a cultura e de menor risco de doenças associadas ao excesso de umidade. Dessa forma, o planejamento da época de plantio com base na aptidão agroclimática, aliado ao acesso a tecnologias de produção, como ambientes protegidos, irrigação localizada e cultivares adaptadas ao calor, constitui uma estratégia capaz de reduzir riscos produtivos, otimizar o uso dos recursos naturais e ampliar a sustentabilidade da tomaticultura em Mato Grosso. Além disso, políticas públicas voltadas ao fortalecimento da agricultura familiar, à assistência técnica e ao incentivo à adoção dessas tecnologias podem ampliar a janela de cultivo, reduzir a dependência do abastecimento proveniente de outros estados e fortalecer a segurança alimentar e a economia regional.

5. CONCLUSÕES

O estudo demonstrou que Tangará da Serra e Rondonópolis apresentam as melhores condições agroclimáticas para o cultivo do tomateiro em Mato Grosso, com janelas de plantio concentradas entre maio e setembro (decêndios 13 a 27), período caracterizado por temperaturas médias entre 19 e 24 °C e pluviosidade inferior a 400 mm. Os demais municípios avaliados apresentam potencial para a cultura, porém com restrições térmicas e hídricas mais pronunciadas, especialmente durante o período chuvoso.

A análise integrada da aptidão agroclimática e da estimativa de consumo potencial indicou possível desequilíbrio entre oferta e demanda em cinco dos seis municípios mais populosos do estado, sugerindo dependência de abastecimento proveniente de outras regiões, enquanto Tangará da Serra apresentou potencial para atuar como polo regional de produção. Ressalta-se que os déficits estimados foram obtidos a partir de dados oficiais de produção e de estimativas de consumo potencial, podendo diferir da realidade em função de subnotificação da produção ou da existência de cultivos não contabilizados nas estatísticas oficiais.

Os resultados evidenciam que o planejamento agrícola baseado na aptidão agroclimática pode reduzir riscos e aumentar a eficiência produtiva, sendo favorecido pela adoção de cultivares termotolerantes, de cultivo protegido e de outras tecnologias adaptativas, especialmente nos municípios com maiores restrições climáticas. Dessa forma, Mato Grosso apresenta potencial para ampliar sua produção de tomate, reduzir a dependência do abastecimento proveniente de outras regiões e contribuir para o fortalecimento do sistema regional de abastecimento. Recomenda-se que estudos futuros incorporem variáveis como umidade relativa do ar, radiação solar,

evapotranspiração e análise de eventos climáticos extremos, além de avaliarem a continuidade das condições climáticas ao longo de todo o ciclo da cultura e validarem, em campo, as janelas de plantio propostas.

6. REFERÊNCIAS

- ALSAMIR, M.; MAHMOOD, T.; TRETHOWAN, R.; AHMAD, N. An overview of heat stress in tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 28, n. 3, p. 1654-1663, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2020.11.088>
- ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHAS, P. C.; GONÇALVES, J. L. de M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2013/0507>
- APARECIDO, L. E. D. O.; PÁDUA, J.; TORSONI, G.; BARBOZA, T. O. C.; VIOLA, L. E. S.; MORAES, J. C. D. C.; SANTOS, A. F. Climate risk zoning for wheat crops in the Southeastern region of Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 104, n. 1, p. 456-467, 2023. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12943>
- APARECIDO, L. E. D. O.; TORSONI, G.; LIMA, R. F.; MESQUITA, D. Z.; PECHE, P. M. Agroclimatic mapping for olive cultivation in Brazil: pinpointing optimal growing regions. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 104, n. 6, p. 3361-3370, 2023. <https://doi.org/10.1002/jsfa.13221>
- BREUNIG, F. M.; GALVÃO, L. S.; DALAGNOL, R.; SANTI, A. L.; DELLA FLORA, D. P.; CHEN, S. Assessing the effect of spatial resolution on the delineation of management zones for smallholder farming in Southern Brazil. **Remote Sensing Applications: Society and Environment**, v. 19, e100325, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.rsase.2020.100325>
- CALDANA, N. F. da S.; FERREIRA, L. G. B.; ZACCHEO, P. V. C.; AGUIAR e SILVA, M. A.; MARTINS, J. A. Zoneamento agrícola de risco climático da bananeira (*Musa* sp.) na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 3. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 14, n. 1, p. 407-419, 2021. <https://doi.org/10.26848/rbfg.v14.1.p407-419>
- CAMEJO, D.; RODRÍGUEZ, P.; MORALES, M. A.; DELL'AMICO, J. M.; TORRECILLAS, A.; ALARCÓN, J. J. High temperature effects on photosynthetic activity of two tomato cultivars with different heat susceptibility. **Journal of Plant Physiology**, v. 162, n. 3, p. 281-289, 2005. <https://doi.org/10.1016/j.jplph.2004.07.014>
- CARDOSO, D. B.; BORELLI, V. A. da S.; PUTTI, F. F.; GÓES, B. C. Horticultura no Brasil: desafios e oportunidades na produção e sustentabilidade do tomate. **Revista Tema On-Line**, v. 2, n. 2, p. 121-130, 2024.
- CONAB_Companhia Nacional de Abastecimento. **Tomate: análise dos indicadores da produção e comercialização no mercado mundial, brasileiro e catarinense**. Brasília, DF: Conab, 2019. 31p.
- DALBIANCO, A. B.; SANTI, A.; DALLACORT, R.; FENNER, W.; BARBIERI, J. D.; DANIEL, D. F.; SEABRA JÚNIOR, S. How soil covers can affect the dynamics of temperature, soil moisture, and productivity of creeping fresh market tomatoes? **Journal of**

- Agricultural Studies**, v. 10, n. 2, p. 64-84, 2022. <https://doi.org/10.5296/jas.v10i2.19423>
- DALBIANCO, A. B.; SANTI, A.; OLIVEIRA, R. C. D.; BORGES, C. V.; DANIEL, D. F.; TRENTTO, D. A.; DIPPLE, F. L.; DALLACORT, R.; SEABRA JÚNIOR, S. Can soil cover affect the performance, yield, and quality of creeping fresh market tomato hybrids? **Horticulturae**, v. 9, n. 5, e574, 2023. <https://doi.org/10.3390/horticulturae9050574>
- FARASLIS, I.; DALEZIOS, N.; ALPANAKIS, N.; TZIATZIOS, G. A.; SPILIOTOPOULOS, M.; SAKELLARIOU, S.; SIDIROPOULOS, P.; DERKAS, N.; DOMÍNGUEZ, A.; MARTÍNEZ-LÓPEZ, J. A.; LÓPEZ-URREA, R.; KARAM, F.; AMAMI, H.; NCIRI, R. Remotely sensed agroclimatic classification and zoning in water-limited mediterranean areas towards sustainable agriculture. **Remote Sensing**, v. 15, n. 24, 5720, 2023. <https://doi.org/10.3390/rs15245720>
- FAO_Food and Agricultural Organization. **FAOSTAT: Crops and Livestock Products**. 2023. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en/#data/QCL>. Acesso em: 31 jul. 2025.
- GELCER, E.; FRAISE, C. W.; ZOTARELLI, L.; STEVENS, F. R.; PERONDI, D.; BARRETO, D. D.; MALIA, H. A.; ECOLE, C. C.; MONTONE, V.; SOUTHWORTH, J. Influence of El Niño-Southern oscillation (ENSO) on agroclimatic zoning for tomato in Mozambique. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 248, p. 316-328, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2017.10.012>
- HF BRASIL. **Custo para se produzir 1 hectare de tomate ultrapassa R\$ 100 mil**. HF Brasil, [S. l], 2016. Disponível em: <https://www.hfbrasil.org.br/br/custo-para-se-produzir-1-hectare-de-tomate-ultrapassa-r-100-mil.aspx>. Acesso em: 31 jul. 2025.
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Produção de Tomate**. Brasília: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/tomate/br>. Acesso em: 31 jul. 2025.
- IBGE_Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estimativas da População - 2023**. Rio de Janeiro: IBGE, 2023. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 31 jul. 2025.
- MARQUELLI, W. A.; CARVALHO e SILVA, W. L. Drip irrigation frequency for processing tomatoes during vegetative growth stage. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 7, p. 661-666, 2005. <https://doi.org/10.1590/S1678-3921.PAB2005.V40N7P661>
- MOHAMMED, S. P.; NATARAJAN, S.; EYBISHITZ, A.; JAKKULA, D.; VEERASAMY, R.; PRASANTHRAJAN, M.; KANNAN, P. Heat stress in tomato plants: current challenges and future directions for sustainable agriculture. **New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science**, v. 53, p. 1283-1307, 2024. <https://doi.org/10.1080/01140671.2024.2432624>
- MORAES, R. A.; SILVA, T. L.; PEREIRA, C. F. Expansão da fronteira agrícola no estado do Mato Grosso e seus impactos espaciais. **Revista Brasileira de Geografia Agrária**, v. 17, n. 2, p. 45-63, 2022.
- NASCIMENTO, A. S.; SILVA, R. M.; DIPPLE, F. L.; CASAGRANDE, J. G.; TRENTTO, D. A.; PONCE, F. S.; GRZEBIELUCKAS, C.; JÚNIOR, S. S. Viabilidade agroeconômica do cultivo de híbridos tomateiro de hábito determinado no período de safra e entressafra na região central Matogrossense. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 12, p. 74-83, 2021. <https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2021.012.0008>
- NASCIMENTO, W. M.; MELO, P. C. T.; FREITAS, R. A. Produção de sementes. In: CLEMENTE, F. M. V. T.; BOITEUX, L. S. (Eds.). **Produção de tomate para processamento industrial**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 53-74.
- NEVES, S. M. A. da S.; SEABRA JÚNIOR, S.; ARAUJO, K. L.; SOARES NETO, E. R.; NEVES, R. J.; DALLACORT, R.; KREITLOW, J. P. Análise climática aplicada à cultura do tomate na região Sudoeste de Mato Grosso: subsídios ao desenvolvimento da agricultura familiar regional. **Ateliê Geográfico**, Goiânia, v. 7, n. 2, p. 97-115, 2013. <https://doi.org/10.5216/ag.v7i2.23866>
- NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 1989. 422 p. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/biblioteca-catalogo?id=281099&view=detalhes>.
- PIRES, R. C. M.; FURLANI, P. R.; SAKAI, E.; LOURENÇÃO, A. L.; SILVA, E. A. da; TORRE NETO, A.; MELO, A. M. T. Desenvolvimento e produtividade do tomateiro sob diferentes frequências de irrigação em estufa. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 228-234, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362009000200019>
- PONCE, F. da S.; TRENTTO, D. A.; TOLEDO, C. A. de L.; ANTUNES, D. T.; ZANUZO, M. R.; DALLACORT, R.; OLIVEIRA, R. C.; SEABRA, S. Low tunnels with shading meshes: An alternative for the management of insect pests in kale cultivation. **Scientia Horticulturae**, v. 288, e110284, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2021.110284>
- PORAT, R.; LICHTER, A.; TERRY, L. A.; HARKER, R.; BUZBY, J. Postharvest losses of fruit and vegetables during retail and in consumers' homes: Quantifications, causes, and means of prevention. **Postharvest Biology and Technology**, v. 139, p. 135-149, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2017.11.019>
- QUEIROZ, R. F. N.; DA SILVA NEVES, S. M. A.; DALACORT, R.; JUNIOR, S. S.; NEVES, R. J.; DA SILVA MACHADO, T. Análise agroclimática do melão na região Sudoeste Mato-grossense. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 1, p. 215-225, 2016.
- RAJA, M. M.; VIJAYALAKSHMI, G.; NAIK, M. L.; BASHA, P. O.; SERGEANT, K.; HAUSMAN, J. F.; KHAN, P. S. S. V. Pollen development and function under heat stress: from effects to responses. **Acta Physiologiae Plantarum**, v. 41, n. 4, e47, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11738-019-2835-8>
- ROCHA, R. R.; DE SOUZA, R. N.; DALLACORT, R. **Aptidão agroclimática e influência das mudanças climáticas na fruticultura e olericultura no estado de Mato Grosso: uma revisão integrativa**. Disponível em: https://pesquisa.unemat.br/geoclimamt/upload/boletim%20v.12_Rafael_versa%CC%83o5.pdf. Acesso em: 31 jul. 2025.
- SANO, E. E.; ROSA, R.; BRITO, J. L. S.; FERREIRA, L. G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 141, n. 1-3, p. 113-124, 2010. <https://doi.org/10.1007/s10661-009-0988-4>

- SANTOS, G. M. A. D. A. dos; SANTOS, A. R. dos; TEIXEIRA, L. J. Q.; SARAIVA, S. H.; FREITAS, D. F.; PEREIRA JUNIOR, O. dos S.; RIBEIRO, C. A. A. S.; LORENZON, A. S.; EUGENIO, F. C.; NEVES, A. A.; QUEIROZ, M. E. L. R. de; SCHERER, R. GIS applied to agr climatological zoning and agrot toxin residue monitoring in tomatoes: A case study in Espírito Santo state, Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 169, p. 260-271, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2015.10.040>
- SEABRA JÚNIOR, S.; PONCE, F. da S.; TOLEDO, C. A. de L.; ZANUZZO, M. R.; DALLACORT, R.; LIMA, G. P. P. Does knitted shade provide temperature reduction and increase yield of kale? **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 103, 2019. <https://doi.org/10.5539/jas.v11n9p103>
- SILVA JUNIOR, C. V. J.; ARAGÃO, L. E. O. C.; FONSECA, M. G.; ALMEIDA, C. T.; VEDOVATO, L. B.; ANDERSON, L. O. Deforestation-induced fragmentation increases forest fire occurrence in central Brazilian Amazonia. **Forest Ecology and Management**, v. 472, e118256, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118256>
- SILVA, J. H. B. da; DIAS, T. J.; SANTOS, J. P. de O.; SILVA, R. F. da; ANDRADE, F. J. A. de; SILVA, L. K. P. da. Análise da flutuação annual (2000-2022) na produção de Tomate na Paraíba. **Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente**, v. 16, n. 1, p. 29-39, 2025.
- SOUZA, G. H. de O.; APARECIDO, L. E. de O.; LIMA, R. F. de; TORSONI, G.; CHIQUITTO, A. G.; MORAES, J. R. C. de. Agroclimatic zoning for bananas under climate change in Brazil. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 102, n. 14, p. 6511-6529, 2022. <https://doi.org/10.1002/jsfa.12018>
- VAGULA, P. R.; ULIANA, M. R.; ARANA, A. R. A. Panorama do zoneamento ecológico-econômico no Brasil. **Geopauta**, v. 5, n. 2, e843, 2021. <https://doi.org/10.22481/rg.v5i2.8430>
- YAMADA, E. S.; SENTELHAS, P. Agro-climatic zoning of *Jatropha curcas* as a subsidy for crop planning and implementation in Brazil. **International Journal of Biometeorology**, v. 58, p. 1995-2010, 2014. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0803-y>

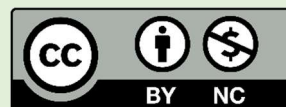
Agradecimentos: Agradecemos o apoio financeiro do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq, Brasil; Processo nº 405931/2021-2) e a Bolsa de Produtividade em Pesquisa concedida a S.S.J. (Processo nº 307132/2025-0), bem como a Bolsa de Produtividade em Pesquisa FAPEMAT/CNPq concedida a S.M.A.S.N. (FAPEMAT: Processo nº PRO.0002109/2025; CNPq: Processo nº 312127/2025-1) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão de bolsa de mestrado, Código de Financiamento 001.

Contribuições dos autores: W.R.M.S.: metodologia, investigação ou coleta de dados, redação (versão original), redação (revisão e edição); F.S.P.: conceituação, metodologia, investigação ou coleta de dados, administração ou supervisão, redação (versão original), redação (revisão e edição); R.D.: metodologia, redação (revisão e edição); S.M.A.S.N.: metodologia, redação (revisão e edição); J.P.K.: análise estatística, elaboração de gráficos e mapas temáticos, redação (revisão e edição); S.S.J.: conceituação, metodologia, investigação ou coleta de dados, administração ou supervisão, redação (versão original), redação (revisão e edição). Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Financiamento: Este estudo foi financiado pelo CNPq (Processos Nº. 405931/2021-2 and 307132/2025-0).

Disponibilidade de dados: Os dados desta pesquisa poderão ser obtidos por e-mail, mediante solicitação ao autor correspondente.

Conflito de interesses: Os autores declaram não haver conflitos de interesses.



Copyright: © 2026 by the authors. This article is an Open-Access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons **Attribution-NonCommercial (CC BY-NC)** license (<https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>).