

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA

HWAN CARLOS BORGES ALIMANDRO

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE TOMATE A CÉU ABERTO E EM ESTUFA SOB DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO

Brasília, DF.
2024

CIP - Catalogação na Publicação

A398p

Alimandro, Hwan Carlos Borges.
PRODUÇÃO ORGÂNICA DE TOMATE A CÉU ABERTO E EM ESTUFA SOB DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO / Hwan Carlos Borges Alimandro; orientador Ana Maria Resende Junqueira. -- Brasília, 2024.
64 p.

Monografia (Graduação - Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2024.

1. Solanum lycopersicum L.. 2. Cultivo protegido. 3. Cobertura do solo. 4. Plantas espontâneas. 5. Produção. I. Junqueira, Ana Maria Resende , orient. II. Título.

HWAN CARLOS BORGES ALIMANDRO

PRODUÇÃO ORGÂNICA DE TOMATE A CÉU ABERTO E EM ESTUFA COM DIFERENTES COBERTURAS DE SOLO

Projeto de pesquisa apresentado à disciplina Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial para conclusão do Curso de Agronomia, da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, da Universidade de Brasília.

Orientadora: Profa. Ana Maria Resende Junqueira

APROVADA POR:

_____

ANA MARIA RESENDE JUNQUEIRA, PhD, FAV-UnB

(ORIENTADORA)

_____

CAMILA CEMBROLLA TELLES, Dra, PROPAGA-UnB

EXAMINADORA INTERNA

_____

JULIANA MARTINS DE MESQUITA MATOS, Dra, FACULDADE CNA, DF

EXAMINADORA EXTERNA

BRASÍLIA/DF

2024

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço à minha família, em especial aos meus pais e à minha irmã, pelo amor, apoio e incentivo incondicionais ao longo dessa jornada. Vocês sempre acreditaram em mim e estiveram presentes em todos os momentos, tornando essa conquista possível.

À minha orientadora, que, com sua paciência, sabedoria e orientação, foi fundamental para o desenvolvimento deste trabalho. Sua dedicação e confiança em mim foram essenciais para o meu crescimento acadêmico.

Aos meus amigos do curso de Agronomia, pelos momentos juntos, apoio e pela troca de conhecimento ao longo desses anos. A convivência com vocês foi inspiradora e tornou essa caminhada muito mais leve e enriquecedora.

À Fazenda Água Limpa e aos funcionários da horta, pelo auxílio prestado ao trabalho de campo. Ao Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia e Agricultura Orgânica da Universidade de Brasília (CVTUnB), pelo apoio financeiro e logístico às atividades.

Por fim, agradeço à Universidade de Brasília por proporcionar o ambiente acadêmico e as ferramentas necessárias para o meu desenvolvimento profissional e pessoal.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar características agronômicas de tomateiros e a incidência de plantas espontâneas no sistema de plantio orgânico em diferentes ambientes e com variadas coberturas de solo. O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa da Universidade de Brasília, localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, de setembro a dezembro de 2023. O delineamento experimental adotado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, com quatro repetições por tratamento. Os fatores avaliados foram o ambiente e a cobertura de solo. Os ambientes de plantio foram em estufa e em campo aberto, e as coberturas de solo foram a palhada, o filme plástico e a testemunha com solo exposto. Para avaliar o desenvolvimento dos tomateiros, foram utilizadas como variáveis: a quantidade final de folhas, a altura final da planta e o número total de frutos. A massa final de frutos e os diâmetros transversal e longitudinal dos tomates foram variáveis utilizadas para avaliar a produtividade. Após o experimento, foi possível constatar que houve maior número de tomates, massa acumulada de frutos e folhas dentro da estufa, assim como maior altura da planta de tomate. O diâmetro longitudinal não foi influenciado pelo ambiente, ou cobertura de solo, mas o diâmetro transversal foi maior em campo aberto. Tanto a palhada quanto o filme plástico reduziram o crescimento de plantas espontâneas.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum* L.; Cultivo protegido; Cobertura do solo; Plantas espontâneas; Produção

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Lagarta-falsa-medideira. FAL, UnB, 2023..... 16
Figura 2 - Mina da larva de mosca-minadora. FAL, UnB, 2023.....17
Figura 3 - Ninfa de Percevejo-da-perna-folhada em um tomate. FAL, UnB, 2023..... 18
Figura 4 - Mandarová do fumo em um tomateiro. FAL, UnB, 2023..... 19
Figura 5 - Sinais de oídio em folhas de tomateiro. FAL, UnB, 2023.....20
Figura 6 - Podridão-mole em tomate. FAL, UnB, 2023.....21
Figura 7 - Manchas causadas por septoriose. FAL, UnB, 2023..... 22
Figura 8 - Tomate deformado com sintomas de pinta-bacteriana. FAL, UnB, 2023..... 23
Figura 9 - Tomateiro com início de formação de raízes adventícias. FAL, UnB, 2023..... 24
Figura 10 - Tomateiro sintomas de falta de boro (Lóculo-aberto). FAL, UnB, 2023.....25
Figura 11 - Vista panorâmica da estufa e experimento. FAL, UnB, 2023..... 30
Figura 12 - Canteiros com filme plástico preto, com solo totalmente exposto e com palhada após o plantio de mudas. FAL, UnB, 2023..... 31
Figura 13 - Imagem de satélite do experimento. Em azul a estufa e, em marrom, campo ao ar livre..... 33
Figura 14 - Vista panorâmica do experimento dentro da casa de vegetação. FAL, UnB, 2023.....34
Figura 15 - Croqui do experimento. FAL, UnB, 2023.....35
Figura 16 - Estaqueamento de tomateiros em forma de “V” invertido. FAL, UnB, 2023.....36
Figura 17 - Aplicação de leite cru com pulverizador costal. FAL, UnB, 2023..... 37
Figura 18 - Medição da massa de um tomate em balança digital. FAL, UnB, 2023..... 38
Figuras 19a e 19b - Medição do diâmetro longitudinal e transversal de tomates. FAL, UnB, 2023..... 39
Figuras 20a e 20b - Coleta de massa fresca de plantas espontâneas e solo exposto após a coleta. FAL, UnB, 2023..... 41
Figuras 21a e 21b - Pesagem da massa fresca das espontâneas e do saco plástico. FAL, UnB, 2023..... 41

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Relação de plantas espontâneas encontradas durante o experimento. FAL-UnB. 2023..... 42
Tabela 2. Número total de tomates acumulados de cinco tomateiros até a terceira colheita. UnB, FAL, 2024..... 43
Tabela 3. Número total de tomates acumulados, dentro da estufa, de cinco tomateiros, até a quinta colheita. FAL, UnB, 2024..... 43
Tabela 4. Massa total, em gramas, de tomates acumulados de cinco tomateiros até a terceira colheita. FAL, UnB, 2024..... 44
Tabela 5. Massa total, em gramas, de tomates acumulados de cinco tomateiros até a quinta colheita. FAL, UnB, 2024..... 45
Tabela 6. Diâmetro Longitudinal, em milímetros, de tomates ao longo de cinco colheitas. FAL, UnB, 2024..... 46
Tabela 7. Diâmetro Transversal, em milímetros de tomates ao longo de cinco colheitas..... 47
Tabela 8. Massa fresca, em gramas, de plantas espontâneas em 625 cm2. FAL, UnB, 2024..... 48
Tabela 9. Altura final, em centímetros, dos tomateiros em diferentes coberturas e ambientes. FAL, UnB, 2024..... 49
Tabela 10. Número de folhas por planta de tomate. FAL, UnB, 2024..... 50

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO..... 7
2. OBJETIVOS..... 9
2.1. Objetivo Geral..... 9
2.2. Objetivo Específico..... 9
3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA..... 10
3.1. Tomate..... 10
3.1.1 Origem e história..... 10
3.1.2 Importância econômica e social..... 13
3.1.3 Artrópodes-praga do tomateiro..... 15
3.1.3.1 Lagarta-falsa-medideira..... 15
3.1.3.2 Mosca-minadora..... 16
3.1.3.3. Percevejo-da-perna-folhada..... 17
3.1.3.4. Mandarová do fumo..... 18
3.1.4 Patógenos e doenças do tomateiro..... 19
3.1.4.1 Oídio..... 19
3.1.4.2 Podridão-mole..... 21
3.1.4.3 Septoriose..... 22
3.1.4.4 Pinta-bacteriana..... 23
3.1.5 Distúrbios fisiológicas..... 23
3.1.5.1 Raízes adventícias..... 23
3.1.5.2 Lóculo-aberto..... 24
3.2 Plantas espontâneas..... 25
3.3 Agricultura convencional..... 26
3.4 Agricultura orgânica..... 27
3.5 Cultivo protegido..... 29
3.6 Cobertura de solo..... 30
4. MATERIAL E MÉTODOS..... 32
4.1 Número de tomates..... 37
4.2 Massa de tomates..... 38
4.3 Medida dos diâmetros longitudinais e transversais..... 39
4.4 Medida da altura da planta de tomate..... 39
4.5 Contagem de folhas..... 40
4.6 Medida da massa de plantas espontâneas..... 40
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 42
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS..... 52
7. REFERÊNCIAS..... 53

1. INTRODUÇÃO

Em 2015, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu uma lista de 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, também conhecidos como ODS, que visam enfrentar os atuais desafios globais. Entre esses ODS, é possível destacar o objetivo “Fome zero e agricultura sustentável” como uma motivação para a realização desse experimento, pois este trabalho buscou gerar dados relevantes para o sistema de plantio orgânico em ambiente protegido, uma prática agrícola que já é adotada em propriedades e possui o potencial para promover agricultura sustentável ao mesmo tempo que combate a fome e fomenta a geração de renda.

Da mesma forma que a agricultura é um agente transformador do ambiente, principalmente quando fala-se de emissão de gases do efeito estufa decorrente da expansão agrícola sobre novas terras, ela também é um dos principais alvos das mudanças climáticas (Alves *et al*., 2021). Isso se deve à dependência dessa atividade em relação a fatores climáticos, como precipitação, umidade do solo e radiação solar. Assim, as mudanças climáticas atuais têm afetado a produção, a produtividade e o manejo das culturas cultivadas (Félix *et al.*, 2020), o que demonstra a demanda por estratégias de produção sustentável antes que a deterioração do ambiente comprometa mais a segurança alimentar e nutricional humana (Alpino *et al*., 2020).

Para o desenvolvimento de uma agricultura sustentável, primeiro é necessário definir o que é sustentabilidade. Embora já houvesse preocupação com o manejo de recursos naturais, a elaboração desse conceito se iniciou entre as décadas de 1960 e 1970 e sofreu um processo de evolução ao longo dos anos (Dalmago, 2021). Atualmente, um sistema sustentável pode ser definido como aquele capaz de se manter ao longo do tempo, ou indefinidamente, mediando o desenvolvimento econômico com a qualidade ambiental e a equidade social (Pereira *et al.*, 2011).

Para a *Food and Agriculture Organization* (FAO), uma agricultura sustentável é aquela que produz alimentos nutritivos e acessíveis a todos enquanto administra os recursos naturais de maneira que se preserve as funções ecossistêmicas, atendendo tanto às necessidades humanas tanto presentes quanto futuras. Por esse parâmetro, a agricultura orgânica pode ser vista como uma forma sustentável de

produção, pois, além de gerir adequadamente recursos como solo, plantas e animais (Mattei; Michellon, 2021), também “promove melhorias nos agroecossistemas, na qualidade de vida dos produtores e na segurança alimentar dos consumidores” (Moura *et al.*, 2022. p.: 215).

Apesar de enfrentar desafios como a falta de tecnologia para grandes áreas, escassez de pesquisa, baixa divulgação educacional, ideologias extremistas que afastam produtores e compradores, e a carência de insumos e equipamentos, a agricultura orgânica tem adotado práticas importantes para o desenvolvimento da atividade de maneira sustentável. Exemplos dessas práticas incluem o manejo integrado de pragas, o cultivo protegido e o plantio direto, incorporadas com sucesso à agricultura orgânica (Soares et al., 2020).

O Sistema de Plantio Direto (SPD), que pode ser definido como o sistema que só revolve o solo na linha de semeadura, também chamado de sistema de semeadura direta, é um método que demonstra a importância da cobertura do solo para a diminuição de erosões, diminuição de infestação de plantas daninhas, redução do uso de herbicidas, conservação do solo e da água, aumento da eficiência da adubação, incremento de matéria orgânica do solo e o aumento da produtividade (Passos; Alvarenga; Santos, 2018). A cobertura do solo com restos vegetais é um fator extremamente relevante tanto para as grandes culturas quanto para as culturas olerícolas, porém também é possível ser feita de filmes plásticos, como é nas propriedades que optam pela plasticultura.

Outras tecnologias que auxiliam na elevação da produção na agricultura orgânica, foram as oriundas do cultivo protegido. Também chamado de cultivo sob proteção, esse método de produção permitiu a redução da influência das intempéries e agentes biológicos sobre as culturas de valor comercial. No caso do cultivo de tomate que, segundo Nascimento et al. (2021), devido ao elevado risco econômico e ao alto custo de implantação, a produção se torna agronomicamente viável apenas durante invernos secos ou em casas de vegetação em locais que apresentem alto índice de pluviosidade.

Em suma, a agricultura orgânica, especialmente com o uso de cultivo protegido, representa um caminho viável para tornar a produção agrícola mais sustentável. Este estudo busca explorar esses aspectos e investigar como essas

práticas podem ser implementadas de forma eficaz para superar os desafios enfrentados pelos agricultores.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

O objetivo deste trabalho foi avaliar as características agronômicas do tomateiro a céu aberto e em estufa, utilizando duas diferentes coberturas de solo. Buscou-se, portanto, identificar o quanto esses fatores influenciam no desenvolvimento da planta e produção de frutos, destacar quais ambientes e tipos de cobertura de solo favorecem o melhor desempenho agronômico e como esses tratamentos interferem no desenvolvimento de plantas espontâneas no período avaliado.

2.2. Objetivo Específico

- Avaliar a altura e o número de folhas da planta do tomateiro para identificar as condições que promovem o melhor desenvolvimento da planta sobre palhada, filme plástico e solo exposto.
- Avaliar o número, a massa, o diâmetro longitudinal e o diâmetro transversal de frutos comercializáveis, para avaliar quais condições favorecem o aumento da produtividade dos frutos.
- Avaliar a massa fresca das plantas espontâneas, visando identificar quais condições inibem de forma mais eficaz o crescimento delas.

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1. Tomate

3.1.1 Origem e história

O tomate (*Solanum lycopersicum L.*) é uma hortaliça originária da Cordilheira dos Andes, um ambiente caracterizado por ser localizado em elevada altitude, de 800 a 1.000 metros acima do nível do mar, que se estende do norte do Chile até o Equador (Camargo, 2006). Os primeiros a domesticar o tomate foram os Incas a partir de outra espécie primitiva nativa que existia no local, a espécie *L. esculentum var. cerasiforme* (Filgueira, 2007). Posteriormente o tomate foi cedido aos Maias, que possivelmente o disseminaram pela América Central, isso acabou ocasionando na introdução da hortaliça no hábito alimentar de diversas etnias que viviam na região que atualmente é considerada como o México (Camargo, 2006), o que torna tal país como o centro secundário de origem.

Após a conquista dos espanhóis, as colônias foram responsáveis por difundir o tomate pela América do Sul em ilhas caribenhas e em territórios mais ao sul do continente. Os espanhóis também foram responsáveis pela introdução do tomate na Europa, porém, por ser erroneamente atribuído ao fruto características alucinógenas e venenosas, o tomate só foi incluído na culinária por volta do século XVII, até então, seu uso se restringiu à ornamentação (Filho *et al*., 2018).

Da Espanha e Itália, os países que mais utilizavam o tomate na alimentação na época, houve a exportação para países do mediterrâneo e do norte da Europa. Somente no século XIX, o tomate voltou ao continente Americano como produto comercial, porém ganhou tanta popularidade nesse período que contribuiu para que os Estados Unidos se tornassem o segundo maior produtor mundial durante o século XX. No Brasil, o tomate foi introduzido pelos portugueses, mas só ganhou destaque comercial com a chegada de imigrantes italianos e alemães (Filho *et al*. 2018).

Historicamente, desde 1990 até o ano de 2016, o Brasil apresentou valores relativamente constantes de áreas cultivadas com tomate. Porém, com o passar do tempo, tanto a produção, quanto o rendimento médio, apresentaram tendências de crescimento no decorrer desses anos. As regiões que apresentaram maior destaque

foram Sudeste, Centro-Oeste e Sul por apresentarem as maiores produções, áreas plantadas e rendimento (Landau; Silva, 2020).

3.1.2 Características botânicas e agronômicas

O Tomateiro (*Solanum lycopersicum L.*) é uma planta pertencente à ordem Tubiflorae, da família Solanaceae, e ao gênero Solanum (Peixoto *et al.*, 2009). Essa hortaliça é uma planta herbácea que possui caule flexível incapaz de suportar o próprio peso em posição vertical sem tutoramento e, mesmo sendo uma planta perene, comporta-se como uma planta anual com ciclo biológico variando de 4 a 7 meses (Filgueira, 2007).

O tomateiro possui três hábitos de crescimento: determinado, indeterminado e semi-determinado. O crescimento indeterminado não apresenta redução do padrão de crescimento após a emissão da primeira inflorescência (Piotto; Peres, 2012). Por produzirem folhas e inflorescências de forma contínua ao longo de toda a a vida, essas plantas de hábito determinado são mais utilizadas para a produção de tomate de “mesa” e necessitam de poda apical e tutoramento verticalmente na condução da cultura (Filho *et al.*, 2018). Já os tomateiros com hábito de crescimento determinado, possuem porte reduzido, maior uniformidade de maturação e hastes com desenvolvimento vegetativo limitado e uniforme (Nascimento *et al.*, 2022). Tomateiros com hábito de crescimento determinado são normalmente utilizados para fins industriais pois demandam menos mão de obra e são cultivados de maneira rasteira, ou seja, sem tutoramento. O crescimento semi-determinado pode ser adotado tanto no cultivo de tomates para o consumo *in natura*, quanto para produtos industrializados por apresentar características favoráveis para ambos os mercados (Piotto e Peres, 2012).

Originalmente, todas as cultivares possuíam hábito indeterminado, porém isso mudou com o aparecimento de uma mutação espontânea. Inicialmente o hábito de crescimento foi atribuído somente a um alelo no cromossomo 6 chamado de *Self-Pruning*, ou gene da auto-poda. Até então, quando o indivíduo era homozigoto recessivo para o gene *Self-Pruning* (sp), seu hábito de crescimento seria considerado como determinado. Atualmente, sabe-se que há um conjunto de seis genes responsáveis por esse fenótipo de hábito de crescimento. Portanto, pode-se

dizer que é uma herança poligênica, isso torna viável o aparecimento de plantas com crescimento semideterminado (Piotto; Peres, 2012).

A inflorescência do tomateiro é do tipo racemos ou cachos. Normalmente, as flores possuem diâmetro entre 1,5 e 2 cm, se desenvolvem opostas ou entre as folhas, e apresentam coloração amarela (Naika *et al*., 2006). O tomateiro é considerado uma planta autógama, pois possui taxa de autofecundação superior a 95%, é uma planta monóica e suas flores são hermafroditas. A autogamia do tomateiro é explicada por dois fatores: o primeiro é a ausência de incompatibilidade na autofecundação e o segundo é que tanto o estigma quanto os estames estão protegidos por estruturas florais durante a fecundação (Borém; Miranda; Fritsche-Neto, 2021).

Segundo Silva *et al.* (2010), as flores do tomateiro são consideradas poricidas, algo comum em espécies da família Solanaceae, o que significa que há a necessidade de vibração para que as anteras liberem o pólen. Em ambientes de campo aberto, o vento é capaz de promover a deposição de pólen no estigma da própria flor (Silva *et al.,* 2010). Em cultivos protegidos, ainda mais os que utilizam telas laterais, a influência do vento sobre as folhas é reduzida, por esse motivo, é comum a utilização de técnicas de polinização, elas podem ser manuais, mecânicas, com sopradores de corrente de ar ou com o uso de abelhas para aumentar o pegamento de frutos (Campagnol *et al*., 2017).

Os frutos são carnosos, de formato globular a achatados, com diâmetro de 2 a 15 cm. Quando não está maduro, são verdes. Ao amadurecer, a cor do fruto varia entre amarelo, laranja e vermelho com uma superfície que pode ser lisa ou canelada (Naika *et al*. 2006). A colheita dos frutos se inicia 45 dias após o florescimento, e pode se estender de 1 a 3 meses (Filho *et al.*, 2018). Comercialmente, os tomates podem ser classificados em seis grupos varietais consolidados na literatura: Santa Cruz, Salada, Caqui, Saladete ou Italiano, Minitomate e Rasteiro ou Indústria (Nascimento *et al.*, 2022).

- Santa Cruz: Frutos oblongos, pesando entre 80 e 220g, com dois ou três lóculos, resistentes ao manuseio e alta produtividade.
- Salada: Frutos grandes, globulares ou achatados, pesando entre 200 e 400g, triloculares ou pluriloculares, com coloração vermelha ou rosada.

- Caqui: Frutos pluriloculares, pesando até 700g, globulares achatados, de consistência mole e coloração vermelha.
- Saladete ou Italiano: Frutos biloculares ou triloculares, alongados, com polpa espessa e cor vermelha, semelhantes ao tomate para indústria, algumas cultivares são pontiagudas.
- Mini Tomate: Frutos pequenos, pesando entre 10 e 50g, biloculares ou triloculares, com grande diversidade de formatos e cores.
- Rasteiro ou Indústria: Frutos pesando entre 70 e 80 g, com alto teor de ácido cítrico, cor vermelha intensa, formatos piriforme e oblongo, com destaque para híbridos biloculares e forma oblongo-alongada.

Embora o tomateiro tolere variações térmicas de 10°C a 34°C, a temperatura média ideal é de 21°C durante o desenvolvimento vegetativo. Temperaturas baixas diminuem o crescimento, engrossam e enfraquecem as hastes, e reduzem a emissão de folhas, porém essas folhas são maiores (Filho et al., 2018). Altas temperaturas causam estiolamento, com hastes mais finas e longas, e as folhas apresentam tamanhos menores, apesar de mais numerosas. Tanto temperaturas altas, quanto baixas, levam ao abortamento de flores e frutos (Filho et al., 2018). Além da faixa de temperatura ideal, a baixa umidade relativa do ar e a baixa frequência de chuvas durante todo o período de produção são benéficas, pois esses fatores diminuem a incidência de pragas e doenças (Landau; Silva, 2020).

3.1.2 Importância econômica e social

Do ponto de vista econômico, o tomate é considerado uma *commodity* de alta relevância mundial. O maior produtor de tomate no ano de 2022, segundo a FAO, foi a China com 68.241.811 toneladas, seguido pela Índia, Turquia e Estados Unidos. O Brasil foi o sétimo maior produtor de tomates com uma produção de 3.809.986 de toneladas. Durante esse mesmo período, de acordo com o IBGE (2022), a área plantada foi de 54.294 hectares, o que gerou um rendimento médio de 71.254 quilogramas por hectare.

Em 2023, segundo o IBGE, a produção brasileira de tomate atingiu 3.915.209 toneladas. A região Sudeste se destacou, liderando a safra com 47,92% da

produção total, seguida pelas regiões Centro-Oeste (27,11%), Nordeste (12,59%), Sul (12,05%) e Norte (0,33%). A expressiva produção no Sudeste pode ser atribuída a dois fatores principais. Em primeiro lugar, essa foi a região que destinou a maior área para o cultivo de tomate, com 42,34% da área total plantada no país, seguida pelas regiões Centro-Oeste (24,65%), Nordeste (17,83%), Sul (14,29%) e Norte (0,81%). O segundo fator é a produtividade. Em 2023, o rendimento médio nacional foi de 70.207 quilogramas por hectare, com as regiões Sudeste e Centro-Oeste superando essa média, alcançando 79.138 e 76.888 kg/ha, respectivamente, depois vieram as regiões Sul (59.581 kg/ha), Nordeste (50.039 kg/ha) e Norte (26.458 kg/ha) com valores inferiores à média.

O tomate também é uma importante fonte de renda e gerador de emprego dentro da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil, cadeia essa que envolve distribuidores, produtores fornecedores de insumos, indústria de alimentos e agentes facilitadores. Segundo o censo agropecuário de 2017, o Brasil produziu 1.091.579 toneladas de tomate estaqueado, sendo que cerca de 45,35% da produção foi produzido por 36.389 propriedades da agricultura familiar, o que gerou uma produção com valor de venda de 557.399 mil reais naquele ano (Furquim; Nascimento, 2021).

O tomate é de grande importância para a segurança alimentar no Brasil por ser um alimento saudável e amplamente consumido. Segundo o IBGE (2011), os brasileiros consomem em média 6,5g de tomate diariamente. Isso é ressaltado quando observa-se a produção de tomate estaqueado brasileiro, produto esse que geralmente é consumida *in natura*, possui apenas 0,1% da sua produção exportada em estado fresco ou refrigerado, tal dado mostra a forte demanda do mercado interno (Furquim; Nascimento, 2021).

Tendo como principal constituinte a água, de 92% a 96%, o tomate é uma hortaliça-fruto de baixo valor calórico, fonte de vitaminas, aminoácidos, fibras e sais minerais (Bissacotti; Londero; Costabeber, 2021). Entre os nutrientes presentes no tomate, destacam-se diversos antioxidantes, substâncias capazes de combater radicais livres prejudiciais às células. Entre esses antioxidantes estão o licopeno, β-caroteno, vitamina C, provitamina A e compostos fenólicos (Amr; Raie, 2022).

Além do seu valor nutricional e antioxidante, o consumo regular de tomate propicia melhorias na saúde por possuir propriedades funcionais, tais como a

redução de aparecimento de doenças dos sistemas cardiovascular e respiratório, e por prevenir o aparecimento de diversos cânceres (Bissacotti; Londero; Costabeber, 2021).

3.1.3 Artrópodes-praga do tomateiro

Artrópodes-praga são agentes pertencentes ao filo arthropoda que causam danos, sejam eles diretos ou indiretos, às culturas agrícolas resultando em perda de qualidade dos produtos e, em casos mais graves, até mesmo inviabilizando a comercialização. A horticultura, por apresentar ciclos sucessivos de hospedeiros de mesma família botânica, ou até da mesma espécie, durante o ano todo, favorece a sobrevivência de artrópodes-praga e, por isso, demanda controle contínuo e altos investimentos (Catapan *et al*., 2018).

O tomateiro, independente do sistema de produção, é uma espécie bastante suscetível ao ataque de artrópodes-praga. Desde a produção de mudas em viveiro até a colheita dos frutos na lavoura, o tomateiro pode ser alvo do atacado de insetos e ácaros. Esses artrópodes-praga podem ser divididos em pragas chaves, que frequentemente provocam danos econômicos, e pragas secundárias que causam prejuízos esporádicos (Filho *et al*., 2022).

3.1.3.1 Lagarta-falsa-medideira

A Lagarta-falsa-medideira (*Chrysodeixis includens*), uma praga secundária do tomate, é a larva de mariposa da ordem Lepidoptera, da família Noctuidae e pertencente à subfamília Plusiinae. O ciclo biológico desta espécie dura de 21 a 34 dias e tem início com a fêmea adulta ovipositando na face abaxial de folíolos de folhas novas, brotações e flores. Os danos se iniciam com a desfolha do terço superior da planta e, quando desenvolvida, a larva se alimenta da polpa de frutos ainda verdes, causando vários orifícios (Figura 1). Essa espécie é mais comum em cultivos de tomateiro nas regiões Centro-oeste e Nordeste brasileiras (Filho et al., 2019).



Figura 1 - Lagarta-falsa-medideira. FAL, UnB, 2023.

3.1.3.2 Mosca-minadora

A Mosca-minadora (*Liriomyza spp.*) é considerada como um inseto praga secundário na cultura do tomate. Pertencente à ordem Diptera, à família Agromyzidae e ao gênero Liriomyza, as espécies que apresentam maior relevância agronômica são *Liriomyza huidobrensis*, *L. sativa* e *L. trifoli*. Os danos causados são em decorrência da larva da mosca-minadora que cria galerias (Figura 2), também chamadas de minas, translúcidas, estreitas e irregulares nas folhas. Em grande quantidade de infestação, há necrose e secamento dos folíolos e desfolha precoce (Filho *et al*., 2022).

O ciclo biológico da mosca-minadora começa com a deposição dos ovos nas folhas das plantas hospedeiras dentro do tecido do folíolo, algo que pode ocorrer tanto na face adaxial quanto na abaxial das folhas, em pontos isolados. Após a eclosão, as larvas alimentam-se do mesófilo paliçádico, do mesófilo esponjoso, ou de ambos, isso dependerá da espécie, até atingirem a fase de pupa. Quando há baixa disponibilidade de alimento, as larvas podem migrar para a haste ou outras partes da planta (Costa-Lima; Silva; Parra, 2015).

A amostragem para se avaliar o nível de dano econômico em cultivo de tomate é feita observando o terço médio de plantas com minas. Em um talhão, deve-se observar um total de 20 plantas. Caso haja 25% das folhas minadas com

presença de larvas vivas, ou 10% das plantas amostradas tenha o inseto, recomenda-se uma tomada de decisão para o controle da praga (Filho et al., 2022).



Figura 2 - Mina da larva de mosca-minadora. FAL, UnB, 2023.

3.1.3.3. Percevejo-da-perna-folhada

O Percevejo-da-perna-folhada (*Leptoglossus zonatus*) pertence à ordem Hemiptera e à família Coreidae. O seu ciclo biológico, que é dividido em ovo, ninfa e adultos, varia de 30 a 60 dias. Os ovos que são arredondados e achatados nas extremidades, apresentam coloração verde, ou marrom-esverdeada, e são depositados em grupo, na forma de fileiras simples, nas folhas e nos ramos (Filho et al., 2019).

Os danos às plantas é causado por ninfas (Figura 3) e adultos dessa espécie. Os Percevejos-da-perna-folhada sugam a seiva de tomateiros por folhas, caules e flores. Quando atacam os frutos, suas picadas costumam deixá-los com pequenas pontuações esbranquiçadas com aspecto de mosaico na superfície e áreas

endurecidas na parte interna, mas também podem ocasionar desde maturação desigual até abortamento e apodrecimento de frutos (Filho *et al.*, 2019).



Figura 3 - Ninfa de Percevejo-da-perna-folhada em um tomate. FAL, UnB, 2023.

3.1.3.4. Mandarová do fumo

Conhecida popularmente como mandarová do fumo, ou lagarta-verde, a *Manduca sexta* (Figura 4) é pertencente à subfamília Sphinginae, da ordem Lepidópteros. A fase larval desse inseto é responsável pela desfolha de plantas e, apesar de ser uma praga de chave do fumo, é considerada uma praga secundária em cultivos de tomate e pimentão (Camargo, 2018).



Figura 4 - Mandarová do fumo em um tomateiro. FAL, UnB, 2023.

3.1.4 Patógenos e doenças do tomateiro

Doenças fitopatológicas são fenômenos biológicos que interferem negativamente e de forma contínua em processos fisiológicos de plantas. As doenças podem ser classificadas como infecciosas, quando causadas por agentes biológicos, ou não infecciosas se os agentes causais forem inanimados (Krugner, 1995). Agentes biológicos patogênicos capazes de causar doenças em plantas incluem fungos, fitoplasmas, oomicetos, bactérias, nematoides, viroides e vírus. Para que uma doença infecciosa se desenvolva, é necessário que esses patógenos possuam um certo grau de virulência, que existam cultivares suscetíveis e que as condições ambientais sejam favoráveis (Quezado-Duval *et al*., 2022).

3.1.4.1 Oídio

Oídios são um grupo de doenças fúngicas que apresentam um quadro sintomático marcado pela presença de uma inflorescência branca e pulverulenta que recobre folhas (Figura 5), ramos novos, gemas, flores e frutos na forma de manchas isoladas, ou em tecidos inteiros, que podem evoluir para retorcimento de folhas,

amarelecimento, necroses, desfolha, e abortamento de flores e frutos. Esses fungos são parasitas obrigatórios que apresentam uma forma bastante evoluída de parasitismos, pois são capazes de conviver com a hospedeira durante todo o ciclo da planta sem ocasionar a morte de ambos (Bedendo, 1995).

Os fungos causadores de ódio são da classe dos Ascomicetos, da família Erysiphaceae e, no Brasil, normalmente pertencem aos gêneros *Erysiphe*, *Podosphaera*, *Sphaerotheca*, *Uncinula, Oidiopsis* ou *Oidium* (Bedendo, 1995). Os oídios são fungos que se desenvolvem melhor em ambientes quentes e secos, algo comum em ambientes protegidos, pois as chuvas desfavorecem o desenvolvimento do patógeno por danificarem micélios e os conidióforos (Kurozawa; Pavan, 1997).

Para o controle desses patógenos, além do cultivo de variedades resistentes obtidas através do melhoramento genético, utilizam-se fungicidas à base de enxofre que podem provocar fitotoxicidade (Bedendo, 1995). Porém, outro método que pode ser utilizado para o controle do Oídio é a aplicação de leite cru de vaca. O leite cru, além de ser germicida e conter sais e aminoácidos, que podem induzir a resistência das plantas, ele também é capaz de "estimular o controle biológico natural, formando um filme microbiano na superfície da folha ou alterar as características físicas, químicas e biológicas da superfície foliar" (Bettiol, 2004. p.: 2).



Figura 5 - Sinais de oídio em folhas de tomateiro. FAL, UnB, 2023.

3.1.4.2 Podridão-mole

A podridão-mole é uma doença bacteriana causada por várias espécies dos gêneros *Phytophthora* e *Dickeya* que anteriormente eram classificadas como parte do complexo de bactérias pectolíticas (apodrecedoras) do gênero *Erwinia*. A infecção ocorre quando há lesões pré-existentes nas plantas, frequentemente associadas a práticas culturais inadequadas, irrigação ou chuvas excessivas, bem como ao ataque de insetos. Os mesmos gêneros responsáveis pela podridão-mole, quando entram em contato com lesões no caule, também podem causar a doença do talo-oco (Lopes, 2021).

Os sintomas da podridão-mole são desintegração aquosa dos frutos (Figura 6) devido à produção de enzimas pectolíticas responsáveis pela deterioração de órgãos carnosos. A podridão-mole ocorre principalmente no período do verão, pois alta umidade e elevada temperatura favorecem a multiplicação bacteriana e o aumento do número de insetos-praga. Entre as práticas que podem ser adotadas para o controle desses patógenos, é recomendado evitar plantios em épocas muito úmidas e quentes, priorizar solos bem drenados, adotar o espaçamento adequado entre plantas, manejo de plantas daninhas e manejo integrado de pragas (Lopes, 2021).



Figura 6 - Podridão-mole em tomate. FAL, UnB, 2023.

3.1.4.3 Septoriose

A septoriose é uma doença fúngica causada pela espécie *Septoria lycopersici*. Seus principais sintomas são manchas circulares, ou elípticas, que levam à queima e à desfolha da planta (Figura 7). As manchas geralmente surgem nas folhas mais velhas, medindo entre 2 a 5 mm, com bordas marrom-escuras e centros cinza que podem exibir um halo clorótico. Dependendo das condições de umidade, é possível observar sinais de picnídios, corpos de frutificação do fungo, no centro das manchas. No caule, pecíolo e sépalas, a septoriose apresenta lesões menores e mais escuras (Kurozawa; Pavan, 1997).

A septoriose é atualmente a doença mais presente em tomateiros no Brasil. Essa doença é transmitida por restos vegetais ou entre espécies de solanáceas. A manifestação de sintomas e sinais pode ocorrer em todas as fases de crescimento, mas o período mais suscetível da planta é durante a formação dos cachos de frutos. Épocas quentes e chuvosos favorecem o desenvolvimento desses patógenos .



Figura 7 - Manchas causadas por septoriose. FAL, UnB, 2023.

3.1.4.4 Pinta-bacteriana

A pinta-bacteriana, também chamada de mancha-bacteriana pequena ou pústula-bacteriana, é uma doença causada por *Pseudomonas syringae pv. tomato*. Este patógeno ataca todos os órgãos da parte aérea da planta. A manifestação dos sintomas se inicia em folhas como manchas arredondadas de coloração marrom-escura que, mais tarde, apresentam halo amarelado. No pedúnculo floral, a pinta-bacteriana acarreta queda de flores e, nos frutos, há deformações e aparecimento de manchas pretas brilhantes e pequenas (Figura 8) (Lopes, 2021).



Figura 8 - Tomate deformado com sintomas de pinta-bacteriana. FAL, UnB, 2023.

3.1.5 Distúrbios fisiológicas

3.1.5.1 Raízes adventícias

A formação de raízes adventícias (Figura 9) é causada pelo bloqueio do fluxo vascular, gerando acúmulo de auxina nas hastes. Isso pode ser causado por diversos fatores, entre eles balanço hormonal, luz, estado nutricional da planta, propensão genética de cultivares e lesões. As causas mais comuns são ferimentos e encharcamento do solo por causarem asfixia radicular (Lopes, 2021)



Figura 9 - Tomateiro com início de formação de raízes adventícias. FAL, UnB, 2023.

3.1.5.2 Lóculo-aberto

O lóbulo-aberto é o principal sintoma de deficiência de boro. Nesse distúrbio fisiológico, nos frutos (Figura 10), há o aparecimento de cavidades secas e cicatrizadas que expõem a placenta e sementes (Lopes, 2021). O boro é um elemento pouco móvel, por isso a deficiência desse elemento também pode ser observada no encarquilhamento de folhas novas, na morte de regiões meristemáticas e no abortamento de flores e frutos. No tomate, a deficiência de boro também promove a rachadura do caule (Filho, 2018).



Figura 10 - Tomateiro sintomas de falta de boro (Lóculo-aberto). FAL, UnB, 2023.

3.2 Plantas espontâneas

Plantas conhecidas como espontâneas, infestantes, invasoras, voluntárias ou daninhas, são aquelas que ocupam, de maneira indesejada, áreas de agricultura, pecuária ou de qualquer outro setor de interesse humano e que a sua presença acarreta prejuízos às atividades e a saúde humanas, assim como ao meio ambiente (Pitelli, 1987; Pitelli, 2015).

A principal característica das plantas espontâneas é seu caráter pioneiro, ou seja, elas colonizam áreas onde a cobertura natural foi removida, que apresentem solo total ou parcialmente exposto. Embora esse comportamento seja importante para a recuperação de áreas degradadas, por exemplo, também pode trazer prejuízos à produção agrícola, gerar aumento de custos à manutenção de rodovias, ferrovias e hidrovias, ameaçar reservas ambientais e ambientes aquáticos, além da possibilidade de impactar negativamente na geração de energia elétrica. Os impactos negativos surgem quando estas espécies ocorrem fora de sua área de distribuição natural ou em densidades populacionais que excedem a capacidade de suporte do ambiente (Pitelli, 1987; Pitelli, 2015).

No ambiente agrícola, quando plantas espontâneas são comparadas com as plantas cultivadas, é possível constatar que as plantas espontâneas são mais

adaptadas ao ambiente que estão presentes, isso se deve às técnicas de seleção e melhoramento que deram origem às plantas cultivadas que, por muito tempo, possuíam como foco a produção, mas não a adaptabilidade ao meio (Silva *et al.*, 2021). As plantas espontâneas, por sua vez, evoluíram junto com o início da agricultura para ocuparem agroecossistemas, novas espécies apareceram em decorrência do processo evolutivo e se tornaram cada vez mais densas, diversificadas e resistentes às práticas convencionais de manejo (Pitelli, 2015).

Embora as plantas espontâneas apresentem aspectos positivos, como proteção do solo contra erosão, fixação de nitrogênio, valor econômico, uso alimentar humano e animal, produção de fibras e em projetos de fitorremediação, os aspectos negativos associados a elas tornam necessário o manejo adequado dessas plantas (Silva et al., 2021). Os métodos de manejo dessas plantas podem ser divididos em manejo preventivo, controle cultural, mecânico, físico, biológico e químico (Silva *et al*., 2018).

3.3 Agricultura convencional

O sistema convencional é um dos principais métodos de produção agrícola no Brasil, este sistema é fundamentado no uso intensivo de fertilizantes sintéticos e defensivos químicos ao longo do processo produtivo (Mariani; Henkes, 2014). Esse sistema é muito associado à agricultura voltada para produção em larga escala, normalmente de *commodities*, com a utilização de máquinas agrícolas e plantas geneticamente modificadas.

Desde o final do século XIX, o consumo de pesticidas vem aumentando mundialmente e se acentuou após a Segunda Guerra Mundial. Atualmente, o Brasil é o maior consumidor e importador de agrotóxicos do mundo, isso se deve a diversos fatores, entre eles a demanda crescente por alimentos, o aumento de doenças e pragas, a pressão de grupos econômicos e a flexibilidade da legislação (Mattei; Michellon, 2021).

Historicamente, entre os anos de 2006 a 2017, houve um aumento no número de propriedades agropecuárias que utilizavam agrotóxicos, passou de 27% para 33% de todos os estabelecimentos agropecuários brasileiros (Mattei; Michellon, 2021). Nesse período, houve aumento na quantidade de agrotóxicos em lavouras de

todas áreas, das pequenas às grandes, porém as propriedades que apresentavam maior extensão territorial foram as que apresentaram incremento significativo na quantidade de agrotóxicos. Isso se deve principalmente às atividades agrícolas ligadas às *commodities*, Tal fato é corroborado pelo aumento do consumo de defensivos químicos nos municípios que, durante esse período, expandiram suas áreas agrícolas para o cultivo de monoculturas voltadas à exportação, sendo esses os locais que apresentaram o maior crescimento no uso desses insumos (Valadares; Alves; Galiza, 2020).

Outro aspecto que pode ser analisado durante esse período é o aumento no números de propriedades que utilizam agrotóxicos e que estão dentro da agricultura familiar. Houve maior aumento na quantidade de propriedades que utilizam defensivos químicos dentro da agricultura familiar que nas propriedades não familiares. Esse dado é preocupante e demanda reflexões, dado que os agricultores familiares são grupos mais vulneráveis por registrarem maior número de vítimas de acidentes relacionados ao contato direto com pesticidas (Valadares; Alves; Galiza, 2020).

3.4 Agricultura orgânica

O sistema agrícola orgânico é aquele que integra a produção animal e vegetal de maneira holística dentro de uma propriedade, considerando o ambiente como um todo e buscando equilibrar o uso de recursos naturais com a redução dos impactos ambientais e o desenvolvimento econômico. Consequentemente, esse sistema não utiliza defensivos ou medicamentos químicos, hormônios sintéticos, organismos geneticamente modificados (OGM), e limita o uso de fertilizantes permitidos, além de prezar pelo bem-estar animal e social (Soares *et al*., 2020).

A agricultura orgânica pode ser considerada como um método de agricultura alternativa por ter surgido como um contraponto à agricultura convencional (Soares *et al.*, 2020). Assim como outras formas de agricultura alternativa, como a agroecologia, a agricultura biodinâmica e a agricultura biológica, a agricultura orgânica surgiu em resposta à demanda de consumidores que priorizam a qualidade dos alimentos e buscam por opções mais saudáveis que promovam benefícios tanto

para a vida dos produtores e compradores, quanto para o meio ambiente (Moura et al., 2022).

Entre os anos 2000 e 2004, segundo Terrazzan *et al*. (2009), houve um crescimento expressivo da agricultura orgânica brasileira, as áreas de produção orgânica aumentaram de 100 para 803 mil ha. Porém, os dois anos seguintes analisados, de 2006 a 2008, foram marcados por estagnação e redução. Quando observa-se um período maior, que se aproxima mais dos dias mais recentes, de 2006 a 2017, segundo Mattei e Michellon (2021), os estabelecimentos que praticavam agricultura orgânica reduziram de 90.498, no ano de 2006, para 68.717 em 2017. Porém uma reflexão sobre esses números se faz necessária, o censo do IBGE de 2017 perguntou aos entrevistados sobre certificação, enquanto no censo anterior a resposta estava mais vinculada à uma agricultura mais natural, nem sempre orgânica. Em 2019, segundo o IBGE (2019), o Brasil alcançou 68.716 propriedades devidamente certificadas de acordo com a legislação.

A legislação que definiu o conceito de sistema orgânico no Brasil, além de estabelecer seus objetivos, a obrigatoriedade da certificação, as responsabilidades e a regulamentação, foi a Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. Posteriormente, o Decreto Nº 6.323/2007 detalhou aspectos importantes, como as relações de trabalho, os períodos de conversão para o sistema orgânico, os mecanismos de controle e certificação, as responsabilidades das partes envolvidas, o controle social na venda direta, além de definir parâmetros de fiscalização, multas e outras disposições. Após este decreto, a legislação brasileira sobre produção orgânica evoluiu pela publicação de decretos de instruções normativas. Essas instruções normativas desenvolveram leis sobre diversos parâmetros de produção orgânica como os sistemas extrativistas, produtos têxteis, produtos aquícolas e insumos permitidos (Soares et al., 2020).

3.5 Cultivo protegido

O cultivo protegido, mesmo não sendo um sistema recente, pois já era utilizado desde o governo de Tibério César (14-37 a.C.), somente ganhou força nos anos 60 e 70 após o início da utilização de materiais plásticos como material de cobertura e, no final dos anos 70, chegou ao Brasil com finalidade comercial (Junior; Hora, 2018). O principal objetivo da utilização desse sistema é a proteção das culturas contra as condições climáticas e possíveis artrópodes-praga, patógenos e plantas espontâneas, isso permite produtividade elevada de maneira constante e de alta qualidade.

Dado ao atual cenário de mudanças climáticas, o cultivo protegido se tornou cada vez mais relevante na produção agrícola, pois, segundo Félix *et al.* (2020), as mudanças climáticas trouxeram a necessidade de alterações no manejo das culturas. O cultivo protegido, mesmo sendo inicialmente pensado para o plantio em locais de baixas temperaturas devido a sua capacidade de conservar o calor, demonstrou-se útil em diversos outros ambientes, pois é capaz de oferecer proteção contra ventos, radiação excessiva, chuvas e baixa umidade relativa, tais características o tornam viável até mesmo em regiões áridas (Junior; Hora, 2018).

Para que um abrigo protegido cumpra sua função em impedir que pragas e condições atmosféricas, como temperaturas extremas, chuvas e ventos fortes, e radiação excessiva, atrapalhem o desenvolvimento de plantas cultivadas, é preciso que ele seja projetado adequadamente para cada ambiente. Atualmente há uma ampla gama de materiais e arquiteturas que podem ser utilizadas para a construção de casas de vegetação (Junior; Hora, 2018).

Para a realização desse experimento, foi utilizado uma estufa com arquitetura do modelo arco em pavilhão único e com altura de “pé-direito” maior que dois metros. A cobertura do abrigo é de filme plástico, com telas de clarite nas laterais e as estruturas de sustentação são metálicas (Figura 11).



Figura 11 - Vista panorâmica da estufa e experimento. FAL, UnB, 2023.

3.6 Cobertura de solo

Quando se fala de cobertura do solo, a primeira referência é a utilização de cobertura vegetal, isso ocorre porque essa é a principal matéria orgânica do solo, porém, após evolução da plasticultura, filmes plásticos, técnica chamada de *mulching*, começaram a ser usados para na olericultura também como cobertura de solo. No experimento, além da testemunha com solo descoberto, foram utilizados o filme plástico e a palhada como fatores de variação para variável cobertura de solo (Figuras 12).



Figura 12 - Canteiros com filme plástico preto, com solo totalmente exposto e com palhada após o plantio de mudas. FAL, UnB, 2023.

A matéria orgânica (MO) como cobertura de solo desempenha um papel crucial na produtividade agrícola, influenciando o uso eficiente de água e nutrientes, principalmente em solos tropicais que normalmente apresentam baixa fertilidade devido à baixa capacidade de troca de cátions (CTC) e ao baixo teor de bases. Mesmo com baixos teores, a MO é capaz de melhorar características químicas, físicas e biológicas do solo (Silva *et al.*, 2023).

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha funções essenciais no sistema solo-planta, influenciando a retenção e troca de íons, tamponamento da acidez e concentração de nutrientes. Sua interação com nutrientes, metais pesados e minerais regula a fertilidade e a biodisponibilidade de insumos agrícolas. Além disso, a MOS contribui para a formação de horizontes e condiciona as propriedades biológicas, químicas e físicas do solo, agindo como fonte de nutrientes e melhorando a qualidade do solo (Silva *et al.*, 2023).

O uso de cobertura morta, seja ela com palhada de restos culturais, ou filme plástico, se adequa como um controle físico de plantas espontâneas. Estes materiais funcionam como barreiras que impedem a passagem de luz solar para a fotossíntese de plantas, isso faz com que sementes que apresentam baixa reserva energética

não passem pelo processo de emergência após a germinação. No caso da palhada, a decomposição da matéria orgânica também libera substâncias alopáticas que prejudicam tanto a germinação quanto a emergência de plantas não desejadas (Silva *et al*., 2018).

4. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado do Distrito Federal, na Fazenda Água Limpa (FAL) da Universidade de Brasília (UnB), localizada no Núcleo Rural Vargem Bonita, as coordenadas são 15°56'59.72" Sul e 47°55'59.73" Oeste (Figura 13). O experimento se iniciou no dia 14 de setembro de 2023, com o plantio das mudas, e finalizou no dia 28 de dezembro de 2023, após a última colheita. Segundo a classificação de Köppen, o clima do local do experimento é classificado como Aw, indicando um clima tropical com inverno seco. A estação chuvosa ocorre no verão, de novembro a abril, e a estação seca ocorre no inverno de maio a outubro.

Durante o período do experimento, os meses de setembro, outubro, novembro e dezembro apresentaram respectivamente precipitações totais de 19,8, 125,2, 154,4 e 273,6 mm segundo o Laboratório de Agroclimatologia da Fazenda Água Limpa (FAL). A maior variação de temperatura ocorreu no mês de setembro, este mês apresentou temperatura mínima de 9,5°C e máxima de 35,2°C. Porém, quando observado o valor da temperatura média, a máxima foi de 23,3°C, durante o mês de outubro, e a mínima foi de 22,2 °C em setembro. A velocidade máxima do vento, que foi de 11,1 m/s, ocorreu durante o mês de outubro.

O local de plantio se localiza a uma altitude de 1090 metros do nível do mar e ocorreu em uma área de Cerrado (Figura 13). Apesar da Fazenda Água Limpa apresentar seis classes de solos: Latossolos, Cambissolos, Neossolos, Gleissolos e Organossolos (Embrapa,1978 apud Junior *et al*., 2015), o solo predominante é o Latossolo. Em primeiro, o Latossolo Vermelho, seguido pelos Latossolos Vermelho Amarelo. Ainda, de acordo com Junior *et al*. (2015), para a altitude do local, o solo pode ser classificado, dependendo do local, como Latossolo Vermelho Ácrico típico ou Latossolo Vermelho Amarelo Ácrico Petroplíntico.



Figura 13 - Imagem de satélite do experimento. Em azul a estufa e, em marrom, campo ao ar livre.

A cultivar de tomate, utilizada no experimento, foi a Martinella, da empresa Sakata®, pertencente ao grupo varietal italiano, com hábito de crescimento indeterminado. Entre as qualidades agronômicas de resistência a patógenos, segundo a empresa Sakata®, destacam-se a alta resistência a *Verticillium dahliae* (raça 1), *Fusarium oxysporum f.sp. lycopersici* (raças 1 e 2), *Meloidogyne incognita* (raças 1, 2, 3 e 4) e *Meloidogyne javanica*. Além disso, apresenta nível moderado de resistência aos vírus *Tomato severe rugose* e *Tomato spotted wilt*.

O delineamento experimental foi de blocos casualizados em esquema fatorial 3x2, com 6 tratamentos e quatro repetições. Os fatores avaliados foram: ambiente e tipo de cobertura de solo. Os ambientes de plantio foram cultivo protegido (estufa) e céu aberto; e os tipos de cobertura do solo foram palhada, filme plástico e solo descoberto (testemunha).

Desse modo, os tratamentos foram os seguintes: testemunha (solo descoberto); solo coberto com filme plástico preto e solo coberto com palhada. Todos, em dois ambientes: estufa e céu aberto.

O plantio das mudas ocorreu nos dias 14 e 15 de setembro de 2023. O transplante foi realizado em oito canteiros, quatro deles dentro da casa de vegetação

(estufa) e os outros quatro, em campo aberto. Vale destacar que cada canteiro representa uma repetição (bloco).

Ainda, os canteiros foram divididos em três partes, as quais foram cobertas, aleatoriamente, com filme plástico preto, palhada ou deixados com o solo descoberto. No final, cada canteiro, tanto dentro quanto fora da estufa, apresentou dois tipos de coberturas (filme plástico preto e palhada), além da testemunha, com solo exposto.

No manejo da irrigação, optou-se pelo sistema de irrigação localizado, com três mangueiras gotejadoras por canteiro, submetidas à mesma vazão de água (Figura 14).



Figura 14 - Vista panorâmica do experimento dentro da casa de vegetação. FAL, UnB, 2023.

Ao total, foram plantadas 480 mudas de tomate, com 20 plantas em cada parte do canteiro. Com uma planta por cova, o espaçamento adotado foi de 40 cm entre plantas, 40 cm entre linhas e 100 cm entre canteiros (Figura 15). Após o plantio das mudas, os tomateiros que não sobreviveram foram substituídos até o dia 26 de setembro.

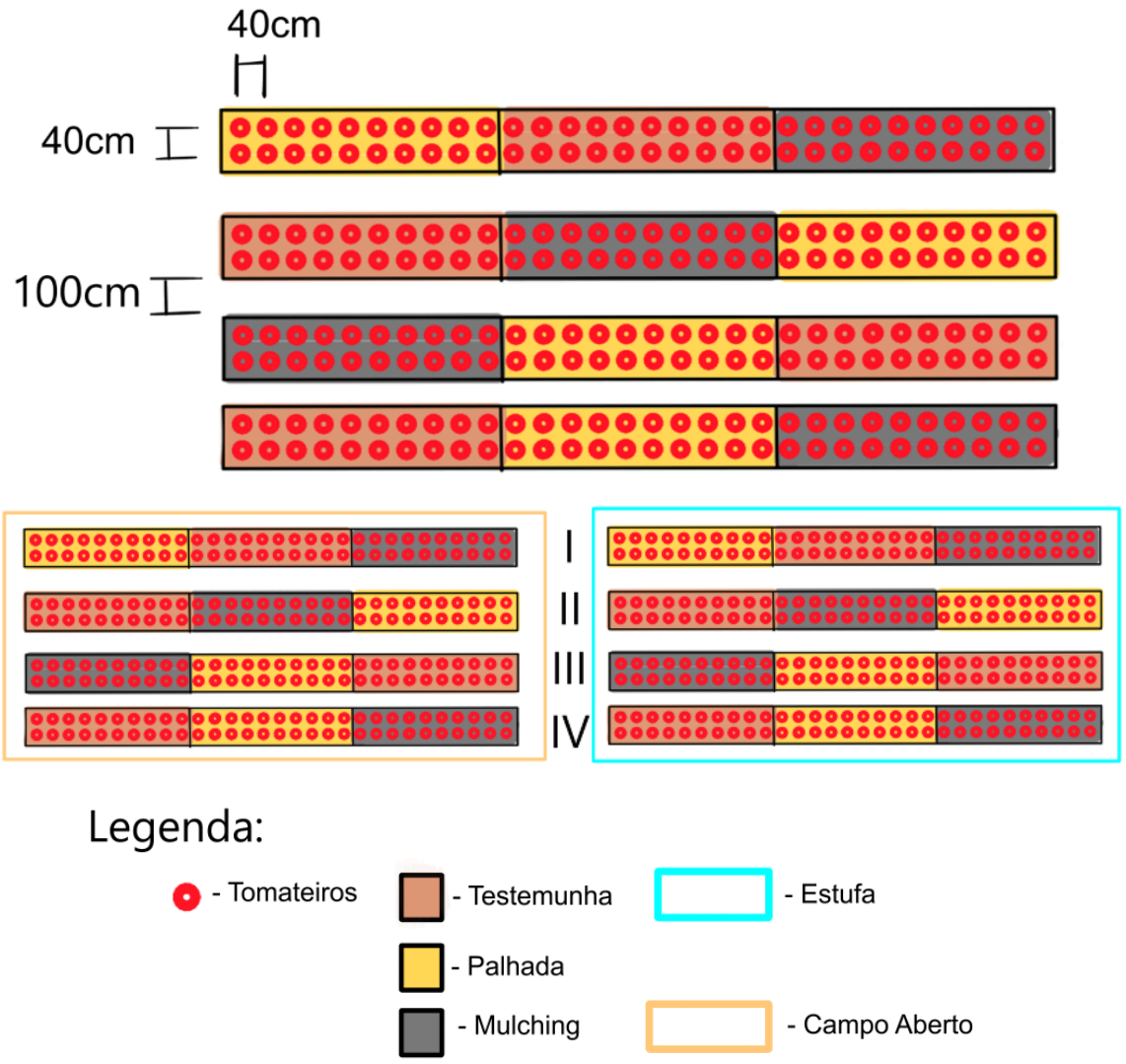


Figura 15 - Croqui do experimento. FAL, UnB, 2023.

A condução dos tomateiros foi realizada com uma única haste por planta e uma única planta por cova. No tutoramento, conduzido 46 dias após o transplante, foram utilizados fios de algodão (barbantes) presos a colmos de bambu, os quais estavam apoiados em um fio de arame. O tutoramento foi em 'V' invertido, também conhecido como “cerca-cruzada”, que é caracterizado pela aproximação de tomateiros entre linhas à medida que eles se distanciam do solo e se aproximam do arame de sustentação (Figura 16).



Figura 16 - Estaqueamento de tomateiros em forma de “V” invertido. FAL, UnB, 2023.

A desbrota de ramas laterais de cada axila foliar foi feita semanalmente, com auxílio de lâminas que eram higienizadas com hipoclorito de sódio (NaClO) na concentração de 2,5% entre cada planta. A remoção de folhas baixeiras ocorreu semanalmente, após a primeira colheita dos frutos, para que houvesse arejamento entre as plantas, melhorar o aproveitamento da luz, diminuição da incidência de pragas e a transmissão de doenças. A remoção do meristema apical ocorreu após a 10ª penca de tomates. Todos esses procedimentos foram realizados conforme Filho *et al*. (2018).

Após o aparecimento de sinais de oídio nas folhas, foi realizada a aplicação de leite bovino fresco semanalmente em todos os tratamentos. A pulverização foi feita com uma bomba costal com capacidade de 10 litros com concentrações de 30% de leite com água, superior ao que foi utilizado por Bettiol (2004) (Figura 17).



Figura 17 - Aplicação de leite cru com pulverizador costal. FAL, UnB, 2023.

4.1 Número de tomates

Para a amostragem do número de tomates comercializáveis por planta, foram selecionadas, aleatoriamente, cinco plantas em cada repetição. Portanto, avaliou-se, no total, 120 tomateiros. As colheitas foram iniciadas 57 dias após o transplante das mudas e foram realizadas semanalmente.

As plantas selecionadas na primeira semana foram as mesmas utilizadas nas colheitas subsequentes, eliminando a necessidade de novos sorteios.

A quantidade de colheitas variou em relação ao ambiente de cultivo. Foram realizadas cinco colheitas dentro da casa de vegetação, e três em campo aberto. A diferença no número de colheitas decorre do aumento da precipitação, no último mês do ciclo produtivo que, associado às altas temperaturas, acelerou o ataque de artrópodes-praga e a proliferação de patógenos, principalmente por aqueles

responsáveis pela podridão-mole. Desse modo, não foi possível realizar a colheita fora da casa de vegetação, nas duas últimas semanas do experimento, uma vez que os frutos desse sistema de cultivo perderam seu valor comercial devido à aparência.

Ao final do experimento, a quantidade total de tomates comercializáveis foi de 1.230, durante as cinco colheitas realizadas em estufa e as três colheitas em campo aberto. A produção total de tomates, das cinco plantas de cada repetição, foi somada ao final de todas as colheitas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias com o teste Tukey, com 5% de probabilidade.

4.2 Massa de tomates

A pesagem dos tomates foi realizada em campo, com o auxílio de uma balança digital (Figura 18). Todos os tomates utilizados na contagem do número de tomates também foram pesados e considerados para o cálculo da massa final. Foi avaliada a massa fresca fina dos frutos, após cinco colheitas na estufa e três colheitas a campo aberto. Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

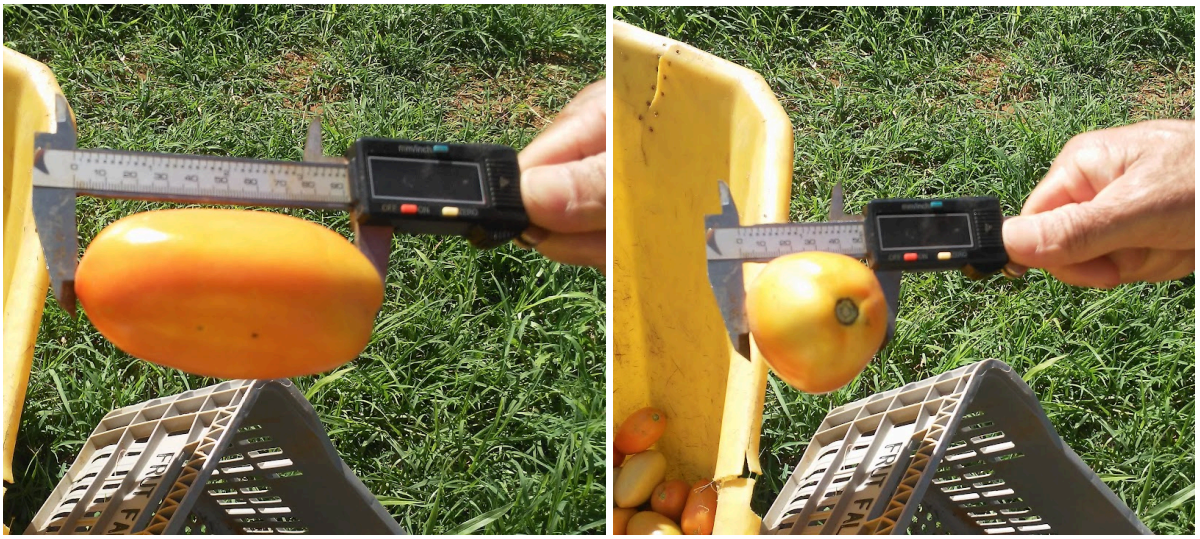


Figura 18 - Medição da massa de um tomate em balança digital. FAL, UnB, 2023.

4.3 Medida dos diâmetros longitudinais e transversais

Tanto a medida do diâmetro longitudinal (Figura 19a), quanto transversal (Figura 19b), foram feitas com o auxílio de um paquímetro digital, para que os resultados fossem mais acurados, e pela mesma pessoa, durante todo o experimento para se evitar erros sistemáticos que diminuíssem a precisão das medidas.

Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias com o teste Tukey, com 5% de probabilidade.



Figuras 19a e 19b - Medição do diâmetro longitudinal e transversal de tomates. FAL, UnB, 2023.

4.4 Medida da altura da planta de tomate

A medição da altura dos tomateiros foi realizada em três períodos distintos nos mesmos cinco tomateiros, já selecionados anteriormente em cada bloco. A primeira medição ocorreu 18 dias após o plantio das mudas, antes do tutoramento. A segunda medição foi feita após 47 dias do plantio, quando os tomateiros já estavam tutorados, e a terceira medição, 52 dias do plantio, na semana da primeira colheita. As medidas foram realizadas com o auxílio de uma fita métrica posicionada no solo o mais próximo possível do caule.

As médias das alturas de todas as três datas de cada tratamento foram colocadas no gráfico 1 para a análise do desenvolvimento ao longo do período.

Os dados obtidos na terceira medição foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

4.5 Contagem de folhas

A contagem de folhas foi realizada na mesma data da última medida da altura dos tomateiros, 52 dias após o plantio. Para a contagem de folhas, somente foram contabilizadas folhas maiores que 2,5 cm.

4.6 Medida da massa de plantas espontâneas

Para a coleta das plantas espontâneas, utilizou-se um quadrado de madeira de 25 x 25 cm, lançado duas vezes em cada repetição, 25 dias após o plantio. As plantas espontâneas foram cortadas rente ao solo e retirada a sua parte aérea (Figura 20a) até que não o solo ficasse completamente exposto (Figura 20b) em duas áreas distintas de 625 cm^2 de cada repetição de tratamento. Ao final, foram obtidas 48 amostras em sacos plásticos devidamente catalogados e lacrados para evitar a perda de água. A pesagem foi realizada no mesmo dia, com uma balança digital (Figura 21a) e o peso dos sacos plásticos foi descontado com base na média da pesagem de três unidades (Figura 21b).



Figuras 20a e 20b - Coleta de massa fresca de plantas espontâneas e solo exposto após a coleta. FAL, UnB, 2023.



Figuras 21a e 21b - Pesagem da massa fresca das espontâneas e do saco plástico. FAL, UnB, 2023.

Todas as plantas espontâneas que germinaram e emergiram no local do experimento foram identificadas. Os nomes científicos, famílias e nomes comuns foram colocados na tabela 1.

Tabela 1 - Relação de plantas espontâneas encontradas durante o experimento. FAL-UnB. 2023.

Espécie	Nome comum	Família
Amaranthus deflexus L.	Caruru	Amaranthaceae
Amaranthus viridis L.	Caruru-bravo	Amaranthaceae
Commelina benghalensis L.	Trapoeraba	Commelinaceae
Cosmos sulphureus Cav.	Cosmo	Asteraceae
Cyperus rotundus L.	Tiririca	Cyperaceae
Digitaria sanguinalis (L.) Scop.	Capim-colchão	Poaceae
Emilia fosbergii Nicolson	Serralhinha	Asteraceae
Erigeron bonariensis L.	Buva	Asteraceae
Euphorbia heterophylla L.	Leiteira	Euphorbiaceae
Euphorbia hirta L.	Erva-de-santa-luzia	Euphorbiaceae
Galinsoga quadriradiata Ruiz & Pav.	Picão-branco	Asteraceae
Heliotropium indicum L.	Aguará	Boraginaceae
Lepidium virginicum L.	Mastruz	Brassicaceae
Oxalis corniculata L.	Trevo-azedo	Oxalidaceae
Richardia brasiliensis Gomes.	Poaia	Rubiaceae
Ricinus communis L.	Mamona	Euphorbiaceae
Tridax procumbens L.	Erva-de-touro	Asteraceae

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para se evitar que as médias dos diferentes tratamentos fossem influenciadas pelo número de colheitas, tendo em vista que foram realizadas duas colheitas a mais dentro da estufa, foram realizadas duas análises de comparação entre médias.

A tabela 2 apresenta dois fatores de variação, ambiente e cobertura de solo, e demonstra a análise de comparação entre as médias do número de tomates acumulados, de cinco plantas, até a terceira colheita.

A tabela 3 demonstra a comparação da média do total de tomates acumulados, de cinco plantas, até a quinta colheita. Porém, nessa avaliação, o único fator de variação foi a cobertura de solo (descartou-se a variação de ambiente).

Tabela 2. Número total de tomates acumulados de cinco tomateiros até a terceira colheita. UnB, FAL, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	59,50 aA	26,50 bA	43,00 A
Palhada	53,25 aA	32.50 bA	42,87 A
Filme plástico	46.50 aA	38,50 aA	42,50 A
Médias	53,08 a	32,50 b	
CV(%)	23,00		

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura).

Tabela 3. Número total de tomates acumulados, dentro da estufa, de cinco tomateiros, até a quinta colheita. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes
	Estufa
Testemunha	83,50 a
Palhada	75,50 a
Filme plástico	70,25 a
Médias	76,41
CV(%)	17,84

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey.

O resultado da comparação de médias demonstra que o número de tomates em campo aberto foi significativamente menor para quase todos os tipos de cobertura de solo. O único tratamento que não mostrou diferença significativa, em relação ao ambiente, foi o tratamento que utilizou o filme plástico como cobertura de solo. Porém, apesar de não haver diferença de médias entre os ambientes para esse tratamento, é preciso lembrar que não houve frutos comercializáveis fora da estufa para a realização de colheitas posteriores.

Quando observado o acúmulo de frutos de cinco tomateiros durante cinco colheitas dentro da estufa (Tabela 3), é possível afirmar que não há diferença significativa entre o número de frutos em relação ao fator coberturas de solo. Outro aspecto que pode ser observado é que, quando os resultados da tabela 3 são comparados com as médias obtidas no campo aberto (Tabela 2), a diferença se torna ainda mais discrepante entre os ambientes em relação ao número de tomates acumulados.

A média de tomates em campo aberto foi de 6,4 por tomateiro, já a média dentro da estufa para o mesmo período foi de 10,6 tomates. Quando observa-se a média na estufa para ao final das cinco colheitas, a média sobe para 15,28 tomates por tomateiro. É possível comparar os valores obtidos neste experimento com o que foi realizado por Treno *et al*. (2021), que utilizou cinco outras culturas de tomate também em cultivo protegido, obtendo como menor valor 44,5, com a cultivar Supera F1, e o maior valor de 72,4 frutos por planta com a cultivar Hy Color.

Tabela 4. Massa total, em gramas, de tomates acumulados de cinco tomateiros até a terceira colheita. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	6.259,50 aA	3.066,00 bA	4.662,75 A
Palhada	5.422,25 aA	3.630,00 bA	4.526,12 A
Filme plástico	5.354.75 aA	4.295.25 bA	4.825,00 A
Médias	5.678,83 a	3.663,75 b	
CV(%)		21,76	

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura).

Tabela 5. Massa total, em gramas, de tomates acumulados de cinco tomateiros até a quinta colheita. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambiente
	Estufa
Testemunha	8.769,50 a
Palhada	7.346,50 a
Filme plástico	7.364,75 a
Médias	7.826,91
CV(%)	17,84

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey.

A tabela 4 demonstra que a massa total acumulada de tomates de cinco tomateiros foi significativamente maior dentro da estufa que em campo aberto, porém não houve diferença significativa entre as coberturas de solo. Os resultados mostram que a cobertura do solo não demonstrou influência sobre a massa de tomates no acumulado de três colheitas e nem pelos resultados do acumulado de cinco colheitas (Tabela 5).

Porém, é importante ressaltar que o uso do filme plástico foi capaz de aproximar os valores dentro e fora da estufa de forma que não houvesse diferença significativa, demonstrado, assim como por Filho *et al* (2020) com a produção de alface, que o filme plástico é capaz de melhorar as condições de cultivo, garantindo qualidade e aumentando a produção. Isso ocorre devido à redução da evapotranspiração, aumento da infiltração de água no solo, estabilização da temperatura do solo e a diminuição competição com plantas espontâneas.

Ao adotar um espaçamento de quarenta centímetros entre linhas e plantas, a produtividade média estimada fora da estufa, considerando três colheitas, foi de apenas 45,79 toneladas por hectare. Já dentro da estufa, para o mesmo número de colheitas, a produtividade média alcançou 70,98 toneladas por hectare, superando a média brasileira de 2023, que foi de 70,207 toneladas por hectare, conforme dados do IBGE. No entanto, ao considerar a produtividade média após cinco colheitas na estufa, esse valor aumentou para 97,83 toneladas por hectare.

Quando a produtividade média das massa de tomates obtida nesse experimento são comparadas ao valores obtidos por Berni *et al*. (2019), que cultivou tomates italianos em vasos com substrato de fibra de coco fertirrigado, é possível constatar que as duas produtividade, em campo aberto e em estufa, até a terceira colheita são inferiores tanto à cultivar Vivacy, que foi de 95,8 t/ha, quanto à cultivar BRS Nagai de 85,7 t/ha. Porém, a produtividade da estufa após as cinco colheitas é superior a todas as médias do experimento de Berni *et al*. (2019).

O experimento realizado por Colhassi e Lopes (2020), com o cultivo protegido de tomates italianos da cultivar Aguamiel e com diferentes tipos de adubação — orgânica, organomineral e convencional — obteve produtividades de 86,4; 85,7 e 81,1 toneladas por hectare, respectivamente. Semelhante à comparação anterior, todas as produtividades até a terceira colheita foram inferiores às médias de produção, sendo apenas a estufa, após a quinta colheita, capaz de superar esses valores.

Tabela 6. Diâmetro Longitudinal, em milímetros, de tomates ao longo de cinco colheitas. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	80,69 aA	82,97 aA	81,24 A
Palhada	82,17 aA	83,75 aA	82,65 A
Filme plástico	80,61 bA	85,13 aA	82,11 A
Médias	81,13 b	84.03 a	
CV(%)		13,41	

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura).

Tabela 7. Diâmetro Transversal, em milímetros de tomates ao longo de cinco colheitas

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	51,80 bA	54,05 aA	52,38 B
Palhada	52,28 bA	53,94 aA	52,78 AB
Filme plástico	52,79 bA	55,44 aA	53,67 A
Médias	52,27 b	54,53 a	
CV(%)		13,71	

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura).

A comparação de médias entre os diâmetros longitudinais (Tabela 6) só apresentou diferença significativa para um dos seis tratamentos, o tratamento com filme plástico em campo aberto, porém, na média dos ambientes, os tomates apresentaram maior diâmetro longitudinal.

Os resultados obtidos no diâmetro transversal (Tabela 7) demonstram que todas as médias são superiores fora da estufa, porém, como houve mais frutos e mais massa acumulada de frutos dentro da estufa, é possível que o diâmetro transversal maior em campo aberto represente a maior taxa de frutos deformados que apresentavam características comercializáveis e, por isso, foram avaliados.

Comparando os diâmetros longitudinais deste experimento com que foi obtido por Trendo *et al*. (2021), observa-se que todas as médias de diâmetros na tabela 6 são superiores ao maior valor obtido pelo autor, que foi de 70,4 mm com a cultivar Fascínio, também do tipo italiano. Porém, em relação ao comprimento transversal os valores obtidos na tabela 7 estão dentro do esperado para o tomate italiano.

Tabela 8. Massa fresca, em gramas, de plantas espontâneas em 625 cm^2. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	53,31 aA	38,01 aA	45,66 A
Palhada	22,68 aB	8,02 aB	15,35 B
Filme plástico	15,17 aB	19,56 aAB	17,36 B
Médias	30,39 a	21,86 a	
CV(%)		28,11	

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura). Os dados da massa foram transformados pela fórmula $(x+1)^{0,5}$.

O solo sem cobertura, que é representado pelo tratamento chamado de testemunha, apresentou massa significativamente maior de plantas espontâneas em relação a todas as outras coberturas dentro da estufa, mas, em campo aberto, não demonstrou ser significativamente menor que o tratamento com filme plástico. A cobertura de solo com palhada foi o único fator de variação que se mostrou como potencial inibidor de plantas espontâneas dentro e fora da estufa.

A cobertura de palhada realmente é útil para evitar a competição de plantas espontâneas com as plantas cultivadas, como demonstrado por Bento e Bastiani (2020), que apresentaram redução significativa de crescimento de plantas espontâneas com a utilização de palhada de aveia-preta e nabo forrageiro quando comparado a um solo exposto, mostrando que solos cobertos podem apresentam redução na massa fresca de plantas espontâneas.

Tabela 9. Altura final, em centímetros, dos tomateiros em diferentes coberturas e ambientes. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	163,10 aB	115,85 bA	139,48 B
Palhada	179,95 aA	128,70 bA	154,32 A
Filme plástico	177,20 aAB	124,85 bA	151,03 A
Médias	173,42 a	123,13 b	
CV(%)		14,40	

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura).

A tabela 9, que contém as médias das alturas dos tomateiros, mostra que todos os tratamentos em estufa apresentaram tomateiros maiores. Porém, quando analisado o fator cobertura de solo, não houve diferença entre as plantas em campo aberto e, dentro da estufa, a palhada mostrou maior influência sobre o crescimento dos tomateiros. O filme plástico dentro da estufa não mostrou diferença significativa da média da palhada, porém também não diferiu significativamente da testemunha.

A taxa de crescimento, apesar de não possuir análise estatística de comparação de médias, pode ser vista no gráfico 1. As linhas contínuas representam as alturas dentro da estufa (ES), enquanto as linhas tracejadas mostram as alturas em campo aberto (CA). Linhas de mesma cor representam alturas com a mesma cobertura de solo.

Gráfico 1. Taxa de crescimento de tomateiros após o plantio.

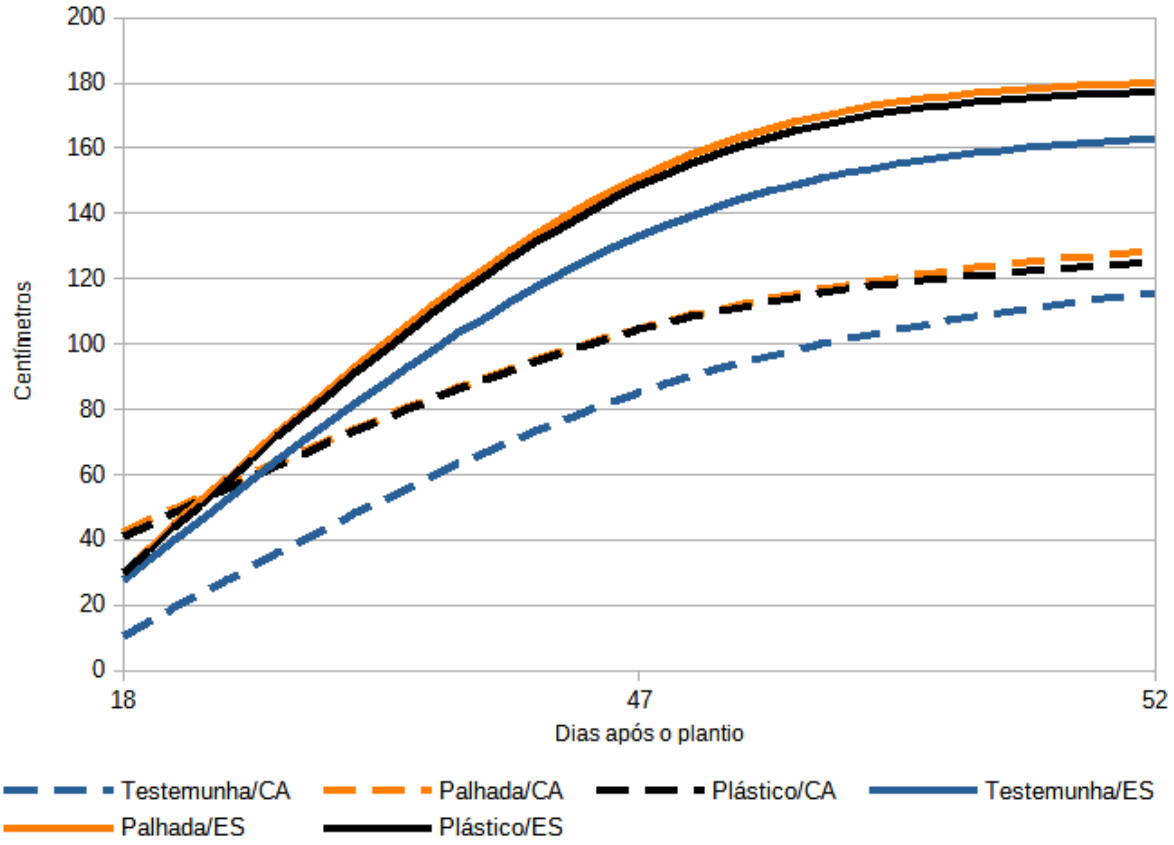


Tabela 10. Número de folhas por planta de tomate. FAL, UnB, 2024.

Coberturas de solo	Ambientes		Médias
	Estufa	Campo Aberto	
Testemunha	16,05 aA	8,90 bA	12,47 A
Palhada	16,60 aA	8,90 bA	12,75 A
Filme plástico	16,50 aA	8,25 bA	12,38 A
Médias	16,38 a	8,68 b	
CV(%)		25,10	

Obs.: Letras iguais indicam que, no nível de 5% de significância, não há diferença entre as médias pelo teste de Tukey. Minúsculas na horizontal (Ambiente), maiúsculas na vertical (Cobertura).

Em relação ao número de folhas, o único fator que apresentou alguma influência sobre número de folhas foi o ambiente. Todos os tratamentos de estufa apresentaram maior quantidade de folhas, aproximadamente o dobro. O fator cobertura de solo não resultou em diferenças significativas.

Os dados obtidos no experimento, assim como demonstra Luz *et al.* (2007), afirmam que a produção orgânica em estufa é agronomicamente viável em ambiente protegido e mais economicamente viável que o cultivo convencional de tomate. Isso se deve a alguns fatores, entre eles, é possível ressaltar que produção orgânica em estufa apresenta produtividade constante sem variação na produção independentemente das condições climáticas decorrentes da mudança das estações, que há redução no custo de produção em decorrência da economia com pesticidas e outros manejos comuns no cultivo convencional, e que, apesar de ter uma comercialização mais difícil, o tomate orgânico possui maior valor de mercado.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

- A estufa, além de proporcionar maior número de tomates, maior massa acumulada e maior altura de tomateiros e folhas, também proporcionou maior número de colheitas no período avaliado.
- O diâmetro longitudinal de tomates não foi alterado por ambiente e cobertura de solo.
- O diâmetro transversal de tomates, apesar de ter sido influenciado pelo ambiente, não impactou na produção total. Porém, é importante ressaltar que, pelo fato da cultivar adotada ser caracterizada como do grupo varietal italiano, espera-se que o diâmetro transversal seja inferior ao diâmetro longitudinal. A aproximação das duas dimensões pode descaracterizar a cultivar e reduzir seu valor comercial.
- A palhada e o filme plástico podem ser utilizados para a diminuição da massa de plantas espontâneas.
- O aumento da precipitação pode ter contribuído para a redução da produção a céu aberto, reduzindo o número de colheitas e produção.

7. REFERÊNCIAS

AMR, Ayed; RAIE, Wesal Yousef. **Tomato Components and Quality Parameters**. A Review. Jordan Journal of Agricultural Sciences, [*s. l.*], v. 18, n. 3, p. 199-220, 2022. DOI https://doi.org/10.35516/jjas.v18i3.444. Disponível em: https://jjournals.ju.edu.jo/index.php/jjas/article/view/444/144. Acesso em: 14 ago. 2024.

ALPINO, Tais de Moura Ariza et al. **Os impactos das mudanças climáticas na Segurança Alimentar e Nutricional: uma revisão da literatura**. Ciência & Saúde Coletiva, [s. l.], 2020. DOI 10.1590/1413-81232022271.05972020. Disponível em: https://www.scielo.br/j/csc/a/Rdr4LGpjWwGfmkgxMs6pLSL/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 28 set. 2024.

ALVES, Danielle de Sousa *et al*. **A Importância das Medidas de Mitigação e Adaptação Frente às Mudanças Climáticas na Agropecuária Brasileira.** Brazilian Journal of Development, Curitiba, v. 7, n. 11, p. 108413-108425, 2021. Disponível em: https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/40171. Acesso em: 28 set. 2024.

BEDENDO, I. P. **OÍDIOS**. *In*: FILHO, Armando Bregamin; KIMATI, Hiroshi; AMORIM, Lilian. **Manual de fitopatologia: Volume 1: Princípios e Conceitos**. 3. ed. São Paulo - SP: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1995. v. 1, cap. 47, p. 866-871.

BENTO, Giovana Pittarelli; BASTIANI, Marcos Luiz Rebouças. Cadernos de Agroecologia – ISSN 2236-7934 - Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe - v. 15, no 2, 2020. **Plantas de Cobertura do Solo na Inserção de Fitomassa e Supressão de Plantas Espontâneas em Sistema de Manejo Agroecológico**. Anais do XI Congresso Brasileiro de Agroecologia: Cadernos de Agroecologia, São Cristóvão, Sergipe, v. 15, ed. 2, 2020. DOI ISSN 2236-7934. Disponível em:

https://cadernos.aba-agroecologia.org.br/cadernos/article/view/4685/4281. Acesso em: 18 set. 2024.

BERNI, Rodrigo Francis. **DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE TOMATE TIPO ITALIANO SOB CULTIVO EM SUBSTRATO NA REGIÃO DE MANAUS, AM.** Embrapa Amazônia Ocidental , Manaus, AM, 2019. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/211590/1/BP-30.pdf. Acesso em: 28 set. 2024.

BETTIOL, W. **Leite de vaca cru para o controle de oídio**. Comunicado Técnico, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, n.13, 2004. 3p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/26612/1/comunicado-14.pdf Acesso em: 20 ago. 2024.

BISSACOTTI, Anelise Pigatto; LONDERO, Patrícia Medianeira Grigoletto; COSTABEBER, Ijoni Hilda. **Tomate: botânica, produção, composição nutricional e benefícios à saúde**. Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília, v. 38, n. 26643, ed. 2, p. 1-9, 2021. DOI http://dx.doi.org/10.35977/0104-1096.cct2021.v38.26643. Disponível em: https://seer.sct.embrapa.br/index.php/cct/article/view/26643. Acesso em: 13 ago. 2024.

Borém, Aluízio; Miranda, Glauco Vieira; FRITSCHE-NETO, Roberto. **Melhoramento de plantas**. 8. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2021. 456 p. ISBN 978-65-86235-35-7.

CAMARGO, Amabílio José Aires de *et al*. **MARIPOSAS POLINIZADORAS DO CERRADO: Identificação, distribuição, importância e conservação: Família Sphingidae (Insecta – Lepidoptera)**. 1. ed. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2018. 125 p. ISBN 978-85-7035-834-9. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1100313/mariposas-polinizadoras-do-cerrado-identificacao-distribuicao-importancia-e-conservacao. Acesso em: 28 ago. 2024.

CATAPAN, Valdenir *et al*. **Principais pragas de hortaliças-fruto nas famílias das Solanáceas, Cucurbitáceas e Fabáceas**. *In*: FILHO, José Usan Torres Brandão *et al*. **Hortaliças-fruto**. 1. ed. Maringá – PR: Eduem, 2018. cap. 11, p. 357-386. ISBN 978-85-7628-754-4.

CAMARGO, Ana Maria Montragio Pires de, *et al*. **DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA AGROINDUSTRIAL DO TOMATE**. Informações Econômicas, SP, ed. 6, p. 54-58, jun. 2006.

CAMPAGNOL, Rafael et al. **Cultivo de hortaliças em ambiente protegido** – Curitiba: SENAR - Pr., 2015. – 72p. ISBN: 978-85-7565-121-6

CAMPAGNOL, Rafael; Simone da Costa; Lemes, Luís Guilherme Paraná Barbosa. **Cultivo de minitomates em ambiente protegido** – Curitiba: SENAR-PR., 2016. – 60 p. ISBN 978-85-7565-151-3

COLHASSI, Regina; LOPES, Paulo Rogério. **PRODUTIVIDADE DE TOMATEIROS (LYCOPERSICON ESCULENTUM MILL.) EM SISTEMA DE MANEJO ORGÂNICO, ORGANOMINERAL E CONVENCIONAL**, GUAPIARA/SP. Separata de: EXTENSÃO Rural em Foco: Apoio à Agricultura Familiar, Empreendedorismo e Inovação. 1. ed. Guarujá, SP: Editora científica, 2020. v. 2, cap. 22, p. 167-171. ISBN 978-65-87196-19-0. Disponível em: https://downloads.editoracientifica.com.br/books/978-65-87196-19-0.pdf. Acesso em: 28 set. 2024.

COSTA-LIMA, T. C.; SILVA, A. C.; PARRA, J. R. P. **Moscas-minadoras do gênero Liriomyza (Diptera: Agromyzidae): aspectos taxonômicos e biologia**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2015. 36 p. (Embrapa Semiárido. Documentos, 268).

Félix, Adriano Da Silva; do Nascimento, José Wallace Barbosa; De Melo, Daniele Ferreira; Furtado, Demerval Araujo; Dos Santos, Adriana Maria. **ANÁLISE EXPLORATÓRIA DOS IMPACTOS DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NA PRODUÇÃO VEGETAL NO BRASIL.** Revista em Agronegócio e Meio Ambiente; Maringá Vol. 13, Ed. 1, (Jan-Mar 2020): 397-409. DOI:10.17765/2176-9l68.2020v13n1p397-407

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. 3. ed. Viçosa: Editora UFV, 2007. 421 p

FILHO, Miguel Micheref *et al*. **Guia para Identificação de Pragas do Tomateiro. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças**, 2019. 102 p. Disponível em: https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1124115/1/DOC-175.pdf. Acesso em: 31 ago. 2024.

FILHO, Miguel Micheref *et al*. **Manejo Integrado de Pragas do Tomate para Mesa**. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2022. 57 p. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/doc/1148404/1/DOC-192-Final.pdf Acesso em: 15 ago. 2024.

FILHO, José Usan Torres Brandão *et al*. Solanáceas. In: JOSÉ USAN TORRES BRANDÃO, Filho et al. **HORTALIÇAS-FRUTO**. Maringá: Eduem, 2018. cap. 2, p. 37-70. ISBN 978-85-7628-754-4.

FILHO, Josef Gastl *et al*. **DESEMPENHO AGRONÔMICO DE ALFACE ORGÂNICA EM FUNÇÃO DA COBERTURA DO SOLO**. Agroecossistemas, [*s. l.*], v. 12, ed. 2, p. 51 – 68, ISSN online 2318-0188. 2020. Disponível em: https://periodicos.ufpa.br/index.php/agroecossistemas/article/view/8700#:~:text=O%20uso%20de%20cobertura%20do,e%20reduzir%20matocompetição%20na%20área. Acesso em: 6 set. 2024.

FURQUIM, Maria Gláucia Dourado; NASCIMENTO, Abadia dos Reis. **ASPECTOS RELEVANTES PARA O ENTENDIMENTO DA CADEIA DO TOMATE DE MESA NO BRASIL**. *In*: MEDINA, GABRIEL DA SILVA; CRUZ, JOSÉ ELENILSON. **Estudos em Agronegócio participação brasileira nas cadeias produtivas: participação brasileira nas cadeias produtivas**. Goiânia: Kelps, 2021. p. 173-196. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/353646313_Estudos_em_Agronegocio_Participacao_Brasileira_nas_Cadeias_Produtivas. Acesso em: 29 ago. 2024.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). **FAOSTAT** Disponível: https://www.fao.org/faostat/en/#rankings/countries_by_commodity: Acesso em: 19 Ago. 2024.

JUNIOR, Francisco RODOLFO *et al*. **RELAÇÕES SOLO-PAISAGEM EM TOPOSSEQUÊNCIAS NA FAZENDA ÁGUA LIMPA, DISTRITO FEDERAL**. Nativa: pesquisas agrárias e ambientais, [*s. l.*], v. 3, ed. 01, p. 27-35, 2015. Disponível em: https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/2158/pdf. Acesso em: 6 ago. 2024.

JUNIOR, Max José de Araújo Faria; HORA, Rerison Catarino da. **Cultivo Protegido**. *In*: Guarniri, Patrícia; GUIMARÃES, Magali Costa; THOMÉ, Karim Marini. **Hortaliças-fruto**. Maringá: Editora da Universidade Estadual de Maringá, 2018. cap. 14, p. 452-487. ISBN 978-85-7628-754-4.

KRUGNER, T.L. **A NATUREZA DA DOENÇA**. *In*: FILHO, Armando Bregamin; KIMATI, Hiroshi; AMORIM, Lilian. **Manual de fitopatologia: Volume 1: Princípios e Conceitos**. 3. ed. São Paulo - SP: Editora Agronômica Ceres Ltda., 1995. v. 1, cap. 2, p. 35-44.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M. A. **Doenças do tomateiro: (Lycopersicon esculentum Mill)**. *In*: KIMATI, H. *et al*. **Manual de fitopatologia**. 3. ed. [*S. l.*]: Argronomica CERES Ltda, 1997. v. Volume 2: Doenças de plantas cultivadas, cap. 64, p. 690-735. ISBN 85-318-0008-0.

LABORATÓRIO de Agroclimatologia. [*S. l.*], 2023. Disponível em: https://fal.unb.br/index.php?option=com_content&view=article&id=84&Itemid=715. Acesso em: 7 jun. 2024.

LANDAU, Elena Charlotte; Silva, Gilma Alves da. **Evolução da Produção de Tomate (Solanum lycopersicum, Solanaceae)**. In: **DINÂMICA DA PRODUÇÃO AGROPECUÁRIA E DA PAISAGEM NATURAL NO BRASIL NAS ÚLTIMAS DÉCADAS: Produtos de Origem Vegetal.** 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2020. v. 2, cap. 40, p. 1303-1327. ISBN 978-65-87380-03-2. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/214976/1/Cap40-EvolucaoProducaoTomate.pdf. Acesso em: 22 maio 2024.

LOPES, Carlos Alberto. **Doenças do tomateiro**. 3. ed. rev. e atual. Brasília, DF: Embrapa, 2021. 212 p. ISBN 978-65-87380-47-6.

LUZ, José Magno Queiroz *et al*. **COMPARAÇÃO DOS SISTEMAS DE PRODUÇÃO DE TOMATE CONVENCIONAL E ORGÂNICO EM CULTIVO PROTEGIDO**. Bioscience Journal, Uberlândia, v. 23, n. 7-15, ed. 2, 2007. Disponível em: https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/6842/4531. Acesso em: 18 set. 2024.

MATTEI, T. F., & Michellon, E. (2021). **Panorama da agricultura orgânica e dos agrotóxicos no Brasil: uma análise a partir dos censos 2006 e 2017**. Revista de Economia e Sociologia Rural, 59(4), e 222254. Disponível em: https://www.scielo.br/j/resr/a/WYJ3SpLfdLpJSgYntBGnGgf/. Acesso em: 23 maio 2024

MOURA, Dalila Alves et al. **Agricultura Orgânica: impactos ambientais, sociais, econômicos e na saúde humana**. Revista do Desenvolvimento Regional , Taquara/RS, ano 2022, v. 19, ed. 1, p. 215-235, 2022. Disponível em: https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/232045/1/Joao-Paulo-Agricultura-organica-impactos-ambientais.pdf. Acesso em: 23 maio 2024.

NASCIMENTO, Abadia dos Reis *et al*. Grupos varietais e cultivares. *In*: ZAMBOLIM, Laércio; QUEZADO-DUVAL, Alice Maria. **Produção integrada do tomateiro tutorado: Subsídios para Produção Integrada**. 1. ed. MG: UFV: CEAD, 2022. cap. 2, p. 14-32. Disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1149470/producao-integrada-do-tomateiro-tutorado-subsidios-para-producao-integrada. Acesso em: 14 jul. 2024.

NASCIMENTO, A. S.; SILVA, R. M.; DIPPLE, F. L.; CASAGRANDE, J. G.; TRENTO, D. A.; PONCE, F. S.; GRZEBIELUCKAS, C.; SEABRA JÚNIOR, S.. **Viabilidade agroeconômica do cultivo de híbridos tomateiro de hábito determinado no período de safra e entressafra na região central Matogrossense**. Revista Ibero Americana de Ciências Ambientais, v.12, n.12, p.74-83, 2021. DOI: http://doi.org/10.6008/CBPC21796858.2021.012.0008

NAIKA, Shankara *et al*. **Agrodok - 17 A cultura do tomate: produção, processamento e comercialização**, Fundação Agromisa e CTA, 2006, ISBN Agromisa: 90-8573-047-3 ISBN CTA: 92-9081-319-9

MARIANI, Cleide Mary; HENKES, Jairo Afonso. **AGRICULTURA ORGÂNICA X AGRICULTURA CONVENCIONAL: SOLUÇÕES PARA MINIMIZAR O USO DE INSUMOS INDUSTRIALIZADOS**. Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental, Florianópolis, v. 3, n. 2, p. 315-338, out. 2014/mar. 2015. Disponível em: https://portaldeperiodicos.animaeducacao.com.br/index.php/gestao_ambiental/article/view/2532/1839. Acesso em: 30 ago. 2024.

PASSOS, Alexandre Martins Abdão dos; ALVARENGA, Ramon Costa; SANTOS, Flávia Cristina dos. **Sistema de Plantio Direto**. *In*: NOBRE, Myriam Maia; OLIVEIRA, Ivênio Rubens de. **Agricultura de Baixo Carbono: Tecnologias e Estratégias de Implantação**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. v. 1, cap. 3, p. 61-104. ISBN 978-85-7035-855-4.

PEREIRA, Adriana C.; SILVA, Gibson Zucca da; CARBONARI, Maria Elisa E. **Sustentabilidade, responsabilidade social e meio ambiente**. SRV Editora LTDA, 2011. E-book. ISBN 9788502151444. Disponível em: https://integrada.minhabiblioteca.com.br/#/books/9788502151444/. Acesso em: 22 mai. 2024.

PEIXOTO, Joicy Vitória Miranda. **TOMATICULTURA: ASPECTOS MORFOLÓGICOS E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO FRUTO**. Rev. Cient. Rural-Urcamp, Bagé–RS, v. 19, n. 1, p. 108-131, 2017.

PIOTTO, Fernando Angelo; PERES, Lázaro Eustáquio Pereira. Ciência Rural. **Base genética do hábito de crescimento e florescimento em tomateiro e sua importância na agricultura**, Santa Maria, v. 42, ed. 11, Nov; 2012. ISSN 0103-8478. Disponível em: https://www.scielo.br/j/cr/a/BfrNZpwwzn4xqZMjThv3Hww/?lang=pt&format=pdf. Acesso em: 25 jul. 2024.

PITELLI, R.A. **Competição e controle das plantas daninhas em áreas agrícolas**. Série
Técnica IPEF. v. 4, p. 1-24, 1987. Disponível em: https://www.ipef.br/publicacoes/stecnica/nr12/cap01.pdf. Acesso em: 8 mai. 2024.

PITELLI, R.A. O termo planta-daninha. **Planta Daninha**, v. 33, p. 622-623, 2015.

QUEZADO-DUVAL, Alice Maria *et al*. **Doenças e seu controle**. *In*: ZAMBOLIM, Laércio; QUEZADO-DUVAL, Alice Maria. **PRODUÇÃO INTEGRADA DO TOMATEIRO TUTORADO: Subsídios para Produção Integrada**. Viçosa, MG: UFV, CEAD, 2022. cap. 8, p. 117-173.

MATINELLA: TURBINE SUA PRODUTIVIDADE. [*S. l.*], 2024. Disponível em: https://www.sakata.com.br/hortalicas/solanaceas/tomate/italiano-indeterminado/matinella. Acesso em: 21 jun. 2024.

SILVA, Alexandre Ferreira da *et al*. **Métodos de controle de plantas daninhas**. *In*: OLIVEIRA, Maurílio Fernandes de; BRIGHENTI, Alexandre Magno. **Controle de Plantas Daninhas: Métodos físico, mecânico, cultural, biológico e alelopatia**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2018. cap. 1, p. 11-33. ISBN 978-85-7035-851-6.

SILVA, André Felipe Moreira *et al*. **INTRODUÇÃO À CIÊNCIA DAS PLANTAS DANINHAS**. *In*: BARROSO, Arthur Arrobas Martins; MURATA, Afonso Takao. **Matologia**: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Fábrica da Palavra, 2021. cap. 1, p. 7-37. ISBN 978-65-00-16757-3.

SILVA, Carlos Alberto *et al*. **Matéria orgânica do solo: ciclo, compartimentos e funções**. *In*: WAGNER, Bettiol. **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2023. cap. 1, p. 17-49. ISBN 978-65-89957-66-9. Disponível em: https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1153147. Acesso em: 31 ago. 2024.

TERRAZZAN, Priscila; VALARINI, Pedro José. **Situação do mercado de produtos orgânicos e as formas de comercialização no Brasil**. Informações econômicas, v. 39, n. 11, p. 27-40, 2009.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2008-2009: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil**. Rio de Janeiro, 2011

I**NSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA**, IBGE (org.).. [*S. l.*], 9 set. 2023. Disponível em: https://sidra.ibge.gov.br/tabela/6588#resultado. Acesso em: 26 ago. 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, IBGE (org.) 2019. Em ALTA, agricultura orgânica reúne todos os elementos da produção sustentável. [*S. l.*], 5 ago. 2019. Disponível em: https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/25126-em-alta-agricultura-organica-reune-todos-os-elementos-da-producao-sustentavel. Acesso em: 2 set. 2024.

SILVA, P.N.; HRNCIR, M.; IMPERATRIZ-FONSECA, V.L. **A polinização por vibração**. Oecologia Australis, v. 14, n. 1, p. 140-151, 2010

SOARES, João Paulo Guimarães et al. **Agricultura orgânica e agronegócio: análise e impactos de tecnologias sustentáveis**. In: GUARNIERI, Patricia; GUIMARÃES, Magali Costa; THOMÉ, Karim Marini. **Agronegócios: perspectivas**. Brasília: Editora Universidade de Brasília, 2020. cap. 4, p. 108-149. ISBN 978-65-5846-026-8. disponível em: https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1128786/agricultura-organica-e-agronegocio-analise-e-impactos-de-tecnologias-sustentaveis.Acesso em: 03 agosto de 2024.

SUSTAINABLE Food and Agriculture. [S.l.], disponível em: https://www.fao.org/sustainability/background/en/. Acesso em: 22 maio 2024.

DALMAGO, Genei Antonio. **Sustentabilidade: reflexões sobre uso do termo e evolução de conceitos**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2021 PDF (60 p.) : il. color. - (Embrapa Trigo. Documentos Online, 193). ISSN 1518-6512. Disponível em https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222930/1/Doc-193-online-2021.pdf. Acesso em: 22 mai. 2024.

GIORDANO, L. B.; ARAGÃO, F. A. S.; BOITEUX, L. S. **Melhoramento genético do tomateiro**. Informe agropecuário, v.24, n.219, p.43-57, 2003.

VALADARES, Alexandre; ALVES, Fábio; GALIZA, Marcelo. **O CRESCIMENTO DO USO DE AGROTÓXICOS: UMA ANÁLISE DESCRITIVA DOS RESULTADOS DO CENSO AGROPECUÁRIO 2017**. [*S. l.*]: Diretoria de Estudos e Políticas Sociais, 2020. 42 p. Disponível em: https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/9947/1/NT_65_Disoc_O%20Crescimento%20do%20uso%20de%20agrotoxicos.pdf. Acesso em: 26 ago. 2024.