

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB

FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

**QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATE TIPO SALADA
SUBMETIDOS A DIFERENTES ADUBAÇÕES E SISTEMAS
DE CONDUÇÃO**

NEILA IZIDIO DA SILVA

BRASÍLIA - DF

2023

NEILA IZIDIO DA SILVA

**QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATE TIPO SALADA
SUBMETIDO A DIFERENTES ADUBAÇÕES E SISTEMAS DE
CONDUÇÃO**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à Banca
Examinadora da Faculdade de Agronomia e
Medicina Veterinária como exigência final para
obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Michelle Souza Vilela

BRASÍLIA - DF

2023

QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATE TIPO SALADA SUBMETIDO A DIFERENTES
ADUBAÇÕES E SISTEMAS DE CONDUÇÃO

NEILA IZIDIO DA SILVA

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À FACULDADE DE
AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA,
COMO REQUISITO PARCIAL PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO
AGRÔNOMO.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM 16 / 02/ 2023

BANCA EXAMINADORA

Michelle S. Vilela

MICHELLE SOUZA VILELA, Dr^a. Universidade de Brasília
Professora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(ORIENTADORA)

Antônio Alves de O. Júnior

ANTÔNIO ALVES DE OLIVEIRA JÚNIOR (Examinador) Eng. Agrônomo, Doutorando da
Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(EXAMINADOR)

Marcelo de Abreu Flores Toscano

MARCELO DE ABREU FLORES TOSCANO (Examinador) Eng. Agrônomo, Doutorando
da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(EXAMINADOR)

BRASÍLIA - DF
FEVEREIRO / 2023

FICHA CATALOGRÁFICA

D111 DA SILVA, NEILA IZIDIO
QUALIDADE DE FRUTOS DE TOMATE TIPO SALADA SUBMETIDOS A
DIFERENTES ADUBAÇÕES E SISTEMAS DE CONDUÇÃO / NEILA IZIDIO
DA SILVA; orientador Michelle Souza Vilela. -- Brasília,
2023.
47 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de
Brasília, 2023.

1. Solanum lycopersicum. 2. qualidade de fruto. 3.
licopeno. 4. tomate híbrido. I. Vilela, Michelle Souza ,
orient. II. Título.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, que me dotou de capacidade, me abençoou, me deu forças e esteve comigo em cada etapa da minha formação acadêmica. Sou grata pelo ambiente de imersão, extensão e pesquisa que à universidade proveu dando assim oportunidades de ampliar os conhecimentos acadêmicos, assim como um ambiente de constante aprimoramento e aperfeiçoamento.

Minha gratidão ao corpo docente que, chamou minha atenção a habilidades que poderia aprimorar, e como me colocar nas oportunidades, estando sempre aberta a aprender, me instigando a buscar sempre mais, a exigir mais de mim para que eu pudesse me formar com excelência.

Sou grata aos amigos que conheci na universidade que me deram apoio emocional, momentos prazerosos, e me ajudaram nessa caminhada, foram fonte de força para mim, cito entre estes, a Tainara Barbosa, Eduardo Augusto, as mais que queridas, Maíra Guedes, Gabrielle Barreira e Jainara. Um agradecimento especial ao, Antônio Alves de Oliveira Júnior pelo companheirismo, incentivo, força, paciência e todo auxílio que me prestou em vários momentos durante o curso, inclusive no TCC, pela oportunidade de fazer parte da condução do experimento de sua autoria que obteve sucesso através de seus esforços e dedicação constantes.

Agradeço também aos meus pais, Maria Nilsa da Silva Izidio e Luiz Izidio Raimundo, que, sempre acreditaram que eu poderia ir além, sonharam comigo todo este tempo, foram meu apoio em diversos sentidos, são tão apaixonados pela minha escolha profissional quanto eu. Aos meus amados irmãos, Levi Lunique Izidio da Silva e Nisseline Izidio da Silva, que assim como o meu cunhado Wellington Barroso foram presenças constantes em minha vida, se alegrando com minhas conquistas e sempre acreditando em mim e torcendo pelo meu sonho.

Agradeço também os colaboradores da Fazenda Água limpa que são de grande ajuda em cada projeto, o esforço e dedicação destes no trabalho em campo que impulsionaram as atividades deste trabalho de conclusão de curso.

Agradeço a contribuição do Gehorti, e em especial a professora Michelle Souza Vilela que esteve sempre disposta a me auxiliar, com sua energia contagiante me inspirou a buscar cada vez mais, me concedeu não só seus conselhos, mas, sua ilustre orientação, se prontificando sempre que eu necessitava, estando presente em cada etapa.

RESUMO

O cultivo comercial do tomate no Brasil denota grande relevância no âmbito social e econômico, devido ao grande dinamismo durante o ciclo produtivo, pois a cultura requer de forma sensível de força de trabalho e insumos para seu pleno desenvolvimento e contribui de forma significativa na economia do país. Por conseguinte, a tomaticultura movimenta recursos entre as regiões produtoras e gera renda interna. Contudo, as mudas, fertilizantes e defensivos correspondem a aproximadamente 40% do custo total de produção. Tendo isso em vista, estudos buscando maximizar a produção e melhorar aspectos de qualidade de tomate são importantes. Nesse sentido o estudo realizado teve por objetivo avaliar o efeito de doses de adubação e sistemas de condução em características de qualidade de frutos. Com esse propósito que se conduziu um experimento em blocos ao acaso com 3 repetições e 10 covas por parcela, em esquema fatorial simples (5 x 4), que compreendem 5 doses de adubação aplicadas via fertirrigação (A0: 0% da recomendação; A1: 50%; A2: 100%; A3: 150%; A4: 200% da recomendação) e 4 densidades de plantio (T1: 1 planta por cova com haste principal; T2= 1 planta por cova com haste principal e haste secundária; T3= 2 plantas por cova com 1 haste principal cada; T4= 2 plantas por cova com 1 haste principal e 1 haste secundária). Foram avaliados os teores de licopeno, sólidos solúveis totais, N, K, Ca, Mg, B, Li e massa seca. Os resultados demonstraram que, maiores doses de fertilizantes proporcionaram um aumento nos teores de licopeno, com melhores resultados na dose de 200%, chegando até $80 \mu\text{g g}^{-1}$, enquanto na dose de 0% o teor foi de aproximadamente $30 \mu\text{g g}^{-1}$. Com relação aos sólidos solúveis totais valores de sólidos solúveis totais superiores a 4 °Brix foram observados em doses acima de 150% independente da densidade de plantio. O nitrogênio respondeu positivamente às doses de adubação com incrementos até 200%, proporcionando cerca de $26 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$, destacando que menores densidades propiciaram aumento do nitrogênio. Sendo responsável pelo distúrbio fisiológico conhecido por podridão apical, o cálcio foi afetado positivamente pelas doses de adubação aplicadas, sendo as maiores concentrações obtidas na dose de 150% ($15 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$), e as menores em 0% ($8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$). Conclui-se que a aplicação de 150% proporcionou melhoria na qualidade nutricional de tomate mesa. Já a dose de 200% será melhor aplicada quando a produção é destinada a indústria por proporcionar maiores teores de licopeno. Na maioria das características avaliadas, a densidade de duas plantas por cova proporcionou melhores resultados.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, qualidade de fruto, licopeno, tomate híbrido.

ABSTRACT

The commercial cultivation of tomato in Brazil has great relevance in the social and economic sphere, due to the great dynamism during the production cycle, because the crop requires a significant amount of labor and inputs for its full development and contributes significantly to the economy of the country. However, seedlings, fertilizers and pesticides account for approximately 40% of the total cost of production. In view of this, studies seeking to maximize production and improve tomato quality aspects are important. The objective of the study was to evaluate the effect of fertilizer doses and training systems on fruit quality characteristics. A randomized block experiment was conducted with 3 replicates and 10 pits per plot, in a simple factorial design (5 x 4), consisting of 5 fertilizer doses applied via fertigation (A0: 0% of the recommendation; A1: 50%; A2: 100%; A3: 150%; A4: 200% of the recommendation) and 4 planting densities (T1: 1 plant per pit with main stem; T2= 1 plant per pit with main stem and secondary stem; T3= 2 plants per pit with 1 main stem each; T4= 2 plants per pit with 1 main stem and 1 secondary stem). The contents of lycopene, total soluble solids, N, K, Ca, Mg, B, Li and dry mass were evaluated. The results showed that, higher fertilizer doses provided an increase in lycopene contents, with best results at the 200% dose, reaching up to 80 $\mu\text{g g}^{-1}$, while at the 0% dose the content was approximately 30 $\mu\text{g g}^{-1}$. Regarding total soluble solids, total soluble solids values higher than 4 °Brix were observed at doses above 150% regardless of planting density. Nitrogen responded positively to fertilizer doses with increments up to 200%, providing about 26 mg-100 g⁻¹ m.f., noting that lower densities provided an increase in nitrogen. Being responsible for the physiological disorder known as apical rot, calcium was positively affected by the applied fertilizer doses, with the highest concentrations obtained at the dose of 150% (15 mg-100 g⁻¹ m.f.), and the lowest at 0% (8 mg-100 g⁻¹ m.f.). We conclude that the application of 150% provided an improvement in the nutritional quality of table tomatoes. The dose of 200% is recommended when the production is intended to industry because it provides higher levels of lycopene. For most of the characteristics evaluated, the density of two plants per pit provided better results.

Key-words: *Solanum lycopersicum*, fruit quality, lycopene, hybrid tomato.

SUMÁRIO

RESUMO.....	VI
ABSTRACT.....	VII
SUMÁRIO	VIII
1. INTRODUÇÃO.....	9
OBJETIVO GERAL	11
1.1. OBJETIVOS ESPECÍFICOS	11
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	11
2.1. DADOS ECONÔMICOS DA CULTURA DO TOMATE.....	11
2.2. BOTÂNICA DA CULTURA DO TOMATE	12
2.3. PRÁTICAS CULTURAIS	13
2.4. PRINCIPAIS PRAGAS E DOENÇAS QUE INTERFEREM NO CULTIVO DO TOMATEIRO	16
2.5. CORREÇÃO DO SOLO E ADUBAÇÃO	18
2.6. QUALIDADE	24
3. METODOLOGIA.....	25
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	31
5. CONCLUSÕES	38
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
7. REFERÊNCIAS	40

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma espécie olerácea que é incluída na dieta mediterrânea, devido a importância de seus nutrientes em diversas funções no organismo que resultam em benefícios para o corpo, incluindo a prevenção de doenças em razão da grande quantidade de metabólitos, além da alta concentração de antioxidantes naturais (betacaroteno, licopeno), entre outros. O licopeno tem destaque devido a suas propriedades farmacológicas na saúde, com alta capacidade de sequestro de oxigênio, possuindo assim maior reatividade, sendo o tomate uma das fontes desse composto (ALI et al., 2021). Da Silva et al. (2009), evidenciam que, mais de 85% da ingestão de licopeno provém do consumo de tomates e derivados, sendo que a concentração de licopeno no fruto tem relação com o seu estado de maturação. Ressaltando ainda que, na forma in natura o teor é de cerca 30 mg de licopeno kg⁻¹ de fruto.

Conforme dados obtidos pela FAO (2020) mundialmente a produção de tomate foi de 186 milhões de toneladas, cultivadas em 5,05 milhões de hectares, com produtividade média de 71,61 t ha⁻¹. Dessa forma estudos que buscam melhorar parâmetros nutricionais como, aumento no teor de licopeno e outros nutrientes podem auxiliar na melhoria da qualidade de dietas de populações em países produtores, que resultam em benefícios a saúde humana tanto no combate quanto na prevenção de doenças por conta de suas propriedades funcionais.

Com relação a produção brasileira de tomate, o país se encontra na décima colocação no ranking mundial, produzindo cerca de 3,88 milhões de toneladas em área plantada de 54.267 hectares no ano de 2021. Em destaque as regiões que mais produzem são o Sudeste, logo depois do Centro-Oeste e o Nordeste (IBGE, 2022). Nesse sentido a melhoria da qualidade nutricional do tomate tem relação na segurança alimentar, e na nutrição humana das populações dessas regiões.

A fim de que o tomateiro expresse o seu potencial produtivo se faz essencial a realização durante o seu cultivo de diversos tratamentos culturais realizados à campo, dos quais são indispensáveis o tutoramento e a poda de condução (desbrota) (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2022). Entre os sistemas de condução, os que possuem destaque, especial no Brasil são a cerca cruzada (em V), o método vertical (com o uso de fitilhos) e o método viçosa (ALMEIDA et al., 2015), sendo que diferentes sistemas produtivos podem influenciar em parâmetros físico-químicos dos frutos (FAYAD et al., 2001).

No tomateiro, ainda é possível se cultivar adotando-se uma ou duas plantas por cova, ademais as plantas podem ser conduzidas com uma ou mais hastes (GOMES et al., 2017). Sendo que, a operação de desbrota que tem por função remover as brotações laterais para que estas não sirvam de drenos de nutrientes das plantas (SANTOS, 2017), prejudicando a qualidade e desenvolvimento dos frutos, que em decorrência levaria a uma perda produtiva e diminuição nos teores de nutrientes.

Ademais, o manejo nutricional adequado, segundo Filgueira (2008), possui grande relevância na cultura do tomate, por esta ter elevada exigência nutricional, em todo o ciclo propiciando melhor expressão de seu potencial produtivo. Nesse sentido para a aplicação correta das doses de adubação é necessário verificar vários fatores, dentre os quais estão a análise representativa de solos da área, o sistema/técnica de irrigação, o método de condução, o tipo de solo, o potencial produtivo da cultivar, a produtividade estimada, dentre outros (LENHARDT et al., 2017).

Sendo assim, fica demonstrado que o aumento da qualidade nutricional dos frutos, bem como o seu melhor desenvolvimento, possui relação com as diversas práticas culturais realizadas durante todo o ciclo da cultura, incluindo o tipo de condução da planta e o devido suprimento nutricional, que em grande medida propiciam com que se obtenha uma melhor produtividade e em decorrência disto a diminuição de custos de produção, por fornecer os aspectos essenciais para o desenvolvimento da cultura. Logo, além de auxiliar o produtor na obtenção de melhores respostas produtivas, estudos podem beneficiar na adequação de alguns teores nutricionais desejáveis (°Brix) de acordo com a destinação do fruto, se para indústria ou para consumo in natura. Sendo isto possível devido ao estudo de parâmetros de qualidade de frutos que são relevantes para a qualidade nutricional, comercialização e consumo dos frutos do tomateiro.

OBJETIVO GERAL

Esse trabalho teve como principal objetivo avaliar o efeito de doses de adubação e sistemas de condução em características de qualidade de frutos do tomate híbrido tipo salada cultivado a campo na região do Distrito Federal.

1.1. Objetivos Específicos

Avaliar características de qualidade de tomate híbrido tipo salada submetida a cinco doses de adubação;

Avaliar características de qualidade de tomate híbrido tipo salada submetida a quatro sistemas de condução;

Elucidar a interação entre as doses de adubação e sistemas de condução desenvolvidos e sua influência em parâmetros de qualidade de tomate híbrido tipo salada na condição de cultivo desenvolvida em campo experimental na região do Distrito Federal.

Determinar quais doses de adubação e sistemas de condução se adequam para o cultivo destinado à indústria e também para mesa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Dados Econômicos da cultura do Tomate

A produtividade mundial de tomate em 2020 foi de 186 milhões de toneladas, sendo cultivados em uma área de 5,05 milhões de hectares, rendendo uma produtividade média de 71,61 t ha⁻¹ (FAO, 2020). Os países com as maiores produtividades estão a, China que apresenta uma produção de 64.768.158 toneladas, logo após este está a produção a Índia de cerca de 20.573.000 toneladas e em seguida a Turquia com 13.204.015 de toneladas produzidas.

De acordo com os dados obtidos pelo IBGE (2022) o Brasil se encontra na no ranking mundial na décima colocação de produção de tomate, produzindo cerca de 3,88 milhões de toneladas em área plantada de 54.267 hectares e rendimento médio de 71,61 t ha⁻¹ no ano de 2021. Em relação aos estados brasileiros os que apresentaram maiores produções, foram: São

Paulo com 1.016.300 toneladas produzidas em 13.000 hectares, Goiás produzindo 1.012.565 toneladas em uma área de 10.511 hectares e Minas Gerais com 553.429 toneladas produzidas em 7.336 ha. Em destaque as regiões que mais produziram foram o Sudeste, que obteve a maior área plantada com 25.152 ha (1.875.843 toneladas), logo depois pelo Centro-Oeste com 11.085 ha (1.045.126 toneladas) e o Nordeste, 9.271 ha de área plantada (476.882 toneladas).

A nível nacional o Distrito Federal ocupa a décima segunda posição com o volume de 25.575 toneladas cultivados em 350 ha com rendimento médio 78,79 t ha⁻¹ superior à média nacional (71,61 t ha⁻¹) (IBGE, 2022). A maior média do DF em relação à média nacional se deve por conta de fatores climáticos favoráveis a produção, especialmente o inverno seco característico da região que proporciona um melhor manejo fitossanitário na cultura, de modo a redução de custos de produção e aumento da produtividade (FILGUEIRA, 2008). Outro fator que influencia a produção é a tecnificação dos produtores, que na região já avançou consideravelmente devido a ações de extensão rural promovidas pela Universidade de Brasília e pela EMATER-DF.

2.2. Botânica da cultura do tomate

A família Solanaceae possui diversas espécies de importância econômica, dentre elas, destaca-se o tomateiro, *Solanum lycopersicum* L. (FILGUEIRA, 2008). A espécie tem seu centro de origem na região dos Andes peruanos na América do Sul, mas, foi domesticada no México (PEIXOTO et al., 2017).

É uma espécie de hábito de crescimento indeterminado ou determinado, as variedades de crescimento indeterminado apresentam forte dominância apical, devido à presença de um meristema na porção distal da planta que é capaz de garantir um crescimento vigoroso e contínuo sendo que este aspecto condiciona a condução da cultura (FIGUEIREDO et al., 2015). Essas diferenças podem influenciar algumas práticas culturais sendo que, o tomate determinado geralmente é cultivado para fins industriais pois possui manejo mais simplificado que possibilita a mecanização nos campos de produção. Já o de hábito indeterminado, sendo este apresentado na maioria das cultivares do tipo mesa, consumido in natura, a condução se dá por meio de tutoramento das plantas, não apresenta maturação simultânea como os de hábito determinado, os cachos e flores são emitidos de tempo em tempo, podendo atingir 2,0 metros de comprimento (FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro cultivado é uma planta dicotiledônea, tipicamente autógama com baixa polinização cruzada, e apesar de ser considerada perene esta comporta-se como planta anual, com o seu ciclo variando de 4 a 7 meses. Podendo ter seu desenvolvimento de forma rasteira, semi-rasteira ou ereta. Apresenta caule sólido, flexível, piloso e glandular, e possui uma arquitetura que emite muitas ramificações laterais, sendo estas controladas através da poda (FILGUEIRA, 2008; PEIXOTO et al., 2017).

A arquitetura tem influência no rendimento da planta, alterando o crescimento relativo e a posição dos órgãos vegetativos e reprodutivos no dossel da planta, o que afeta a colheita dos frutos (VICENTE et al., 2015). A espécie possui um sistema radicular vigoroso com raiz principal, raízes secundárias e adventícias sendo que grande parte das raízes se localizam a menos de 20 cm da superfície do solo. Após o transplântio de mudas, a emissão de raízes se dá lateralmente e em menor profundidade (PEIXOTO et al., 2017; VIEIRA, 2018).

Na planta as folhas se encontram dispostas de forma helicoidal, com forma oval até oblonga, cobertas com pelos glandulares e pecioladas. Entre as folhas maiores encontram-se pequenas folhas pinadas (NAIKA et al., 2006). A inflorescência é de forma agrupada (cacho), produzindo 6-12 flores, sendo estas bissexuais, regulares e com um diâmetro de 1,5-2 cm, apresentando coloração amarelada, possuem cálice pentâmeros em relação a sépalas e pétalas, com pétalas largas e lanceoladas e anteras curtas e largas. Os cachos florais variam de simples, não ramificado a composto, com ramificação (VIEIRA, 2018).

O fruto, é uma baga carnosa que possui formato alongado a oblongo, de tamanho mediano, com dois ou mais lóculos e superfície lisa, apresentam alta resistência ao transporte, coloração vermelha intensa e elevado teor de sólidos solúveis. Quando o fruto não está maduro apresenta cor verde, já quando está maduro a cor varia entre amarelo, cor-de-laranja a vermelho (NAIKA et al., 2006; BRANDÃO FILHO et al., 2018).

Quanto as sementes, estas são abundantes no fruto, com forma de rim ou de pêra. São de cor castanha clara, e pequenas. O embrião está envolto no endosperma, possuem mucilagem. O peso de 1000 sementes é, aproximadamente, de 2,5 – 3,5 g (NAIKA et al., 2006).

2.3. Práticas culturais

O tomateiro é uma cultura bastante sensível e complexa do ponto de vista agrônômico, o que aumenta o risco econômico, sendo dessa forma é necessário a realização de alguns tratamentos culturais, dentre eles; a desbrota, amarrio, tutoramento, despona, raleio, colheita. Estes irão

proporcionar uma resposta produtiva e de qualidade dos frutos (ALMEIDA et al., 2015). O tomateiro tipo mesa (tutorado) exige muitos tratos culturais o que aumenta seu custo de produção, ao contrário da cultura rasteira que é menos exigente, sendo de menor custo (FILGUEIRA, 2008).

O tomateiro é uma solanácea herbácea, com caule flexível e incapaz de suportar o peso dos frutos e manter a posição vertical, devido a este fato é necessário realizar o tutoramento, conduzindo (amarrando) a planta em um suporte, que podem ser estacas verticais fixadas ao solo, fitilhos ou barbante (ALMEIDA et al., 2015). Além disso, a medida que o tomateiro se desenvolve, ele pode ser cultivado em sistema com uma ou duas hastes por planta. O tutoramento então é uma prática necessária para garantir a qualidade do fruto para consumo, pois tem a finalidade de dar suporte para o crescimento das plantas, ao mesmo tempo em que possibilita o aumento da ventilação e a iluminação, facilitando também outros tratos culturais (ALVARENGA, 2004).

Dentre as formas de tutoramento mais utilizadas no Brasil estão o método vertical, o de cerca cruzada ou “V” invertido e o método viçosa (ALMEIDA et al., 2015). O sistema de cerca cruzada consiste no amarrido das plantas em estacas de bambu, dispostas em forma de “V” invertido entre duas filas consecutivas e ainda é o mais utilizado no país, sendo que este método proporciona um maior adensamento e economia de insumos, no entanto, este método dificulta o manejo fitossanitário por criar um microclima de elevada umidade no dossel da planta (ALMEIDA et al., 2015).

Outro método que também é bastante utilizado no país é o tutoramento vertical. Este sistema baseia-se na condução das plantas por meio de fitilhos (fitas de plástico resistente) ou estacas. No método com fitilho as plantas são fixadas e amarradas na base e suspensas na vertical, sendo presas em um arame galvanizado, esticado sobre a linha de cultivo a 2 m de altura e preso em suas extremidades a mourões de madeira. Para a sustentação, o sistema de estacas utiliza como suporte varas de eucalipto ou bambu com até 2 cm de diâmetro, nas quais as plantas são amarradas com auxílio de barbante (ALMEIDA et al., 2015; HEINE et al., 2015). Geralmente utiliza-se o espaçamento 1,0 x 0,5 m (PRATISSOLI et al., 2015), mas outros estudos sugerem que o espaçamento pode variar de acordo com o sistema de cultivo (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2022). O sistema favorece a ventilação, a distribuição de radiação solar e a maior eficiência de controle fitossanitário (ALMEIDA et al., 2015).

Outra forma de tutoramento com o uso de fitilhos é o método mexicano, no qual as plantas são conduzidas entre os fitilhos que são dispostos horizontalmente nos dois lados da planta. Neste tutoramento as plantas não são amarradas (WAMSER e MUELLER, 2010).

O amarrio acompanha o tutoramento já que este consiste em fornecer suporte para o crescimento do tomateiro, que possui um caule flexível e devido a seu hábito de crescimento indeterminado, a planta não sustentaria o peso e viria a tombar, favorecendo o contato dos tecidos com o solo, o que pode levar a problemas fitossanitários (HACHMANN et al., 2015). Nesse sentido se faz necessário realizar amarrios da planta ao tutor utilizando barbantes, de forma periódica (semanal) conforme a planta se desenvolve, mantendo-a na posição do sistema de condução (CHARLO et al., 2009).

A desbrota, um dos tratos culturais mais importantes do tomateiro, é uma operação realizada no tomate tipo indeterminado (mesa) que visa remover as brotações laterais que podem servir de dreno de nutrientes da planta, interferindo no processo de formação dos frutos e por decorrência diminuir a produção (SANTOS, 2017).

Outro tipo de poda que pode ser adotada para o tomate tipo mesa, de hábito indeterminado é a poda apical, que também pode ser denominada de desponta, realizada quando a planta atinge altura entre 1,50 m e 1,80 m acima do solo e após a emissão de no máximo 7 a 10 racimos, a qual consiste na retirada do meristema apical da haste, sustendo-se o crescimento vegetativo e diminuindo o número de cachos, promovendo o desenvolvimento dos frutos já formados, o que resulta em frutos maiores. (SANTOS, 2017; FILGUEIRA, 2008).

Segundo Marim et al. (2005), a prática da poda apical gera ao tomateiro benefícios que incluem a redução do ciclo da planta, facilidade no manejo, aumento do peso médio dos frutos, redução e segurança na aplicação de defensivos agrícolas.

Outra prática importante para a cultura do tomateiro, e que contribui expressivamente para o aumento da qualidade de frutos, expressando o potencial da cultivar é o raleio dos frutos. É uma técnica que quando adotada pelos produtores pode alterar a relação fonte-dreno, propiciando aumento da produtividade, no tamanho e peso médio dos frutos, bem como na qualidade dos mesmos (SHIRAHIGE et al., 2010). É utilizado também para eliminar frutos defeituosos, inclusive aqueles que apresentam distúrbios fisiológicos ou danos causados por pragas e doenças, sendo usual deixar apenas 4-6 frutinhas em cada penca, esse procedimento

faz-se essencial para se obter frutos maiores inclusive nas novas cultivares que apresentam, até dez frutos por penca (FILGUEIRA, 2008).

O espaçamento, é importante pois tem influência no ciclo da planta, no controle de doenças e na qualidade e quantidade de frutos. A produtividade de tomate aumenta quando se utiliza espaçamentos mais próximos. Em contrapartida, a produtividade por planta e a massa média de frutos diminuem (MUELLER e WAMSER, 2009; SANTOS, 2017).

A colheita do tomate de mesa é realizada de forma manual, sendo que esse processo é feito com frequência semanal ou duas vezes na semana, demandando muita mão de obra (SOUZA, 2016). Para o cultivo de tomate destinado às indústrias, a proporção de colheita mecanizada vem aumentando significativamente, sendo este método menos intensivo no uso de mão de obra, mas este pode ser usado apenas em cultivos de tomate rasteiro (MORETTI e MATTOS, 2009).

2.4.Principais pragas e doenças que interferem no cultivo do tomateiro

O tomateiro nas regiões tropicais e subtropicais é uma planta que tem a sua produção expressivamente afetada pela ocorrência de pragas e doenças, essa sensibilidade afeta o rendimento e a qualidade, podendo depreciar o produto e interferir assim na relação da produção com a sustentabilidade econômica, se tornando essencial um manejo adequado (MELO e VILELA, 2005).

O custo com o manejo de pragas e doenças tem sido alto pois a espécie está sujeita à ocorrência de problemas fitossanitários, sendo intensamente atacado por insetos-praga durante todo o seu ciclo, desde a sementeira até a colheita dos frutos. A grande área foliar e ao microclima com elevada umidade criado pela planta de tomate possibilita um ambiente ideal para o desenvolvimento de pragas e doenças (SPAGNUOLO et al., 2021).

Na tomaticultura, há a ocorrência de pragas que ocasionam danos que prejudicam a produtividade destacando-se: A traça-do-tomateiro (*Tuta absoluta*), mosca-branca (*Bemisia tabaci*), pulgões (*Myzus persicae* e *Macrosiphum euphorbiae*) e tripes (*Frankliniella schultzei*). Estes podem causar danos diretamente na planta ou em alguns casos ocorrendo de forma indireta, sobretudo quando estes insetos disseminação de viroses que, pode em certos

casos, impossibilitam a produção de frutos dentro da qualidade que o mercado consumidor requer (PRATISSOLI et al., 2015).

A traça-do-tomateiro ocorre intensamente no período do inverno e é de difícil controle, os danos são caracterizados por galerias produzidas pelas lagartas nas folhas, ramos e principalmente nas gemas apicais, onde destroem as brotações novas, além dos frutos que são impróprios para a comercialização (MOREIRA et al., 2013). O controle é feito através de medidas usuais (rotação de cultura, evitar vizinhança de tomates infectados, escolher época de plantio propícia etc.), além da realização de pulverizações, aplicação de inseticidas granulados sistêmicos no sulco do plantio e inseticidas de contato para controle de larvas e adultos ao longo do ciclo da cultura (FILGUEIRA, 2008).

A ocorrência da mosca-branca durante todo o ciclo de produção da planta, prejudica seu desenvolvimento no final do cultivo, com redução de fotossíntese e da produção de fotoassimilados, podendo causar a redução no número de colheitas (MELO, 2017). A espécie alimenta-se na face inferior dos folíolos, onde sugam a seiva e podem transmitir “geminivirose”, sendo que, as condições tropicais favorecem esta praga. Seu controle é feito desde a formação de mudas em estufa a aplicação de pulverizações sejam estas de origem química ou biológica (FILGUEIRA, 2008).

Tripes é um inseto-praga que pode causar danos nas hastes, folhas, flores e frutos, e transmitir o vírus do vira-cabeça-do-tomateiro (TSWV – TOMATO SPOTED WILT VIRUS), comprometendo até 100% da produção quando ocorre nas fases iniciais do cultivo (PINENT e CARVALHO, 1998). O controle químico dessas pragas pode ser feito utilizando inseticidas sintéticos, sendo essa a forma de controle mais comumente utilizada, mas também pode ser utilizado o controle biológico e o manejo cultural (PRATISSOLI et al., 2015).

A requeima (*Phytophthora infestans*) é um oomiceto que pode causar danos severos nas folhas, hastes e frutos do tomateiro, sendo essa doença limitante no cultivo em certas regiões onde fatores climáticos como a baixa temperatura e elevada umidade relativa do ar podem favorecer o desenvolvimento da doença (SOUZA et al., 2014). Na região Centro-Oeste do Brasil o dano causado por *P. infestans* não é tão expressivo devido as condições favoráveis ao cultivo no inverno que possui características de baixa umidade relativa do ar (CAMARGO e REZENDE, 2005). O controle da requeima pode ser feito utilizando-se fungicidas químicos com ação protetora ou curativa e também controle biológico com *Trichoderma* spp. (SOUZA et al., 2014).

Uma doença fúngica que possui expressividade econômica na tomaticultura é a Pinta Preta do tomateiro (*Alternaria solani*) que afeta folhas, hastes e frutos causando lesões circulares de coloração escura (FILGUEIRA, 2008). Essa doença se desenvolve em condições de elevada temperatura e alta umidade relativa, circunstância comum do verão na região Centro-Oeste, dessa forma o cultivo nesse período é recomendado apenas em ambientes protegidos (estufas) (CAMARGO e REZENDE, 2005). O controle desse fungo é feito com aplicação de forma preventiva e curativa de fungicidas químicos (FILGUEIRA, 2008).

A septoriose ou mancha de septoria (*Septoria lycopersici*) é uma doença fúngica que apresenta severidade em áreas de alta umidade relativa do ar. Além das folhas serem afetadas, pode ocasionar danos no caule, pecíolo e sépala resultando na destruição das folhas (desfolha) e dessa forma expondo os frutos à queima pela luz solar. Causa lesões circulares ou elípticas e também pontos negros em decorrência da frutificação do fungo. (CAMARGO e REZENDE, 2005). A principal método de controle da doença é a aplicação preventiva ou curativa de fungicidas, mas tal prática eleva os custos de produção (BECKER, 2019).

2.5. Correção do solo e Adubação

Previamente a instalação do cultivo são necessárias algumas operações que se executadas corretamente vão garantir o sucesso do cultivo e suprimento de nutrientes pelo solo às plantas, visto que, o tomateiro é uma cultura exigente em nutrição mineral. A adubação e correção do solo se tornam práticas essenciais que irão proporcionar que o potencial produtivo da cultura seja plenamente expresso (LENHARDT et al., 2017). Garantir o maior teor de matéria orgânica faz com que o solo suporte maior atividade microbiana, sendo assim se torna mais supressivo a patógenos de solo (SPAGNUOLO et al., 2021). Dentre as operações de preparo do solo podemos citar como mais importantes a análise de solo, preparo do solo (gradagem), calagem e adubações (plantio e cobertura).

Antes do plantio é importante realizar a coleta de solo para amostragem visto que as práticas da calagem e adubação de pré-plantio dependem das características iniciais da área de cultivo (LENHARDT et al., 2017). A determinação das doses corretas de fertilizantes e calcário só ocorre a partir de uma amostragem representativa da área de cultivo, sendo assim, Ribeiro et al. (2019) recomendam que a amostragem deve ser feita coletando-se subamostras que devem

ser misturadas e homogeneizadas para formar uma amostra composta a qual será submetida ao laboratório para análises química e física.

O tomate cultivado para ter um bom desenvolvimento e crescimento está sujeito a escolha da área de plantio, preparo do solo incluindo calagem e fertilização. Esta cultura tem boa adaptação em diferentes tipos de solo, possibilitando seu cultivo em diferentes regiões. Para que se evite a compactação recomenda-se evitar o plantio em solos com a estrutura física com grande quantidade de partículas finas que por consequência interferem na penetração da água de irrigação levando à asfixia radicular e também à maior incidência de patógenos que podem afetar o sistema radicular (PEIXOTO et al., 2017).

Por ser uma espécie com elevada extração de nutrientes do solo, o tomateiro demanda aplicação de elevadas doses de nutrientes, principalmente nitrogênio, fósforo e potássio (OLIVEIRA JUNIOR et al., 2022). Dessa forma, para suprir as necessidades da cultura, podem ser feitas aplicações de fertilizantes ao longo de todo o ciclo da cultura, por diversas vias (adubação via solo e foliar).

Os macronutrientes primários (NPK) são essenciais ao desenvolvimento vegetativo e também à produção de tomate, destacando-se o nitrogênio, que influencia a síntese de aminoácidos e proteínas e consequentemente o desenvolvimento vegetativo e em decorrência de processos fisiológicos aumenta a absorção de outros nutrientes pelo tomateiro (FERREIRA et al., 2010). Ainda segundo estes autores, o fornecimento de nitrogênio às plantas tem influência no aumento do peso de matéria seca das raízes, do caule, das folhas e dos frutos, a altura da planta, o número de folhas, área foliar, o florescimento, a frutificação e a produtividade.

O tomateiro requer maiores teores de nitrogênio durante o período de desenvolvimento dos frutos desta forma faz-se necessárias adubações ao longo de todo o ciclo da cultura sendo muito comum o parcelamento e adubação semanal via fertirrigação, com fertilizantes nitrogenados sejam na forma química (ureia e nitrato de cálcio) ou orgânica (FERREIRA et al., 2003). A deficiência desse nutriente afeta o metabolismo da planta e consequentemente ocasiona a redução do crescimento vegetativo (KIM et al., 2020). Apesar de ser um nutriente aplicado em elevadas doses, o seu excesso pode causar distúrbios fisiológicos e propiciar maior ataque de patógenos (FILGUEIRA, 2008).

Em decorrência da alta incidência de problemas fitossanitários no tomate, a área utilizada não deve ser cultivada de forma subsequente com espécies da mesma família, devido a necessidade de quebra do ciclo de patógenos, entretanto as altas exigências nutricionais viabilizam o cultivo de espécies de família diferentes promovendo a rotação de culturas (FONTES et al., 2004).

A aplicação de fertilizantes fosforados é geralmente feita totalmente em pré-plantio via solo no sulco de plantio devido ao menor custo quando comparado à aplicação via fertirrigação (MAROUELLI et al., 2015). Nos solos do Cerrado as doses aplicadas são especialmente elevadas, devido aos elevados teores de argila presentes nos solos dessa região, que possuem a capacidade de adsorção do fósforo aos colóides do solo (ZHANG et al., 2010).

Marouelli et al. (2015), não observaram diferenças na produtividade de tomate independente da forma de aplicação de fósforo (pré-plantio e fertirrigação). No entanto, outros estudos demonstram que doses mais elevadas de fósforo podem influenciar na produtividade e na qualidade dos frutos de tomate (OLIVEIRA JÚNIOR et al., 2022). Estes autores relataram que a aplicação de 1.800 kg ha^{-1} proporcionou uma produtividade cerca de 15% superior a dose de 900 kg ha^{-1} .

Com relação a aplicação de potássio, geralmente os produtores adotam o parcelamento da adubação em pré-plantio (aproximadamente 10%) e o restante é aplicado em cobertura via fertirrigação. A aplicação é feita a cada 3-7 dias, principalmente com cloreto de potássio (KCl) branco devido a sua elevada solubilidade. O parcelamento da aplicação de K se deve a intensidade máxima de absorção de potássio, que ocorre entre 80 e 100 dias do ciclo do cultivo do tomateiro (ANDRADE et al., 2017).

A essencialidade do cátion potássio é evidenciada pelo alto requerimento e alta concentração deste, e isso se deve a este nutriente exercer diversas funções na atividade metabólica como ativador enzimático (PACHECO et al., 2018). O potássio também estimula o crescimento vegetativo da planta, aumenta a resistência a doenças, o tempo produtivo da planta e está relacionado a síntese de armazenamento de proteínas e carboidratos, ao auxílio deste com as funções de transporte de fotoassimilados, possui efeito positivo sobre o transporte de açúcares, aminoácidos e ânions orgânicos das folhas e do caule até aos frutos (MOREIRA et al., 2019; PACHECO et al., 2018). Dessa forma, o potássio é indispensável na fase de florescimento, frutificação e o desenvolvimento do fruto, sendo também importante em parâmetros de pós-colheita como, sabor e firmeza (BILALIS et al., 2018).

Por conta da relação direta deste com os processos fotossintéticos, a deficiência de K restringe a fotossíntese, causando amarelecimento internerval e necrose das margens das folhas mais velhas, causando redução no número e tamanho dos tomates (MOREIRA et al., 2019; LENHARDT et al., 2017). A aplicação em excesso, gera um desequilíbrio nutricional o que contribui para a podridão apical e redução na eficiência de absorção de cálcio e magnésio por conta da competição desses nutrientes pelo sítio de absorção nas raízes (LENHARDT et al., 2017; PACHECO et al., 2018).

As plantas possuem sensibilidade ao aumento na salinidade do solo, especialmente na fase de germinação e desenvolvimento inicial da cultura, indicando que a aplicação de doses elevadas de potássio eleva a concentração salina e reduz a absorção de água e, conseqüentemente, o peso dos frutos (DELAZARI et al., 2019).

O cálcio, um macronutriente secundário, possui participação especial na estrutura celular e na ativação de reações vitais nas plantas, interferindo diretamente na produção e na qualidade de frutos, exercendo funções em diversos locais e redes de sinalização (HAHN et al., 2017). O maior estoque de cálcio em tecidos vegetais se concentra na parede celular, com conteúdo de 60 a 75% do total deste nutriente dos tecidos, sendo assim nutriente de extrema importância para ocorrer a adequada formação da parede celular e este, por originar íons divalentes (Ca^{2+}), faz com que se estabeleça uma rede de ligações cruzadas dos polissacarídeos pécticos, promovendo o aumento da firmeza dos frutos (ZEIST et al., 2016).

Um importante distúrbio fisiológico que ocorre nos frutos do tomateiro, devido a deficiência de cálcio é a podridão apical, caracterizada por uma grande mancha escura embebida em água pela baixa concentração do nutriente no local, resultando no aumento da permeabilidade e deterioração de membranas celulares, levando a perda de turgor e vazamento de conteúdo celular líquido (FILGUEIRA, 2008; HAHN et al., 2017). Apesar de haver outros fatores que podem ocasionar esta desordem, a causa básica é a insuficiente absorção e movimento de cálcio no fruto na fase inicial, exatamente na fase de expansão rápida do desenvolvimento do fruto, sendo este problema causa de perda de produtividade (DELAZARI et al., 2019; HAHN et al., 2017). Já o excesso deste pode afetar a disponibilidade de potássio no solo. As aplicações de sais de cálcio sobre as folhas e frutos são feitas frequentemente e ajudam a reduzir a incidência de podridão apical (AFFONSO et al., 2016; HAHN et al., 2017).

Tal como o cálcio e o magnésio é macronutriente exigido em altos teores pela planta, sendo mais abundante nos tecidos novos, devido a relação deste com a molécula de clorofila a

qual faz parte, a sua acumulação durante o ciclo da planta acompanha a produção de matéria seca possui função de ativador de diversas enzimas no metabolismo de carboidratos, proteínas e gorduras, pois quase todas as enzimas fosforilativas dependem da presença do magnésio, que é importante no processo de fotossíntese, por ter papel importante no armazenamento e fornecimento de energia. Tem alta mobilidade no floema, redistribuindo das folhas mais velhas para as folhas mais novas (MALAVOLTA, 2006).

A ocorrência de distúrbio fisiológico (amarelo-baixeiro) ocasionado pela deficiência de magnésio pode ser prevenido ou corrigido através de aplicações de corretivos (calcário dolomítico na calagem, termofosfato magnesiano em sulco). Tal desordem apresenta como sintoma o amarelecimento das folhas inferiores, com uma clorose que se inicia nas margens dos folíolos e avança para o centro se mantendo em forma de “V”, com as nervuras se mantendo verdes, o magnésio se transloca rapidamente das folhas mais velhas para as mais novas (FILGUEIRA et al., 2008).

O lítio é um micronutriente que atua como barreira física a entrada de patógenos na planta (GRAHAM, 1983). É um elemento não essencial ao crescimento vegetal, mas que pode ter relação com o metabolismo de potássio, nas espécies folhosas há menor absorção na época de chuvas e durante o período de estiagem o seu teor aumenta devido a intensa lixiviação no período das chuvas ocasionada pela alta mobilidade do lítio no solo (CASSAVELA, 2014).

A adubação de pré-plantio, é realizada antes do transplântio, sendo empregados fertilizantes fosfatados, por conta da baixa solubilidade destes adubos (FILGUEIRA, 2008). As doses de P_2O_5 empregadas variam entre 600-1.000 kg ha⁻¹, mas estudos demonstram que doses superiores podem proporcionar maiores produtividades (MUELLER et al., 2018). Conforme os resultados obtidos por estes autores, o aumento das doses de aplicação deste elemento em pré-plantio incorreu em aumento da produtividade dos frutos, assim como redução dos custos de manejo da cultura, e que a partir de 40% de aplicação de fósforo em pré-plantio os acréscimos a produtividades não foram significativos. No entanto, Marouelli et al. (2015), observaram que, a aplicação de 48% de fósforo proporcionou aumento da produtividade do tomate em solos com baixa disponibilidade de P.

Mueller et al. (2018) buscaram determinar as proporções ótimas de parcelamento da adubação fosfatada entre plantio e cobertura e estes concluíram que ao parcelar a adubação em cobertura não se obteve respostas significativas na produtividade.

A aplicação de adubação de cobertura pode ser realizada em até seis parcelas, influenciando no aumento da eficiência na utilização dos nutrientes pelo tomateiro, evitando desperdícios por lixiviação e volatilização (FILGUEIRA, 2008). A adubação de cobertura é utilizada para suprir as necessidades da planta por nitrogênio e potássio, sendo esses nutrientes fornecidos desta forma devido à sua elevada mobilidade, sendo que se esses nutrientes fossem aplicados sem parcelamento resultariam em elevadas perdas por lixiviação (K) e volatilização (N).

Os estudos realizados por Porto et al. (2014), demonstraram a interferência de diferentes fertilizantes nitrogenados, sendo aplicados em doses diferentes em tomateiros híbridos, em suas conclusões apontaram que a maior dose aplicada na forma nítrica (NO_3^-), foi a que obteve melhor resposta da planta por resultar no aumento da massa seca da parte aérea. Análogo a este trabalho Mueller et al. (2015) avaliaram que as doses de 0, 200, 400, 600 e 800 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K_2O quando aplicadas no plantio e em cobertura promovem aumento na massa média dos frutos quatro vezes mais com maiores doses de adubação, de forma se obteve a máxima eficiência com a aplicação de 625 $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de K_2O .

Rebouças et al. (2016) avaliaram a forma de aplicação da adubação potássica na cultura do tomateiro e concluíram que, quando a adubação é realizada por fertirrigação obtinha maiores teores de sólidos solúveis do que por meio da adubação convencional. Semelhantemente Almeida et al. (2019) relataram que, o aumento da adubação potássica, efetuou um incremento na produtividade e na qualidade dos frutos. Esses autores Rebouças et al. (2016) apontaram que esse acréscimo se deve a possibilidade de parcelar a adubação durante o ciclo de cultivo do tomateiro, tendo em vista que a planta tem um requerimento maior nutricional durante a fase reprodutiva.

Em especial para o tomateiro de porte indeterminado a adubação foliar é um meio eficiente no suprimento de nutrientes a planta (FILGUEIRA, 2008). Sendo que, para o fornecimento de macronutrientes esta é utilizada como complemento da adubação realizada no solo, pois devido as altas exigência da cultura seriam necessárias elevado número de pulverizações para atender as necessidades da planta, incorrendo em maior ônus na realização (RODRIGUES et al., 2002; PEREIRA e MELO, 2002).

Em contrapartida os micronutrientes que são requeridos em menores quantidades pela cultura, a aplicação via adubação foliar é suficiente. Esta forma ainda tem a vantagem de ter baixo custo e pode ser aplicada em combinação com diversos defensivos agrícolas, observando

as recomendações (RODRIGUES et al., 2002). Se torna ainda instrumento na prevenção da podridão apical, sendo recomendado pulverizações foliares semanalmente, a partir do início do florescimento (MALAVOLTA, 2006).

2.6. Qualidade

O fruto do tomateiro é classificado como climatérico, dessa forma seu amadurecimento ocorre mesmo após a sua retirada da planta mãe, sendo perceptível devido a mudança de coloração (DA SILVA et al., 2010), também possui alta perecibilidade. O processo de maturação dos frutos tem relação tanto com a genética da cultivar que é coordenado por diversas alterações fisiológicas e bioquímicas que afetam as características sensoriais, quanto com o manejo adequado (CASA e EVANGELISTA, 2009; ANDREUCETTI et al., 2007).

O estágio de maturação do tomate destinado ao consumo in natura (mesa) é definido pelo mercado consumidor. Sendo o ponto de colheita está condicionado a localização da propriedade em relação à região de comercialização. No Distrito Federal, para aumentar o tempo de prateleira, os frutos são colhidos quando dão início a coloração vermelha, estando em um ponto mais firmes (SOUZA, 2016).

A qualidade dos frutos também sofre influência da época de colheita, Casa e Evangelista (2009), afirmaram que a realização da colheita dos frutos de tomate mesa entre a 3ª e 5ª semana, dispõe de parâmetros de textura superiores aos frutos que são colhidos nas fases iniciais ou finais do ciclo da cultura. De acordo com estes autores, houve perdas maiores na massa de frutos colhidos após a terceira semana produtiva em comparação com os colhidos nas duas primeiras semanas.

O licopeno ($C_{40}H_{56}$) é um dos constituintes nutricionais do tomate que merece destaque, sendo um hidrocarboneto carotenoide que proporciona a cor avermelhada à polpa do fruto, possuindo também função antioxidante (SHI e MAGUER, 2000). A função antioxidante do tomate se deve à capacidade de desativação de radicais livres que podem causar problemas de saúde como câncer, dessa forma estudos relatam o efeito protetor do licopeno em relação ao câncer de próstata, pulmão (MICHAUD et al., 2000), dentre outros (SHAMI e MOREIRA, 2004).

Dessa forma, a ingestão de tomates in natura ou processados é interessante, devido ao elevado conteúdo de licopeno dos mesmos (MARTÍNEZ-HERNANDEZ et al., 2016). Diversos estudos relataram que o teor de licopeno no tomate pode variar de acordo com o manejo adotado no campo, principalmente relacionado ao regime hídrico (DELAZARI et al., 2019; STOLERU et al., 2020), adubação (DELAZARI et al., 2019; STOLERU et al., 2020), cultivares (STOLERU et al., 2020) e também aspectos de pós-colheita (MARTÍNEZ-HERNANDEZ et al., 2016).

O conteúdo de licopeno nos frutos pode variar entre 2,5 e 670 $\mu\text{g g}^{-1}$ no fruto in natura, mas após o processamento esses teores podem aumentar, principalmente na produção de molhos, visto que essa substância não é termodegradável (MARTÍNEZ-HERNANDEZ et al., 2016).

Os sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) também representam um importante parâmetro na qualidade do tomate, que indica o total de sólidos dissolvidos na água, notadamente açúcar, proteínas e sais (RONGA et al., 2020). Ronga et al. (2019), aplicando 200 kg ha^{-1} de nitrogênio, observou um aumento nos sólidos solúveis totais em quase 70% quando comparado à dose de 50 kg ha^{-1} . Elevados teores de sólidos solúveis proporcionam maior rentabilidade na indústria de processamento, visto que um tomate com maior $^{\circ}\text{Brix}$ produz uma maior quantidade de pasta (RONGA et al., 2019). Dessa forma, indústrias de processamento podem remunerar melhor o produtor que fornece um tomate de maior qualidade.

A composição mineral do tomate também é um importante aspecto nutricional, sendo que a ingestão de um tomate pode suprir até 10% das necessidades diárias de fósforo, magnésio e potássio de um adulto (RONGA et al., 2020). Outros nutrientes como nitrogênio e cálcio também são importantes do ponto de vista nutricional, além de nutrientes menos demandados na dieta, como o ferro (ALI et al., 2020).

3. METODOLOGIA

- **Campo experimental**

O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada no Distrito Federal (15° 56" S 47° 56" e altitude de 1.080m). De acordo a classificação de Köppen, o clima dessa região é Aw (tropical de inverno seco) com a média

anual da precipitação de 1.500 mm (CARDOSO et al., 2014). Os dados climáticos do período do experimento foram coletados na estação meteorológica localizada na FAL-UnB e se encontram expressos na Figura 1.

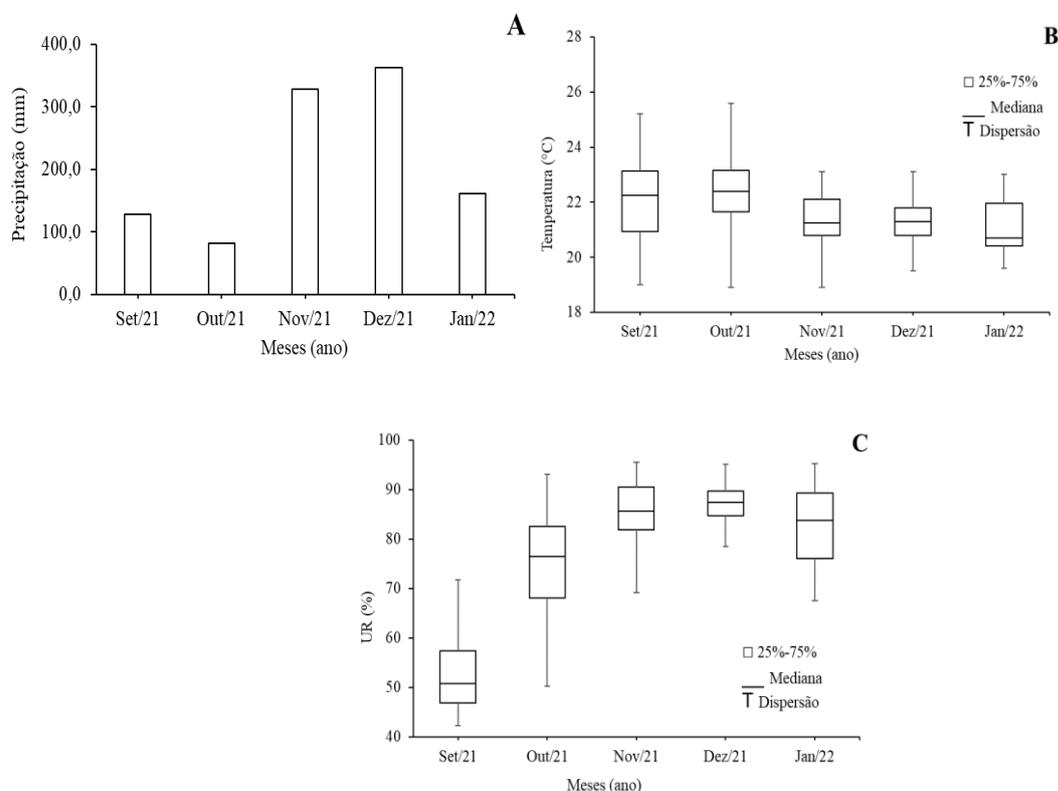


Figura 1: Dados climáticos de precipitação (A), temperatura (B) e umidade relativa-UR (C), coletados da estação meteorológica localizada na Fazenda Água Limpa. Brasília, 2021-2022.

As mudas usadas no experimento foram do híbrido Compack®, tipo salada e longa vida, obtidas de viveiro credenciado 30 dias após a semeadura. Sendo transplantadas no dia 23 de setembro de 2021.

O experimento teve uma área total de aproximadamente 1.000 m², dividida em 15 linhas com 1,5 m de espaçamento entre linhas e 0,45 m entre plantas. O método de condução adotado foi o sistema vertical, utilizando mourões de 2,5 m de altura e diâmetro de 15 cm como suporte do arame liso para o apoio dos tutores de condução. Os tutores usados foram estacas de eucalipto, uma estaca por cova de plantio que varia de 3 a 5 cm de diâmetro.

Para análise do solo do campo experimental, efetuou-se a coleta de 20 amostras simples de um perfil de solo na profundidade de 0,20 m e em seguida homogeneizadas. A amostra foi

avaliada pelo Laboratório de fertilidade de solo Soloquímica, em Brasília, no Distrito Federal (Tabela 1).

Tabela 1: Resultados da análise de solo do campo experimental de tomate antes da operação de plantio. Brasília, 2021.

pH	P _{mehlich} ⁻¹	Al ³⁺	H+Al	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	SB	CTC	V	B	Cu	Fe	Mn	Zn	S	M.O.
H ₂ O	mg dm ⁻³				cmol _c dm ⁻³				%			mg dm ⁻³				g kg ⁻¹
6,2	9,5	0,0	2,4	0,30	4,3	1,3	6,1	8,5	72	0,06	1,3	27,2	38,8	6,30	2,6	53,3

Legenda: SB: Soma de bases. V%: Saturação de bases. CTC: Capacidade de troca catiônica. M.O.: Matéria orgânica.

Seguindo a nomenclatura do Sistema Brasileiro de Classificação de solos, o solo é qualificado como Latossolo vermelho amarelo distrófico típico e classificado como solo de fase argilosa e Latossolo Vermelho-Amarelo (DOS SANTOS et al., 2018).

Levando em consideração os resultados obtidos da análise da Tabela 1 foi necessário realizar a correção do solo por meio de calagem, pelo método de saturação por bases, elevando o índice de saturação de 72% para 80% aplicando 1 t ha⁻¹ de calcário dolomítico com PRNT de 80%. Realizou-se a incorporação do calcário 60 dias antes do transplante das mudas na camada de 0 a 20 cm do solo utilizando-se grade média.

O delineamento adotado na condução do experimento foi o em blocos casualizado (DBC) com 3 repetições, em esquema fatorial simples (5x4) que compreendiam em 5 doses de adubação (0%; 50%; 100%; 150%; 200% da recomendação segundo Ribeiro (1999) e 4 densidades de plantio (D1: uma planta por cova com haste principal; D2: uma planta por cova com haste principal e haste secundária abaixo da 1ª inflorescência; D3: duas plantas por cova com uma haste cada; D4: duas plantas por cova com haste principal e haste secundária abaixo da primeira inflorescência). Cada parcela tinha 12 plantas e destas 10 são úteis. Com o propósito de evitar a interferência nos tratamentos realizou-se o plantio das plantas de bordadura entre as parcelas.

Tomando por base os dados da Tabela 1 a adubação de plantio com 100% (A2) (RIBEIRO, 1999) da dose consistiu na aplicação de nutrientes segundo a Tabela 2. A distribuição do adubo foi feita manualmente na linha de plantio 15 dias antes do transplante das mudas e realizado a incorporação com microtrator com o uso da enxada rotativa na camada de 0 a 20 cm. As outras doses (0%, 50%, 150% e 200%) também estão descritas na Tabela 2.

Tabela 2: Teores de nutrientes e doses de fertilizantes aplicados em cada um dos tratamentos do experimento. Brasília, 2023.

Dose	N (kg ha ⁻¹)	Ureia (kg ha ⁻¹)	P (kg ha ⁻¹)	Super Simples (kg ha ⁻¹)	K (kg ha ⁻¹)	KCl (kg ha ⁻¹)
0%	0	0	0	0	0	0
50%	20	45	450	2.500	40	60
100%	40	90	900	5.000	80	90
150%	60	135	1.350	7.500	120	135
200%	80	180	1.800	10.000	160	180

Legenda: KCl (Cloreto de potássio vermelho)

A adubação de cobertura utilizando fertirrigação foram feitas semanalmente com início 15 dias após o transplante, e finalizando aos 120 dias do cultivo. No total, foram feitas 15 fertirrigações com adubação nitrogenada (ureia) e 15 fertirrigações com adubação potássica (cloreto de potássio branco), que somadas resultam em 30 fertirrigações parceladas (ALVARENGA, 2013). As doses de nitrogênio e potássio utilizadas para a dose de 100% (RIBEIRO, 1999) foram 400 kg de nitrogênio (880 kg de ureia) e 650 kg de potássio (1.100 kg de KCl). A adubação foliar foi realizada a cada 15 dias com um fertilizante mineral misto, sendo que a dose utilizada na adubação de 100% foi de 200 mL ha⁻¹. Utilizando para a irrigação a recomendação para a cultura, utilizou-se o sistema de gotejo com mangueiras contendo emissores com espaçamento de 0,3 m, e com vazão de 1,6 L hora⁻¹.

Semanalmente foram feitos manejos culturais no experimento, como a desbrota de acordo com o tipo de condução do tratamento e o amarrio das hastes das plantas na vara de eucalipto (tutor) com auxílio do barbante. O desponte das plantas (remoção do meristema apical) foi realizado 100 dias após o transplante.

Quanto as plantas daninhas, o controle foi feito através da aplicação de herbicida registrado para a cultura aplicando em pós emergência, 20 dias após o transplântio. Utilizou-se o produto Sencor® (metribuzim como ingrediente ativo), utilizando a dosagem de 1,5 L do produto comercial por hectare. Adicionalmente, aos 60, 80 e 100 dias após o transplântio, efetuando capinas para o controle de plantas daninhas nas linhas e entrelinhas.

O período de colheita iniciou em 01 de dezembro de 2021 e finalizou em 16 de fevereiro de 2022. Os tomates utilizados na produção amostras foram coletadas na 6ª Colheita (dia 8 de janeiro de 2022). Os frutos foram coletados nessa data devido ao período de máxima produção, sendo o intervalo de maior extração de nutrientes.

- Preparo das amostras

Para determinação das características de pós-colheita, foram colhidos 10 frutos de cada parcela no ponto inicial de maturação (coloração verde cana) (BILALIS et al., 2018). Os frutos foram acondicionados em sacos de papel e armazenados em câmara com temperatura de 25°C e umidade controladas (80%±1%) durante 7 dias para atingirem o ponto de máxima maturação.

Para preparo das amostras, os dez frutos maduros foram triturados e processados para formar uma amostra composta. Essa amostra foi acondicionada em embalagens plásticas à vácuo e congeladas para realização das análises posteriormente.

- Determinação de parâmetros de qualidade (ADOLF Lutz, 2013)

- Umidade

A umidade foi determinada pesando-se 10 g de polpa e deixando secar em estufa à 80°C por três dias. Após os três dias as amostras foram pesadas novamente e a umidade determinada pela diferença de massas.

- Licopeno

O licopeno foi obtido a partir de análise espectrofotométricas. Para isso foi pesada uma amostra com 10 g de matéria fresca. A amostra foi então “lavada” com 25 ml de acetona

(solvente) para extração dos pigmentos (carotenoides). Em seguida foi realizada a mistura da amostra com 20 ml de água destilada e 25 ml de éter de petróleo para lavar a amostra e remover a acetona, realizando em seguida a filtração em funil separador. Esse processo foi repetido três vezes. Ao final do processo, foi obtida uma amostra de 100 ml, que foi submetida a leitura por espectrometria no comprimento de 470 nm (CARVALHO et al., 2005).

- Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

No Laboratório de Fruticultura da UnB, as amostras foram descongeladas e avaliados os teores de sólidos solúveis totais (°Brix). A determinação dos sólidos solúveis totais da polpa foi feita de forma direta, utilizando-se um refratômetro Kasvi modelo K52-032, com resolução de 0,2°Brix. As análises foram realizadas em triplicata

- Determinação do teor de nutrientes da polpa do tomate

Para determinação dos minerais do tomate foi pesada uma amostra de $10 \pm 0,1$ g da amostra de tomate homogeneizada, e então colocadas em mufla elétrica na temperatura de 550 ± 10 °C por 24 h até a incineração total do material. Após a retirada, as amostras foram acondicionadas em dessecadores até esfriarem e atingirem temperatura ambiente. Então, as cinzas foram dissolvidas em 1 ml de ácido nítrico concentrado, e misturados em 200 ml de água destilada para remover qualquer resíduo da amostra no cadinho. As amostras foram então filtradas com membrana milipore (diâmetro de 0,22 µm) para retirar qualquer resíduo ou contaminante da amostra (AOAC, 1990; RONGA et al., 2020).

Os teores de potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), boro (B) e lítio (Li) foram determinados por meio de Espectrometria de Emissão Óptica com Fonte de Plasma (ICP), utilizando chama de gás argônio, modelo AVIO™ 200 ICP-OES (PerkinElmer). A determinação do nitrogênio foi feita pelo método Kjeldahl (BREMER, 1966; RONGA et al., 2020).

- Análises estatísticas

As análises estatísticas utilizadas para as características avaliadas foram: análises de variância e teste de comparação de médias Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Com o uso do software R (R CORE TEAM, 2022).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observado influência da adubação em toda as características pós-colheita avaliadas por meio da ANOVA (Tabela 3). Já o fator adensamento proporcionou resultado significativo apenas para os sólidos solúveis totais e os teores de nitrogênio, potássio e lítio, sendo também observada interações significativas entre todos fatores estudados, exceto o teor de licopeno. De forma geral, foram observados coeficientes de variação inferiores a 10%, demonstrando boa precisão experimental.

Tabela 3: Resumo da análise de variância (quadrado médio) das variáveis licopeno (LIC), sólidos solúveis totais (SST), matéria seca (MAS), nitrogênio (N), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca) e lítio (Li) na comparação de doses de adubação e tratamentos de condução de campo de tomate tipo mesa. Brasília- DF, 2022.

	GL	LIC	SST	MAS	N	K	Mg	Ca	Li
F (A)	4	14927**	1,35**	150,69**	739,64**	118290**	33,95**	412,41**	1,19**
F (D)	3	142,4ns	0,15*	2,95ns	126,20*	4030*	0,212ns	11,11ns	0,02*
A*D	12	1883,2ns	0,54**	40,36*	18,66*	13.515*	2,12*	64,87**	0,05*
Bloco	-	21,8ns	0,01ns	1,50ns	0,69ns	256ns	0,320ns	2,75ns	0,001ns
MÉDIA	-	48,66	3,92	6,72	20,92	231,81	2,83	12,31	0,3399
CV (%)	-	18,94	3,32	15,03	5,39	9,50	9,94	10,95	12,27

*significativo no teste F a 5% de probabilidade, **significativo no teste F a 1% de probabilidade, ^{ns}não significativo no teste F. A: Adubação. D: Densidade.

Foi observado incremento significativo na concentração de licopeno com o aumento das doses de adubação (Tabela 4), sendo a concentração máxima observada de $80 \mu\text{g g}^{-1}$ e a menor de $27,84 \mu\text{g g}^{-1}$. Maiores teores de licopeno são desejáveis no tomate, visto a atividade antioxidante desse composto, e também na indústria de processamento de alimentos, especialmente na produção de molhos, visto que maiores teores dessa molécula proporcionam uma coloração vermelha mais intensa (BILALIS et al., 2018; MARTÍZES-HERNANDES et al., 2018).

Dentre todas as doses avaliadas, a aplicação de 0% proporcionou menores teores de licopeno, independente do adensamento avaliado, variando entre $27,84 \mu\text{g g}^{-1}$ e $37,42 \mu\text{g g}^{-1}$ (Tabela 4), enquanto que as doses de 200% foram superiores em todos os tratamentos avaliados com concentrações entre $64,09$ e $80,47 \mu\text{g g}^{-1}$. O aumento no licopeno com incremento da adubação pode ter ocorrido devido à maior produção de metabólitos secundários, visto que a síntese desses compostos depende da sanidade do tomateiro (CARVALHO et al., 2005). Maior teor de licopeno foi relatado com aplicação de fertilizantes orgânicos (BILALIS et al., 2018) e químicos, especificamente aplicação de potássio (VASILEVA et al., 2021) e fósforo (DELAZARI et al., 2021).

Shami e Moreira (2004) relatam que o tomate cru possui cerca de $30 \mu\text{g g}^{-1}$ de licopeno, mas após o processamento esse valor pode chegar a $100 \mu\text{g g}^{-1}$. Dessa forma, observa-se que a adoção de novas tecnologias produtivas pode proporcionar maior teor de licopeno (BILALIS et al., 2018). No entanto, Martínez-Hernandes et al. (2016) obtiveram teores de licopeno muito superiores aos observados neste estudo, por estarem trabalhando com variedades destinadas ao processamento (Tomate Italiano) que naturalmente possuem teores mais elevados.

Os sólidos solúveis totais ($^{\circ}\text{Brix}$) observados nas amostras variaram entre 3,77 e 4,23 (Tabela 4), com as menores concentrações nos tratamentos com menores doses de fertilizantes (0 e 50%) e as maiores concentrações nos tratamentos de maior adubação (150 e 200%). Com relação ao adensamento, observa-se que os menores adensamentos proporcionaram maiores teores de $^{\circ}\text{Brix}$.

Os sólidos solúveis totais são importantes, visto que o aumento nesse parâmetro proporciona maior rendimento na industrialização e também está relacionado com a aceitação pelo consumidor pelo aumento de sabor do fruto (BILALIS et al., 2018). Dessa forma, frutos são considerados adequados para industrialização quando apresentam teores de sólidos solúveis totais superiores a 4°Brix (BILALIS et al., 2018; RONGA et al., 2020). No entanto, a variedade

utilizada neste estudo (COMPACK®) não foi desenvolvida especificamente para industrialização, no entanto adubações superiores a 150% e menores adensamentos (D1 e D2) proporcionaram teores adequados para processamento.

Tabela 4: Resultado do teste Tukey de comparação de médias (5% de probabilidade), para as variáveis licopeno (LIC), sólidos solúveis totais (SST) e Massa seca (MAS) considerando a interação Adubação (0, 50, 100, 150 e 200%) x adensamento (D1, D2, D3 e D4). Brasília-DF, 2021-22.

LIC ($\mu\text{g g}^{-1}$)					
Adubo/ Densidade	0	50	100	150	200
D1	27,84dD	38,97cC	37,65cC	72,49bB	78,43aB
D2	30,04eC	33,88dD	48,19cB	68,41bC	80,47aA
D3	34,27dB	46,90cB	49,64cB	76,15aA	64,09abC
D4	37,42dA	48,95cA	57,11bA	65,31aD	65,88aC
SST ($^{\circ}\text{Brix}$)					
Adubo/ Densidade	0	50	100	150	200
D1	3,77bcAB	3,60cB	3,97abA	4,20aA	4,23aA
D2	3,90aA	3,83aAB	3,93aA	4,10aAB	4,07aA
D3	3,77bAB	3,93abA	3,80bA	4,03abAB	4,13aA
D4	3,53cB	3,80bAB	3,80bA	3,87bB	4,13aA
MAS (%)					
Adubo/ Densidade	0	50	100	150	200
D1	8,16aAB	8,12aA	7,92aA	5,15bA	6,05abA
D2	7,53abB	7,99aA	6,64abAB	5,29bA	5,42bA
D3	8,84aAB	8,23aA	5,11bB	5,15bA	5,19bA
D4	10,07aA	9,94aA	4,68bB	4,49bA	4,43bA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não possuem diferença significativa entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: D1- Uma planta com uma haste por cova; D2- Uma planta com duas hastes por cova; D3- Duas plantas com uma haste cada por cova; D4- Duas plantas com duas hastes cada por cova.

A porcentagem de massa seca no fruto indica o rendimento de tomate para processamento, e assim como os sólidos solúveis totais é muito importante para industrialização. Neste estudo, observa-se um decréscimo da porcentagem de massa seca com aumento da adubação, provavelmente devido à maior produção de frutos de tomate em doses superiores, sendo de forma geral, a adubação de 100% foi superior às doses de 150% e 200% nesse quesito (Tabela 4).

Teores superiores a 6% foram observados em tratamentos com redução da aplicação de fertilizantes (0 e 50% da dose), sendo assim, apesar de produzirem uma quantidade inferior de frutos, essas menores adubações proporcionam tomates com maior teor de fibras. Contrastando

com o observado neste estudo, Ronga et al. (2020) observaram um incremento na matéria seca quando aumentaram a adubação nitrogenada no tomateiro.

As condições de menor adensamento (D1, D2) foram superiores na dosagem de 100%, provavelmente devido à menor competição das plantas por nutrientes e com uma melhor distribuição das folhas, que conseguiram sintetizar mais carboidratos.

Com relação aos parâmetros nutricionais, observou-se que a adubação influenciou significativamente todas as variáveis estudadas pelo teste F à 1% de probabilidade (Tabela 3). Novamente foram observados coeficientes de variação em torno de 10%, demonstrando boa precisão experimental.

O teor de nitrogênio foi influenciado tanto pelas adubações, como também pela densidade de plantio adotado. A aplicação de 200% da dose proporcionou o maior teor de nitrogênio amoniacal no tomate, em todas as densidades de plantio, de cerca de $25 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ m.f. (Tabela 5).

Ronga et al. (2020) e Vasileva et al. (2016) relataram um aumento na concentração de nitrogênio com incremento com maiores doses de nitrogênio aplicadas via fertirrigação. Estes autores observaram cerca de 19 ppm de nitrogênio com a aplicação de 350 kg ha, sendo essa dose equivalente a dose de 100% adotada neste estudo, que obteve cerca de 20 ppm, resultados muito semelhantes. Teores muito elevados de nitrogênio podem causar malefícios à saúde humana, incluindo câncer (RONGA et al., 2020). No entanto a toxicidade causada por nitrogênio ocorre em teores superiores a $200 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ m.f.

O potássio, nutriente mais extraído pelo tomateiro, teve redução significativa com menores doses de fertilizantes (Tabela 5). Foi observada uma redução de quase 50% no teor médio de potássio comparando o tratamento sem aplicação de potássio ($150 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ m.f.), enquanto que as doses de 150 e 200% tiveram teores superiores a $250 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ m.f. (Tabela 5).

Esse aumento está relacionado diretamente à aplicação de fertilizantes químicos, como o cloreto de potássio (KCl), aplicado em via fertirrigação em doses elevadas, sendo o tomate uma cultura extremamente exigente.

Tabela 5: Resultado do teste Tukey de comparação de médias (5% de probabilidade), para as variáveis licopeno (LIC), sólidos solúveis totais (SST) e Massa seca (MAS) considerando a interação Adubação (0, 50, 100, 150 e 200%) x adensamento (D1, D2, D3 e D4). Brasília-DF, 2021-22.

N (mg·100 g ⁻¹ m.f.)					
Adubo/ Tratamento	0	50	100	150	200
D1	19,19cA	19,12cA	21,72bA	21,76bA	26,90aA
D2	16,63dB	19,26cA	20,99bA	21,78bA	26,63aA
D3	16,65dB	19,06cA	21,04bA	21,72bA	24,58aB
D4	16,58dB	19,13cA	20,39bcA	21,79bA	23,42aB
K (mg·100 g ⁻¹ m.f.)					
Adubo/ Tratamento	0	50	100	150	200
D1	133,11cB	219,56bA	268,77abA	255,16abAB	273,19aA
D2	135,69cB	203,66bA	266,06aA	251,45abB	272,88aA
D3	162,56bAB	187,28bA	240,59aA	264,91aAB	273,10aA
D4	192,93cA	222,72cA	230,88bcA	302,52aA	279,47abA
Mg (mg·100 g ⁻¹ m.f.)					
Adubo/ Tratamento	0	50	100	150	200
D1	1,548dB	2,454cA	2,938bcA	3,192bA	3,962aA
D2	1,335dB	2,228cA	3,023bA	3,404bA	3,801aA
D3	2,229cA	2,585bcA	2,812bcA	2,946bA	4,049aA
D4	1,884dAB	2,239cdA	2,681bcA	3,242bA	4,103aA
Ca (mg·100 g ⁻¹ m.f.)					
Adubo/ Tratamento	0	50	100	150	200
D1	7,99dA	9,92cdB	12,14bcB	16,61aA	13,80abA
D2	7,54dA	10,00cdB	12,29bcB	15,91aA	13,67abA
D3	9,21cA	13,33abA	16,23aA	14,78aA	11,55bcA
D4	7,58cA	10,99bAB	13,45abAB	16,33aA	12,96bA
Li (mg·100 g ⁻¹ m.f.)					
Adubo/ Tratamento	0	50	100	150	200
D1	0,1448cA	0,3171bA	0,3943bA	0,3722bA	0,5708aA
D2	0,1222dA	0,2585cA	0,3038cAB	0,4502bA	0,5927aA
D3	0,1231dA	0,2711cA	0,2494cB	0,3788bA	0,5410aA
D4	0,1361cA	0,3131bA	0,2827bB	0,4553aA	0,5206aA

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Legenda: D1- Uma planta com uma haste por cova; D2- Uma planta com duas hastes por cova; D3- Duas plantas com uma haste cada por cova; D4- Duas plantas com duas hastes cada por cova.

O cálcio é um nutriente essencial na dieta humana, sendo importante principalmente na contração muscular, na mitose, na formação da estrutura óssea e a transmissão de impulsos nervosos (SHAMI e MOREIRA, 2004).

As doses de fertilizantes aumentaram significativamente os teores de cálcio no tomate, com o menor teor ($7,54 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$) nos tratamentos sem uso de fertilizantes (0%) e os maiores nas doses de 150%, com cerca de $15 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$ (Tabela 5). Neste estudo, a aplicação de cálcio se deu exclusivamente via adubação de plantio, com o fertilizante supersimples (aproximadamente 20% de Ca) e via foliar. A resposta positiva do cálcio em tomate com aumento de adubação também foi observada por Stoleru et al. (2020). Estes autores relataram teores de cálcio variando entre 5 e $15 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$ valores semelhantes aos observados neste estudo.

A recomendação de ingestão diária de cálcio varia de acordo com a idade, sendo que a ingestão diária de referência varia entre 200 e $1.200 \text{ mg dia}^{-1}$. (BUENO e CZEPIELEWSKI, 2008). Dessa forma observa-se a ingestão de tomate não é capaz de suprir as necessidades diárias de cálcio de um adulto, no entanto, o tomate pode complementar a dieta.

Observa-se que a maior dose de adubação (200%) não proporcionou necessariamente o maior teor de cálcio nos frutos (Tabela 5). Esse comportamento no tomate pode ter ocorrido devido à maior extração e distribuição do cálcio nos tecidos e frutos, visto que os tratamentos com maior adubação proporcionaram maior produtividade (dados não apresentados). Dessa forma, estudos envolvendo a extração de cálcio do solo e sua mobilização são necessários para entender seu comportamento em todo o sistema produtivo.

O magnésio, assim como o cálcio foi aplicado em boa parte via adubação foliar, e nota-se uma resposta positiva com nas maiores doses (Tabela 5), sendo observado um incremento de cerca de 200% na composição do tomate ($1,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$ na adubação de 0% e cerca de $3,8 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$ na adubação de 200%). De forma geral, os baixos valores de magnésio nos tratamentos com ausência de fertilizantes provavelmente ocorreram devido aos baixos níveis de magnésio nos solos do cerrado (Tabela 1), sendo, do ponto de vista agrônomo, estritamente necessária a suplementação desse nutriente via fertilização.

Os teores de magnésio obtidos neste estudo (Entre 2 e $3 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$) estão muito abaixo dos relatados por Ronga et al. (2020) ($12 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$) e Stoleru et al. (2020) ($10 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$). Estas diferenças podem ter ocorrido devido à forma de detecção desse

nutriente nas amostras, sendo que neste estudo o teor de magnésio foi determinado por meio de espectrometria Óptica (ICP), enquanto estes autores utilizaram espectrometria atômica. No entanto, apenas este estudo e o de Stoleru et al. (2020) demonstram um aumento significativo no teor de magnésio com aplicação de fertilizantes. Ronga et al. (2020) podem não ter observado diferença significativa no teor de magnésio por estarem trabalhando apenas com adubação nitrogenada, enquanto os outros estudos avaliaram outros fertilizantes.

O lítio é um metal alcalino relativamente abundante na natureza, sendo importante em alguns processos vitais em humanos, sendo especialmente importante na regulação de distúrbios psicológicos (CARMASSI et al., 2016). Estudos demonstram que o lítio pode ser empregado no tratamento de alguns distúrbios como bipolaridade, Alzheimer, dentre outros (AMITAI et al., 2014).

Neste estudo, foi observado um incremento no lítio com maiores doses de fertilizantes, sendo observado um incremento de até 300% em alguns tratamentos (Tabela 5). O tratamento com 0% de fertilizante apresentou cerca de $0,120 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$, enquanto que a dose de 200% foi superior a $0,500 \text{ mg} \cdot 100 \text{ g}^{-1} \text{ m.f.}$ Esse incremento pode ter ocorrido devido à presença desse elemento nos fertilizantes foliares (FARIA, 2018).

Voica et al. (2020) relataram teores médios de $0,08 \text{ mg kg}$ de lítio em amostras de tomates coletadas em mercados da România, e argumentam que um consumo adequado de lítio é de cerca de $0,5 \text{ mg}$ por dia. Os tomates avaliados neste estudo apresentaram valores muito superiores, sendo que uma porção de 100 g (um tomate de tamanho médio) pode suprir cerca de 20% das necessidades diárias.

5. CONCLUSÕES

A aplicação de dose de adubação de 150% da recomendação proporcionou o aumento na qualidade nutricional do tomate cultivado na região do Distrito Federal, sendo possível observar o aumento nos teores de N, K, Mg, Ca e Li.

Os teores de licopeno e sólidos solúveis totais aumentaram até a dose de 200%, podendo chegar até $80 \mu\text{g g}^{-1}$ e $4,2^\circ\text{Brix}$, respectivamente. Dessa forma, caso o tomate produzido seja destinado à indústria, é recomendado a aplicação de 200% da recomendação, por proporcionar melhor qualidade industrial, já o tomate destinado à mesa apresentou melhor resultado com a

adubação de 150%, pois os parâmetros de licopeno e sólidos solúveis totais não são tão importantes nesse tipo de mercado.

O teor de licopeno, em D1 e D2 foram superiores nas doses de 200%, enquanto D3 e D4 os teores de licopeno em 150% e 200% foram semelhantes. O adensamento de duas plantas por cova proporcionou menores teores de nitrogênio, sólidos solúveis totais e licopeno.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Levando em conta as condições de condução em que o experimento foi realizado, haja vista a qualidade do fruto, os melhores resultados para o teor de licopeno, sólidos solúveis totais e os nutrientes N, K, Ca, Mg, B, Li, foram na dose de adubação de 150% demonstrando que o incremento na adubação afeta positivamente parâmetros de pós-colheita em tomate.

É necessário que outros estudos sejam realizados, com experimento conduzido em épocas do ano diferentes, com o uso de outras cultivares e em condições edafoclimáticas diversas, que leve em consideração a avaliação de outras características, como a realização de testes de análises sensoriais para verificar a aceitação do consumidor à frutos produzidos em diferentes condições de adubação.

7. REFERÊNCIAS

AFFONSO, G. S. et al. Fatores de Produção que influenciam na produtividade e na qualidade do tomate. **X Encontro de Engenharia de Produção Agroindustrial**, 2016.

ALI, M.Y. et al. Nutritional Composition and Bioactive Compounds in Tomatoes and Their Impact on Human Health and Disease: A Review. **Foods**, 10, 45, 2021. <https://dx.doi.org/10.3390/foods10010045>

ALMEIDA, L. H. C. et al. Folha índice representativa do teor de potássio em tomateiro. **Revista Cultura Agronômica**, v. 28, n. 1, p. 65, 2019.

ALMEIDA, V. S. et al. Sistema Viçosa para o cultivo de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 74-79, 2015.

ALVARENGA, M. A. R. Origem, Botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. (Ed.). **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2.ed. rev. e ampl. Lavras: Editora Lavras, 2013. cap.1, p. 11-21.

AMITAI, M., A., et al. Short-term effects of lithium on white blood cell counts and on levels of serum thyroid-stimulating hormone and creatinine in adolescent inpatients: A retrospective naturalistic study. **Journal of Child and Adolescent Psychopharmacology** 24 (9):494–500, 2014.

ANDRADE, A. R. et al. Fertirrigação no cultivo de quatro cultivares de tomate (*Lycopersicon esculentum*.) irrigado por gotejamento. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 10, n. 2, p. 7-21, 2017

ANDREUCCETTI, C. et al. Qualidade pós-colheita de frutos de tomate cv. Andréa tratados com etileno. **Horticultura Brasileira**, v. 25, p. 122-126, 2007.

AOAC, Association of Official Analytical Chemists. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**, 15th ed.; Association of Official Analytical Chemists: Arlington, VA, USA, 1990; pp. 1058–1059.

BECKER, W. F. Avaliação de sistemas de previsão para a septoriose do tomateiro tutorado em Caçador, SC, Brasil. **Agropecuária Catarinense**, v. 32, n. 3, p. 62-67, 2019.

BILALIS, D. et al. Effects of organic and inorganic fertilization on yield and quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Folia Horticulturae**, v. 30, n. 2, p. 321-332, 2018.

BILALIS, D. et al. Effects of organic and inorganic fertilization on yield and quality of processing tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Folia Horticulturae**, v. 30, n. 2, p. 321-332, 2018.

BRANDÃO FILHO, J. U. T. et al. (Ed.). **Hortaliças-fruto**. Editora da Universidade Estadual de Maringá-EDUEM, 2018.

BREMNER, J.M. Total Nitrogen. **In Methods of Soil Analysis; Part 2: Chemical and Microbial Properties**, Number 9 in Series Agronomy; Black, C.A., Ed.; American Society of Agronomy: Madison, WI, USA, 1965; pp. 1049–1178.

BUENO, A. L.; CZEPIELEWSKI, M. A. A importância do consumo dietético de cálcio e vitamina D no crescimento. **Jornal de Pediatria**, v. 84, p. 386-394, 2008.

CAMARGO, L. E. A.; REZENDE, J. A. M. Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas. **São Paulo: Agronômica Ceres**, v. 2, 2005.

CARDOSO, M. R. D. et al. Classificação Climática de Köppen-Geiger para o Estado de Goiás e o Distrito Federal. **Acta Geográfica (UFRR)**, v. 8, p. 40-55, 2014.

CARMASSI, C., C. et al. A new look at an old drug: Neuroprotective effects and therapeutic potentials of lithium salts. **Neuropsychiatric Disease and Treatment** 12:1687–703, 2016 doi:10.2147/NDT.S106479.

CARVALHO, W. et al. Estimativa indireta de teores de licopeno em frutos de genótipos de tomateiro via análise colorimétrica. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 819-825, 2005.

CASA, J.; EVANGELISTA, R. M. Influência das épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. **Semina: Ciências Agrárias**, p. 1101-1107, 2009.

CASSAVELA, P. N. **Enquadramento biogeoquímico dos vegetais consumidos na cidade do Lubango–Angola**. 2014. Tese de Doutorado. 00500:: Universidade de Coimbra.

CHARLO, H. C. O. et al. Performance and quality of tomato fruits of Santa Cruz group in greenhouse with different number of stems. **Horticultura Brasileira**, v. 27, n. 2, p. 144-149, 2009.

DA SILVA, A. M. et al. Propriedades químicas e farmacológicas do licopeno. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 6, n. 2, 2009.

DA SILVA, M. V et al. Reduction of Tomato Post-Harvest Losses by Using 1-Methylcyclopropene. **Brazilian Journal of Food Research**, v. 1, n. 1, p. 29-33, 2010.

DELAZARI, F. T. et al. Productiveness response and quality of fruits of tomato under different levels of fertilizers and irrigation. **Journal of Agricultural Science**, v. 11, n. 9, p. 62-72, 2019.

DOS SANTOS, H.G., et al. Brazilian Soil Classification System. **Embrapa Solos: Livro técnico (INFOTECA-E)**, 2018. Available from: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>

EMATER - **EMPRESA DE ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL** - DF 2022. Custos de produção - Tomate.

FAO /– Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2020. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/GF>. Acessado em: 26/11/2022.

FARIA, A. J. G. Biofortificação com lítio em plantas de alface via adubação foliar. 2018.

FAYAD, J. A. et al. Crescimento e produção do tomateiro cultivado sob condições de campo e de ambiente protegido. **Horticultura brasileira**, v. 19, p. 365-370, 2001.

FERREIRA, M. M. M. et al. Produção do tomateiro em função de doses de nitrogênio e da adubação orgânica em duas Épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 468-473, julho-setembro, 2003.

FERREIRA, M. M. M. et al. Eficiência da adubação nitrogenada do tomateiro em duas épocas de cultivo. **Revista Ceres**, v. 57, p. 263-273, 2010.

FIGUEIREDO, A. S. T. et al. Comportamento de plantas de tomateiro indeterminado na presença de regulador de crescimento. **Campo Digital**, v. 10, n. 1, 2015.

FILGUEIRA F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: UFV. 421p, 2008.

FONTES, P.C.R. et al. Produção e qualidade do tomate produzido em substrato, no campo e em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.3, p. 614-619, jul-set 2004.

GOMES, R. F. et al. Porta-enxertos para tomateiro conduzido com quatro hastes. **Revista Ceres**, v. 64, n. 2, p. 183-188, 2017.

GRAHAM, R. D. Effects of nutrient stress on susceptibility of plants to disease with particular reference to the trace elements. **Advances in Botanical Research**, v. 10, p. 221-276, 1983.

HACHMANN, T. L. et al. Desempenho de híbridos de tomateiro em função do número de hastes por planta. **Encontro Internacional de Produção Científica**, n. 9, p. 4-8, 2015.

HAHN, L. et al. Aplicação de formulações de cálcio e boro na cultura do tomateiro tutorado. **Agropecuária Catarinense**, v. 30, p. 61-66, 2017.

HEINE, A. J. M. et al. Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, v. 11, n. 9, 2015.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2022), Levantamento sistemático de produção agrícola. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa>. Acessado em: 03/12/2022

KIM, Y. X. et al. Effects of nutrient and water supply during fruit development on metabolite composition in tomato fruits (*Solanum lycopersicum* L.) grown in magnesium excess soils. **Frontiers in plant science**, v. 11, p. 562399, 2020.

LENHARDT, E. R. et al. COMPORTAMENTO AGRONÔMICO DO TOMATE EM AMBIENTE PROTEGIDO. **Revista de Ciências Agroveterinárias e Alimentos**, n. 2, 2017.

MALAVOLTA, E. **Manual de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 2006. 630 p.

MARIM, B. G. Et al. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo in natura. **Horticultura brasileira**, v. 23, p. 951-955, 2005.

MARQUELLI, W. A. et al. Frações ótimas da adubação com fósforo no pré-plantio e na fertirrigação por gotejamento de tomateiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 50, n. 10, p. 949-957, 2015.

MARTÍNEZ-HERNÁNDEZ, G. B. et al. Processing, packaging, and storage of tomato products: influence on the lycopene content. **Food engineering reviews**, v. 8, n. 1, p. 52-75, 2016.

- MELO, P. C. T. **Desenvolvimento tecnológico para o cultivo do tomateiro de mesa em condições agroecológicas tropicais e subtropicais**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. 2017.
- MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 154-157, 2005.
- MICHAUD, D. S. et al. Intake of specific carotenoids and risk of lung cancer in 2 prospective US cohorts. **The American journal of clinical nutrition**, v. 72, n. 4, p. 990-997, 2000.
- MOREIRA G. R. et al. Herança de caracteres de resistência por antixenose de *Solanum pennellii* à traça-do-tomateiro em cruzamento com ‘Santa Clara’. **Horticultura Brasileira** 31: 574-581, 2013.
- MOREIRA, L. S. et al. ADUBAÇÃO NITROGENADA E POTÁSSICA NA PRODUÇÃO DE TOMATE NO MUNICÍPIO DE MINEIROS. In: **Anais Colóquio Estadual de Pesquisa Multidisciplinar** (ISSN-2527-2500) & Congresso Nacional de Pesquisa Multidisciplinar. 2019.
- MORETTI, C. L.; MATTOS, L. M. Boas práticas agrícolas para a produção integrada de tomate industrial. **Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, 2009.
- MUELLER, S. et al. Modos de aplicação de fósforo para duas cultivares de tomate. **Horticultura brasileira**, v. 33, p. 356-381, 2015.
- MUELLER, S. et al. Parcelamento de adubação fosfatada no plantio e em cobertura do tomateiro. **Agropecuária Catarinense**, v. 31, n. 2, p. 52-57, 2018.
- MUELLER, S. et al. Produtividade de tomate em função da adubação potássica. **Agropecuária Catarinense**, v. 28, n. 1, p. 92-96, 2015.
- MUELLER, S. WAMSER, A. F. Combinação da altura de desponte e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v. 27, p. 64-69, 2009.
- NAIKA, S. et al. A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização. **Wageningen: fundação agromisa e cta**, 2006. 104p
- OLIVEIRA JUNIOR, A. A. et al. Agronomic performance of salad tomatoes grown in different conduction systems and fertilization doses. **Bioscience Journal**, v. 38, n. e38041, p. 1981-3163, 2022.

- PACHECO, A. B. et al. Yield and water use of cherry tomato under water availability and potassium doses. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 5, p. 326-331, 2018.
- PEIXOTO, J. V. M. et al. Tomaticultura aspectos morfológicos e propriedades físico-químicas do fruto. **Revista Científica Rural**, v. 19, n. 1, p. 96-117, 2017.
- PEREIRA, H. S.; MELLO, S. C. Aplicações de fertilizantes foliares na nutrição e na produção do pimentão e do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v. 20, p. 597-600, 2002.
- PINENT, S. M. J. et al. Ecologia, comportamento e Bionomia. Biologia de *Frankliniella schultzei* (Trybom)(Thysanoptera: Thripidae) em Tomateiro. **Sociedade Entomológica do Brasil**, v. 27, p. 519-524, 1998.
- PORTO, J. S. et al. Índice SPAD e crescimento do tomateiro em função de diferentes fontes e doses de nitrogênio. **Scientia Plena**, v. 10, n. 11, 2014.
- PRATISSOLI, D. et al. Incidência de mosca-minadora e insetos vetores em sistemas de manejo de pragas em tomateiro. **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 3, p. 607-614, 2015.
- R CORE TEAM. **R: A language and environment for statistical computing**. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, Austria. 2022. ISBN 3-900051-07-0. URL: <https://www.R-project.org/>.
- REBOUÇAS, M. O. et al. Potassium fertilization via fertigation and conventional application on quality of tomato fruits. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 10, p. 913-917, 2016.
- RIBEIRO, A. C. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Comissão de Fertilidade do solo do estado de Minas Gerais, 1999.
- RIBEIRO, J. M. et al. Fertilidade do solo e estoques de carbono e nitrogênio sob sistemas agroflorestais no Cerrado Mineiro. **Ciência Florestal**, v. 29, p. 913-923, 2019.
- RODRIGUES, D. S. et al. Quantidade absorvida e concentrações de micronutrientes em tomateiro sob cultivo protegido. **Scientia Agricola**, v. 59, p. 137-144, 2002.
- RONGA, D. et al. Effects of nitrogen management on biomass production and dry matter distribution of processing tomato cropped in southern Italy. **Agronomy**, v. 9, n. 12, p. 855, 2019.

RONGA, D. et al. Optimizing N fertilization to improve yield, technological and nutritional quality of tomato grown in high fertility soil conditions. **Plants**, v. 9, n. 5, p. 575, 2020.

SANTOS, L. V. dos. **Produtividade e qualidade de híbridos de tomateiro do segmento salada de crescimento semideterminado em função de sistemas de poda e espaçamento**. 2017. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

SHAMI, N. J. I. E.; MOREIRA, E. A. M. Licopeno como agente antioxidante. **Revista de Nutrição**, v. 17, p. 227-236, 2004.

SHI, J.; MAGUER, M. L. Lycopene in tomatoes: chemical and physical properties affected by food processing. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 40, n. 1, p. 1-42, 2000.

SHIRAHIGE F.H. et al. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira** 28: 292-298, 2010.

SOUZA J. R. et al. Potencialidade de fungicidas biológicos no controle de requeima do tomateiro. **Horticultura Brasileira** 32: 115-119, 2014.

SOUZA, M. A. **Análise do desempenho de sistemas produtivos de tomate de mesa no DF e sua relação com a cadeia produtiva**. 2016.

SPAGNUOLO, F. et al. Análise comparativa entre o custo do manejo fitossanitário e da rentabilidade da produção de tomate orgânico e convencional em ambiente protegido. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 120, 2021.

STOLERU, V. et al. Yield and Nutritional Response of Greenhouse Grown Tomato Cultivars to Sustainable Fertilization and Irrigation Management. **Plants**, v. 9, n. 8, p. 1053, 2020.

VASILEVA, V. H.; DINEV, N. S. Mineral content and quality parameters of tomato fruits as affected by different potassium fertilization treatments and cultivar specifics. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 55, n. 2, p. 169-174, 2021.

VICENTE, M. H. et al. Semi-determinate growth habit adjusts the vegetative-to-reproductive balance and increases productivity and water-use efficiency in tomato (*Solanum lycopersicum*). **Journal of plant physiology**, v. 177, p. 11-19, 2015.

VIEIRA, J. L. M. et al. **EFICIÊNCIA DE PORTA-ENXERTOS PARA A CULTURA DO TOMATEIRO, VISANDO O CONTROLE DA MURCHA BACTERIANA E**

DESEMPENHO AGRONÔMICO. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA, Manaus.

VOICA, C. et al. Lithium Levels in Food from the Romanian Market by Inductively Coupled Plasma–Mass Spectrometry (ICP-MS): A Pilot Study. **Analytical Letters**, v. 54, n. 1-2, p. 242-254, 2021.

WAMSER, A. F.; MUELLER, S. Curvatura da base do caule do tomateiro afetada por métodos de tutoramento e sua relação com a produtividade de frutos. **Agropecuária Catarinense**, v. 23, n. 1, p. 49-52, 2010.

ZEIST, A. R. et al. Produtividade de tomateiro pulverizado com cálcio e boro e em função do número de hastes. **Scientific Electronic Archives**, v. 9, n. 3, p. 27-31, 2016.

ZHANG, T.Q. et al. Yield and economic assessments of fertilizer nitrogen and phosphorus for processing tomato with drip fertigation. **Agronomy Journal**, v.102, p.774-780, 2010. DOI: 10.2134/agronj2009.0346.