



FERNANDA APARECIDA AGUIAR

**UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA PARA
IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES RELACIONADAS ÀS
PERDAS DE FRUTOS DE TOMATE NO MUNICÍPIO DE
CARMÓPOLIS DE MINAS-MG**

**LAVRAS-MG
2021**

FERNANDA APARECIDA AGUIAR

**UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA PARA
IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES RELACIONADAS ÀS
PERDAS DE FRUTOS DE TOMATE NO MUNICÍPIO DE
CARMÓPOLIS DE MINAS-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

**Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).**

Aguiar, Fernanda Aparecida.

Uma abordagem exploratória para identificação das condições relacionadas às perdas de frutos de tomate no município de Carmópolis de Minas - MG / Fernanda Aparecida Aguiar. - 2021. 47 p.

Orientador(a): Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros.

Dissertação (mestrado acadêmico) - Universidade Federal de Lavras, 2021.

Bibliografia.

1. tomaticultura. 2. controle biológico. 3. perdas. I. de Medeiros, Flávio Henrique Vasconcelos. II. Título.

FERNANDA APARECIDA AGUIAR

**UMA ABORDAGEM EXPLORATÓRIA PARA
IDENTIFICAÇÃO DAS CONDIÇÕES RELACIONADAS ÀS
PERDAS DE FRUTOS DE TOMATE NO MUNICÍPIO DE
CARMÓPOLIS DE MINAS-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, área de concentração Fitopatologia, para a obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de Julho de 2021.

Dr. Abadia dos Reis Nascimento, UFG.

Dr. Marco Aurélio Siqueira da Gama, UFRPE.

Dr. Ricardo Magela de Souza, UFLA.

Prof. Dr. Flávio Henrique Vasconcelos de Medeiros
Orientador

**LAVRAS-MG
2021**

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento do trabalho.

ABSTRACT

Tomato is the second most consumed vegetable in the world, but in some producing regions of the country it still has a nomadic nature. One of the reasons for crop migration is the importance of diseases caused by soil borne pathogens. In order to determine the factors that govern the importance of these diseases, we determined the loss pattern and cost of tomato production in the county of Carmópolis de Minas-MG. In all tomato production areas, plant wilt was identified for the presence of pectinolytic bacteria. The cost of tomato production was higher than that reported in other regions and although the products adopted were aimed at plant nutrition and pest and disease control, they did not guarantee a reduction in tomato fruit losses of up to 30% throughout the production chain and marketing of tomatoes. Fruit loss was mainly associated with boron and calcium deficiency. Although smaller in the field, the occurrence of pectinolytic bacteria became the most important loss along the tomato marketing chain, reaching its maximum on the supermarket shelf. Furthermore, a significant association was found between calcium deficiency and an increase in pectinolytic bacterial symptoms. Furthermore, of all losses as qualitative, calcium deficiency and occurrence of pectinolytic bacteria were the only ones with brix above 4.5. Therefore, in order to reduce the cost of tomato production and make the production of table tomatoes sustainable, we propose a critical review on the use of phytosanitary products and fertilizers to reduce losses, which in turn will contribute to reduce losses by diseases caused by necrotrophic pathogens such as pectinolytic bacteria.

Keywords: *Solanum lycopersicum*; production cost; pectinolytic bacteria, brix

RESUMO

O tomate é a segunda hortaliça mais consumida no mundo, mas em algumas regiões produtoras do país ainda tem uma natureza nômade. Um dos motivos para a migração das lavouras é a importância das doenças causadas por patógenos habitantes do solo. A fim de determinar os fatores que regem a importância destas doenças, determinamos o padrão de perdas e o custo da produção de tomate no município de Carmópolis de Minas-MG. Em todas as áreas de produção de tomate a murcha de plantas foi identificada a presença de bactérias pectinolíticas. O custo de produção do tomate foi acima do relatado em outras regiões e embora os produtos adotados visassem a nutrição das plantas e o controle de pragas e doenças, não garantiram redução de perdas de frutos de tomate de até 30% ao longo da cadeia de produção e comercialização do tomate. A perda de frutos foi associada principalmente a deficiência de boro e cálcio. Embora menor no campo, a podridão mole se tornou a perda mais importante ao longo da cadeia de comercialização do tomate, atingindo seu máximo na gôndola do supermercado. Além disso, uma correlação significativa foi encontrada entre a deficiência de cálcio e a incidência de podridão mole. Além disso, de todas as perdas qualitativas, a deficiência de cálcio e a podridão mole foram as únicas com brix acima de 4,5. Portanto, a fim de reduzir o custo de produção do tomate e tornar a produção sustentável de tomate de mesa, propomos uma revisão crítica sobre o uso de produtos fitossanitários e fertilizantes para redução de perdas, o que por sua vez irá contribuir para reduzir as perdas por doenças causadas por patógenos necrotróficos como bactérias pectinolíticas.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*; custo de produção; bactérias pectinolíticas, brix

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Danos avaliados em frutos de tomate. A) Sintoma característico de bactérias pectinolíticas B) Deformação cuticular do fruto; C) Lesão mecânica; D) Lesão por *Tuta absoluta*; E) Sintoma de deficiência de cálcio; F) Sintoma de deficiência de boro.

Figura 2 - Níveis de danos causados por agentes bióticos e abióticos avaliados na cadeia produtiva do tomate. As médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre danos, e as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre as etapas da cadeia de produção, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 3 - Níveis de sólidos solúveis em tomates com diferentes tipos de danos. As barras indicam o erro padrão da média. *Dados significantes pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 4 - Correlação entre °brix e porcentagem de frutos de tomate com diferentes causas de danos. *Apresenta correlação significativa pelo coeficiente de Pearson, $r > 0,5$ ou $r < -0,5$.

Figura 5 - Correlação entre porcentagem de deficiência nutricional e porcentagem de frutos com danos bióticos de *Tuta absoluta* e *bactérias pectinolíticas*. *Apresenta correlação significativa pelo coeficiente de Pearson, $r > 0,5$ ou $r < -0,5$.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Produção de tomates por caixa e custo médio das lavouras.

Tabela 2 - Agroquímicos utilizados por safra 16/17 e 17/18 – quantidade de produtos comerciais e ingredientes ativos no município de Carmópolis de Minas-MG em dois anos de produção em três grupos produtores da região.

Tabela 3 - Custo médio de produção de tomate em dois anos agrícolas no município de Carmópolis de Minas (MG) em três grupos produtores.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| 1. INTRODUÇÃO | 10 |
| 2. REFERENCIAL TEÓRICO | 12 |
| 2.1 A cultura do tomate | 12 |
| 2.1.1 Tipos de cultivo | 12 |
| 2.2 Problemas fitossanitários | 13 |
| 2.2.1 Doenças causadas por bactérias..... | 13 |
| 2.2.2 Doenças causadas por fungos e oomicetos..... | 15 |
| 2.2.3 Insetos-praga que causam danos a cultura do tomate..... | 17 |
| 2.3 Uso de agroquímicos | 18 |
| 2.4 Principais desordens fisiológicas | 19 |
| 2.5 Distúrbio fisiológico relacionado ao clima | 20 |
| 2.6 Principais doenças pós-colheita | 20 |
| 2.7 O desperdício de alimentos causado por danos na cadeia produtiva | 21 |
| 2.8 Teor de sólidos solúveis | 21 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 23 |
| 3.1 Coleta de dados custo de produção | 23 |
| 3.2 Determinação de perdas qualitativas e quantitativas | 25 |
| 4. Análise estatística | 27 |
| 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 27 |
| 6. CONCLUSÕES | 42 |
| 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 42 |

1. INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum*) é uma das hortaliças mais importantes do mundo, ocupando a segunda posição (CONAB, 2019). A produção dessa hortaliça requer ferramentas de manejo de alta tecnologia e acesso a crédito, devido às demandas e sensibilidade da cultura (EMBRAPA, 1980).

A produção mundial de tomate gira em torno de 281.228.179 toneladas por ano (FAO) (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS, 2018). O Brasil, apesar das condições edafoclimáticas benéficas, que favorecem uma maior área cultivada e produtividade, ocupa apenas a 10ª posição com 4.11.242 toneladas. Os pequenos produtores são responsáveis pela maior parte da produção brasileira de hortaliças e o tomate representa 60% dessa produção. Entretanto, nem sempre esses pequenos produtores tem acesso às práticas precisas de manejo da cultura que levem à produção sustentável (MELO; VILELA, 2007).

O município de Carmópolis de Minas-MG - localizado no estado de Minas Gerais a aproximadamente 110 km da capital Belo Horizonte - é um dos principais focos da produção de tomate do país, ocupando a 5ª posição em área plantada na Região Sudeste, com 250 hectares, a 6ª posição em quantidade produzida, com 20.500 toneladas, e produtividade média de 82.000 kg/ha, superando a produtividade nacional de 71.940 kg/ha (SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA, 2019). Apesar de serem considerados eficientes e competitivos na atual conjuntura do mercado, os produtores de Carmópolis de Minas-MG ainda apresentam grandes desafios técnicos e econômicos.

Visando melhorar a produtividade, iniciativas de pequenos produtores, como a formação de associações, podem desempenhar um papel importante na adoção de práticas mais adequadas de manejo de culturas de forma economicamente viável. Assim, em 2018, foi fundada a Associação dos Produtores de Tomate de Carmópolis de Minas-MG com o objetivo de fortalecer o setor (CACB, 2018).

A frequência com que são analisados os custos de produção de qualquer atividade do setor agropecuário subsidia o estabelecimento de práticas aprimoradas que resultam em menores perdas e maiores rendimentos (VALLE; ALLOE, 1981), bem como limitações organizacionais e estruturais dos empresários rurais (CREPALDI, 1993).

As limitações técnicas que podem estar relacionadas aos cultivos em geral compreendem posicionamento técnico inadequado de agroquímicos, e também o uso indiscriminado de agroquímicos, resultando em custos elevados e também na contaminação do

solo, produtos finais, trabalhadores (ÇETIN e VADAR 2008; (PANUWET et al., 2012; QIAO et al., 2012; SUN; RICKAILLE; XU, 2018) e a emergência de doenças iatrogênicas (GRIFFITHS, 2018).

O uso inadequado dos produtos ou a não utilização de práticas de gestão integrada podem resultar em maiores perdas. Por sua vez, tais perdas, quando deixadas no campo, podem resultar no aumento das populações de pragas e patógenos, levando a um manejo insustentável e migração do campo de produção (MEENA et al., 2020).

Dentre os fatores limitantes à produção de tomate, os patógenos habitantes de solo são os mais importantes para promover a migração de produtores para outras culturas/atividade que não demande altos custos e doenças de difícil manejo. Essa migração de produtores para novas terras implica em maiores custos e menor utilização de investimentos como a adubação. Nesse cenário o desenvolvimento de sintomas causados por bactérias pectinolíticas aos cultivos apresenta grande importância.

Além do mais, a determinação da natureza das perdas de tomate ao longo da cadeia de produção permite ajustar as medidas que minimizem esses danos e soluções para as perdas como a reutilização dos resíduos. Portanto, objetivou-se com esse trabalho realizar um levantamento junto aos produtores de Carmópolis de Minas para se determinar os custos de produção e quantificar as perdas e danos, sua provável causa e perspectivas de redução com vistas à maior perenização do cultivo, além da sustentabilidade de produção com particular atenção aos patógenos radiculares – que levam à migração de produtores.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do tomate

No Brasil, o cultivo do tomate teve início no século XIX com a introdução da cultura por imigrantes europeus. A hortaliça tem seu centro de origem na região andina, porém seu processo de domesticação ocorreu no México, sendo considerado o centro de origem secundário (BRITO JUNIOR, 2012).

O tomate é uma planta herbácea pertencente à família *Solanaceae*, com caule flexível e hábito de crescimento determinado e indeterminado, o que caracteriza o tipo de cultivo e o sistema de produção (BRITO JUNIOR, 2012). Com sua ampla cobertura de mercado, existe um grande número de variedades de tomate para atender às diferentes necessidades, seja na forma in natura, seja para a indústria (CARVALHO et al., 2014).

2.1.1. Tipos de cultivo

Uma das características do tomateiro é a distinção entre dois hábitos de crescimento, os quais são determinantes para o condicionamento do comportamento da cultura. No tipo arbusto/determinado - a planta não emite novos nós no caule após o florescimento; no tipo alto/indeterminado - a planta continua a emitir novos nós no caule após o florescimento, sendo necessário o tutoramento para que a planta fique ereta e os frutos não mantenham contato com o solo. Genótipos de tomateiro com crescimento determinado são predominantemente usados na indústria uma vez que a maturação dos frutos ocorre mais uniforme e possibilita colheita mecanizada. As cultivares de crescimento indeterminado são destinadas a produção de tomate para mesa e consumo in natura (ALVARENGA, 2004).

Segundo (FILGUEIRA, 2008), o hábito determinado ocorre em lavouras rasteiras, com finalidade industrial, onde as cultivares foram melhoradas e desenvolvidas com esta finalidade. A planta assume o formato de uma touceira, com crescimento menos vigoroso, com os caules tendendo a ser mais uniformes e atingir cerca de 1 metro, com ramos de flores no final.

Cultivares para consumo in natura ou tomate de mesa são aqueles que foram desenvolvidos com o hábito de crescimento indeterminado. A planta apresenta um crescimento vegetativo contínuo e vigoroso, e esse crescimento ocorre simultaneamente com a produção de flores e frutos. Esse crescimento vigoroso se deve ao predomínio da gema apical, sendo essas cultivares conduzidas de forma tutorada e podada, podendo atingir mais de 2,5 metros de altura (FILGUEIRA, 2008).

Outra influência direta do tipo de cultivo do tomate é a incidência de pragas e doenças, a condução de tutoria do tomate é uma prática cultural que desempenha um papel fundamental na saúde das lavouras. A condução das plantas em sistema vertical possibilita o aumento da incidência da radiação solar ao longo da copa das plantas, reduzindo o período de molhamento foliar e, conseqüentemente, a severidade das doenças. Uma característica importante neste sistema é o aumento na eficiência da aplicação de defensivos, uma vez que esta aplicação é feita em ambos os lados das fileiras, favorecendo maior cobertura de órgãos vegetais (WAMSER et al., 2008).

2.2. Problemas fitossanitários

Na produção de tomate e solanáceas em geral há uma alta incidência de doenças, sendo catalogadas mais de 200 em todo o mundo, causadas principalmente por fungos e bactérias e o ataque de insetos-praga (INÁCIO, 2011). O manejo de insetos também está diretamente relacionado à redução da importância das doenças de etiologia virótica. Há a possibilidade de manejo com a adoção correta de defensivos e outras práticas de controle. O manejo de insetos também está diretamente relacionado à redução da importância das doenças de etiologia virótica.

2.2.1 Doenças causadas por bactérias

Qualquer planta em ambiente natural está em contato com milhões de bactérias. Dentro desse sistema existem bactérias que colonizam as plantas externamente, sem prejudicá-las sendo denominadas epífitas, enquanto as que colonizam internamente sem causar danos são conhecidas por endofíticas. Há outras interações entre plantas e bactérias que envolvem benefícios mútuos como troca de nutrientes, hormônios ou fatores de crescimento são as ectosimbiontes e endosimbiontes (KADO, 1992).

Entretanto algumas bactérias desenvolveram a habilidade de se nutrir a partir de tecidos das plantas, parasitando-os – as bactérias fitopatogênicas. Nessa interação a sobrevivência da bactéria é favorecida aumentando sua competitividade em relação a outros organismos e sua diversidade. As bactérias colonizam os espaços intercelulares e vasos condutores (xilema e floema). Nesse ambiente interno elas estão protegidas de fatores adversos que ocorrem na superfície vegetal. Para aumentar a disponibilidade de nutrientes para serem usados em seu metabolismo, durante a evolução, as espécies de bactérias fitopatogênicas desenvolveram mecanismos capazes de desorganizar a estrutura das células vegetais, promovendo a liberação

de nutrientes e fatores de crescimento para serem utilizados em seu metabolismo (KADO, 1992).

Bactérias fitopatogênicas são microrganismos, procariontes e unicelulares que desenvolveram a capacidade de colonizar e penetrar tecidos vegetais, causando desequilíbrio as células e tecidos vegetais resultando na ocorrência de doenças. Esses microrganismos chegam ao interior do hospedeiro por ferimentos e aberturas presentes na parte aérea ou radicular das plantas. Devido sua estrutura simples (parede celular, flagelo, fímbrias, cápsula, membrana plasmática, citoplasma, cromossomo único circular, ribossomo e messosomo) e rápida reprodução – assexuada (fissão binária) podem ocasionar grandes perdas de produção (AMORIM; REZENDE; FILHO, 2018).

Dentre as principais doenças bacterianas que acometem a cultura do tomate estão:

- A murcha bacteriana causada por *Ralstonia solanacearum* que também afeta outras solanáceas tropicais e subtropicais. Apresenta difícil controle devido à alta capacidade de sobrevivência da bactéria no solo. Ocorre em condições de alta umidade e temperatura (29-35°C). A infecção ocorre a partir da entrada do patógeno nas lesões radiculares, causando a interrupção dos vasos do xilema e murcha da parte aérea (ALVARENGA, 2004), sendo este o primeiro sintoma na parte superior da planta. As plantas murchas apresentam escurecimento dos vasos, mais intenso na base da planta e facilmente visualizado ao destacar o caule. A diagnose pode ser confirmada pelo “teste do copo”. Não existem cultivares com alta resistência a doença, nesse caso são requeridas medidas complementares como: a) plantar em áreas onde não tenha sido cultivado solanáceas e outras espécies hospedeiras; b) evitar plantios em áreas que recebem água escoada de locais com ocorrência do patógeno; c) plantar em solos bem drenados para evitar acúmulo de água; d) evitar plantio em época de temperatura e umidade altas; e) utilizar mudas oriundas de porta enxerto resistente; f) controlar pragas de solo e nematóides que provocam ferimentos na planta e facilitam a penetração da bactéria (LOPES; ÁVILA, 2005).
- A mancha bacteriana causada por *Xanthomonas* sp., se desenvolve em condições de alta umidade e temperatura próxima de 30°C. O dano ocorre diretamente nas folhas, causando manchas com posterior queda, diminuindo a área fotossintética e também expondo os frutos ao sol causando sua queima (NASCIMENTO et al., 2013). Segundo (INÁCIO, 2011) esta doença pode causar mais de 35% das perdas nas áreas infestadas. A doença se manifesta inicialmente nas folhas mais velhas sob a forma de manchas marrons de formato irregular e concentradas nos bordos foliares. Para controle recomenda-se utilizar sementes de boa qualidade ou plantar

mudas sadias de cultivares menos susceptíveis ao patógeno, utilizar fungicidas a base de cobre e evitar irrigação excessiva (LOPES; ÁVILA, 2005).

- A podridão mole causada pela bactéria pectinolítica *Pectobacterium* sp. na cultura do tomateiro é um problema no campo e na pós-colheita. Devido a sua natureza saprofítica pode sobreviver em restos culturais (DE BOER; ALLAN; KELMAN, 1979). Os sintomas começam a partir de uma lesão encharcada, com rápido alargamento em profundidade e diâmetro. Os frutos infectados são convertidos em uma massa aquosa enquanto o tecido externo permanece intacto (FILHO; ROMEIRO; GARCIA, 2008). A doença é mais comum no período de verão, quando é mais rápida a multiplicação da bactéria, sendo que há maior ocorrência de insetos que danificam os frutos facilitando a entrada do patógeno pelo ferimentos provocados, e chuvas que facilitam a disseminação do mesmo (LOPES; ÁVILA, 2005).

2.2.2 Doenças causadas por fungos e oomicetos

Os fungos são organismos eucariontes, aclorofilados e heterotróficos, e se reproduzem sexuada e assexuadamente, geralmente filamentosos e ramificados. Sua parede celular é composta de quitina e glucanos. Um grupo de organismos semelhantes a fungos, o Oomycota, geralmente referido como oomicetos, até cerca de 1990 eram considerados fungos verdadeiros. Com algumas exceções contendo quitina, a maioria dos oomicetos tem paredes celulares compostas por glucanos e pequenas quantidades de celulose, sendo assim considerados membros do reino Chromista em vez do reino Fungi, porém são tratados como fungos por suas semelhanças com eles e pela forma como causam doenças nas plantas (AGRIOS, 2005).

Os fungos podem obter alimento como saprofitos - vivem sobre e obtêm nutrientes a partir da matéria orgânica morta em decomposição – ou com parasitas se nutrindo da matéria viva. Em ambos os casos as substâncias nutritivas são ingeridas por absorção após terem sido parcialmente digeridas por meio de enzimas (AGRIOS, 2005).

O crescimento fúngico é constituído das fases vegetativa e reprodutiva. Os fungos, são constituídos de filamentos microscópicos com parede celular bem delimitada, as hifas. A extremidade da hifa é a região de crescimento. O protoplasma na extremidade da hifa sintetiza enzimas e ácidos orgânicos que são difundidos no substrato, e quebram a celulose, amido, açúcares, proteínas, gorduras e outros constituintes do substrato, que serão alimentos para o crescimento do fungo (AGRIOS, 2005).

No processo de desenvolvimento, os fungos formam estruturas vegetativas que funcionam como estruturas de resistência, denominados esclerócios e clamidósporos, que

permanecem em repouso quando as condições são desfavoráveis e ativadas em condições favoráveis (AGRIOS, 2005).

Na fase reprodutiva, tem-se os esporos – que constituem a unidade propagativa. São produzidos em ramificações das hifas – esporóforos que de acordo com a classe podem ser conidióforos (Deuteromicetos) ou esporangióforos (Oomicetos) (AGRIOS, 2005).

Para conferir proteção as células esporógenas tem-se os corpos de frutificação (peritécios, apotécios e picnídios). As ascas são as células esporógenas de Ascomicetos e basídias de Basidiomicetos (AGRIOS, 2005).

Os fungos fitopatogênicos passam parte de sua vida em plantas hospedeiras e parte no solo ou somente no solo. Podem ser biotróficos, aqueles que completam seu ciclo de vida no hospedeiro e apenas os esporos podem atingir o solo onde morrem ou permanecem inativos até que encontre um hospedeiro para crescer e se multiplicar. Podem ser hemibiotróficos, aqueles que passam parte de suas vidas no hospedeiro como parasitas e parte nos tecidos mortos do hospedeiro no solo – como saprófitos – para completar seu ciclo de vida. Um terceiro grupo de saprófitos facultativos, crescem parasiticamente no hospedeiro, produzem toxinas e continuam a crescer e se multiplicar nos tecidos mortos do hospedeiro após sua morte, além de crescerem e se multiplicarem em outros materiais vegetais em decomposição no solo – são conhecidos por patógenos de solo (necrotróficos) e podem sobreviver ali por muitos anos (AGRIOS, 2005).

Dentre as principais doenças fúngicas que acometem a cultura do tomateiro no Brasil estão:

- A pinta preta causada por *Alternaria solani*, um fungo mitospórico necrotrófico, com conídios retos ou levemente curvos, corpo oblongo e coloração parda com 9-11 septos transversais (ELIS, 1971). O dano causado nos frutos é caracterizado por lesões escuras e deprimidas em forma de anel concêntrico; nas folhas, o dano é caracterizado por lesões necróticas marrom-escuras a pretas com bordas bem definidas. As condições favoráveis para a ocorrência da doença são baixa umidade e temperaturas variando entre 28-30° C (PEREIRA; CARVALHO; PINHEIRO, 2013). No manejo da doença recomenda-se utilizar sementes tratadas e de boa qualidade, e mudas em bom estado fitossanitário. Além disso recomenda-se não irrigar de forma excessiva e queimar/enterrar restos de plantas logo após a colheita (LOPES; ÁVILA, 2005).
- A mela ou requeima causada por *Phytophthora infestans*, um patógeno hemibiotrófico, ataca frutos, folhas, caules e pecíolo, podendo comprometer a produção em poucos dias (AGRIOS, 2005). Essa doença ocorre em todas as regiões do país, sendo favorável por climas

frios e úmidos, ou seja, em locais com alta umidade relativa e com temperaturas variando de 12 a 20°C (AGRIOS, 2005). A doença também pode ocorrer em regiões quentes, mas com noites frias e, dificilmente ocorre em condições acima de 30°C, mas pode sobreviver em restos culturais por até 60 dias (LOPES; ÁVILA, 2005). A infecção ocorre por esporos do fungo carregados pelo vento, provenientes de lavouras de tomate vizinhas infectadas ou de plantas voluntárias. Para germinar, os esporos precisam de água livre na superfície da planta. Os sintomas iniciais aparecem na metade superior da planta, podendo causar a morte do broto terminal. Nas folhas, a doença se inicia com manchas grandes de aparência úmida, que se tornam marrons ao secarem. Sob alta umidade (acima de 90%), as manchas na superfície inferior da folha ficam esbranquiçadas pela esporulação do fungo. No caule, as lesões são escuras, quase pretas, e tornam o tecido quebradiço (LOPES; ÁVILA, 2005).

2.2.3 Insetos-pragas causadores de danos à cultura do tomate

A cultura do tomateiro é acometida por diversas pragas. No Brasil as que ocorrem com maior frequência são larva alfinete, traça, broca pequena, larva minadora, mosca branca e tripés.

- Larva alfinete (*Diabrotica speciosa*): mede de 5 a 6 mm e pode atingir até 10 mm de comprimento. O ataque ocorre preferencialmente nas folhas e, dependendo da intensidade, causa um atraso no desenvolvimento da planta (GALLO et al., 2002). Na fase inicial pode causar destruição total das mudas pelo ataque em área foliar (ALVARENGA, 2004);
- Traça do tomateiro (*Tuta absoluta*): a lagarta mede de 6 a 9mm, com coloração marrom no dorso e pupa coloração verde. Ataca todas as partes da planta formando galerias, onde as larvas se alimentam e se desenvolvem. O ataque ocorre em todos os estágios de desenvolvimento da cultura e as lesões são portas de entrada para os patógenos (ALVARENGA, 2004);
- Broca pequena do tomateiro (*Neoleucinodes elegantalis*): a lagarta penetra no fruto, faz pequenos orifícios que são a porta de entrada para patógenos, e dentro do fruto a pequena broca consome as sementes e a polpa fazendo galerias e inviabilizando o consumo do fruto (BIGGI, 1977). As frutas infestadas não são destinadas para consumo in natura e indústria, pois a polpa é totalmente destruída (GALLO et al., 2002);
- Larva minadora (*Liriomyza* sp.): ataca cerca de 14 famílias de plantas, incluindo a cultura do tomate. Esse inseto-praga faz galerias ou minas nas folhas, causando desfolhamento e ressecamento, reduzindo a área foliar e expondo os frutos ao sol, além dessas galerias serem portas de entrada de patógenos (GUIMARÃES, 2009);

- Mosca branca (*Bemisia tabaci*, biotipo B): tem cerca de 1mm e cor branca ou amarelo-palha. Ataca diversas espécies vegetais, entre grandes culturas, hortaliças, frutas, ornamentais e ervas daninhas. Devido à ação toxicogênica associada à sua alimentação, causa danos diretos ao tomate, como alterações no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo. Outra consequência do ataque dessa praga é o desenvolvimento de fungos do gênero *Capnodium*, que causam a fumagina, fungo que se desenvolve em excreção açucarada, não penetra nos tecidos mas recobre as folhas com seu micélio de coloração preta. Esse inseto-praga também é vetor de vírus como o *Begomovírus* e o *Cirivírus*, que representam grandes problemas na produção brasileira de tomate. (MOURA et al., 2014);
- Tripes (*Frankliniella schultzei* Trybom): Possui tamanho variando de 1 a 3 mm, apresentando grande variação de coloração entre as populações. O controle desse inseto-praga é dificultado devido aos locais onde se localizam na planta, como a parte inferior das folhas, flores, botões e caules apicais, estando nas dobras e reentrâncias da planta. Sua maior importância ocorre como vetor de vírus, como o vira-cabeça do tomateiro. Porém, também pode causar necrose nas áreas atacadas, o que pode resultar em queda de folhas e prejudicar o desenvolvimento dos frutos (MOURA et al., 2014).

2.3 Uso de agroquímicos

O uso de agroquímicos é a principal ferramenta no manejo de pragas e doenças nas principais lavouras. O uso generalizado visa manter as lavouras com boa sanidade para aumentar a produtividade. O setor de horticultura em 2011 respondeu por 10% do faturamento com defensivos agrícolas, sendo uma fatia representativa desse setor que movimentou mais de 7 bilhões de dólares naquele ano. Nesse cenário de utilização de agroquímicos na horticultura brasileira, o tomate é umas das principais culturas. Ocupando a 3ª colocação no ranking, a produção de tomate representa mais de 116 milhões de dólares em defensivos agrícolas no ano de 2011, sendo superada apenas pela produção de Citrus e Batata (SINDAG, 2011).

2.4 Principais desordens fisiológicas

Em geral distúrbios nutricionais podem afetar as culturas prejudicando processos fisiológicos, metabolismo do vegetal e sua produtividade. Podem ser causados por diversos fatores, entre eles a deficiência ou dificuldade de absorção de alguns nutrientes. Na cultura do tomate pode-se citar a deficiência de cálcio e boro.

O cálcio é um elemento de baixa mobilidade absorvido em sua forma catiônica Ca^{2+} , sendo a calagem a principal fonte do nutriente para as plantas. O elemento atua na estabilidade estrutural do tecido vegetal – síntese de parede celular (lamela média), e na permeabilidade e seletividade da membrana plasmática (ZAMBOLIM; VENTURA; ZANÃO JÚNIOR, 2012).

O elemento atua na interação com doenças de plantas e seu papel está relacionado com a redução da severidade de doenças em várias espécies de plantas. Na cultura do tomate tem-se resultados (ZAMBOLIM; VENTURA; ZANÃO JÚNIOR, 2012) em relação a diversas fontes de cálcio aplicados em condições de campo, contribuindo para redução da severidade de doenças causadas por *Fusarium oxysporum* f.sp. *lycopersici*, *Phytophthora* sp, *Pectobacterium* sp. e *Botrytis cinerea*. A redução de severidade pode ser explicada pela proteção de materiais pectícos da maceração, causada por enzimas extracelulares produzidas pelos patógenos citados. O mecanismo de ação do cálcio na redução de Podridão mole em tomate se fundamenta na formação de pectatos de cálcio na parede celular, aumentando a estabilidade da matriz pectica e diminuindo a vulnerabilidade ao ataque pelas enzimas produzidas pelo patógeno bacteriano causadoras do amolecimento do tecido (GRANT et al., 1973).

É importante destacar que o sintoma de deficiência de cálcio, conhecido por fundo preto, se inicia com a flacidez das extremidades dos frutos, e evolui para necrose deprimida, seca e escurecida (DA SILVA et al., 2006).

Outro distúrbio nutricional que pode ocorrer na cultura é a deficiência de boro, que se caracteriza pelo encurtamento das folhas, com posterior morte dos botões e folhas. Os frutos desenvolvem manchas necróticas de cor marrom, principalmente próximo ao pedúnculo e não adquirem totalmente a cor vermelha. As paredes das frutas tornam-se deprimidas assimetricamente e os lóculos das frutas se abrem. O elemento é praticamente imóvel pelo floema, sendo essencial para o crescimento normal das plantas – divisão celular, alongamento das células, polinização na floração, produção de sementes e translocação de açúcares – e também para o sistema hormonal das plantas. Além disso o boro afeta a translocação e a absorção de cálcio e potássio na planta, sendo que a deficiência do elemento boro acarreta

diminuição do teor de cálcio nas folhas e conseqüentemente na fração pectina das folhas e frutos de tomate (ZAMBOLIM; VENTURA; ZANÃO JÚNIOR, 2012)

Os danos causados tanto pela deficiência de cálcio quanto pela deficiência de boro, tornam os frutos impróprios para comercialização (DA SILVA et al., 2006).

2.5 Distúrbio fisiológico relacionado ao clima

As rachaduras cuticulares na superfície dos frutos de tomate são anomalias ou cicatrizes cuticulares, que ocorrem de forma concêntrica ao redor do ponto de inserção peduncular em frutos verdes ou maduros, surgindo após a ocorrência de chuvas. Em frutos maduros, pode ocorrer perda de elasticidade da película que os envolve, tornando a superfície áspera. À medida que os frutos crescem, a película se rompe em pequenas rachaduras, conhecidas por "russetting". O problema é de origem desconhecida, mas fatores como grande variação entre temperatura diurna e noturna e condutividade elétrica inadequada da solução nutritiva podem estar relacionados à maior incidência, em especial em cultivos protegidos (LOPES; ÁVILA, 2005).

2.6 Principais doenças pós-colheita

Existem doenças que afetam os frutos na pós-colheita. Segundo LOPES; ÁVILA, 2015, a intensidade dessas doenças está diretamente ligada ao período entre a colheita e o consumo do produto, e depende das condições ambientais encontradas nesse período. No caso do tomate para consumo in natura, ou tomate de mesa, os prejuízos causados por patógenos pós-colheita são elevados - devido à falta de cuidado na colheita, transporte e manuseio durante a comercialização. Com o amadurecimento dos frutos, ocorrem mudanças fisiológicas e efeitos estruturais no fruto que o predispõe ao ataque de patógenos. A redução da firmeza da casca dos frutos com a intensificação do amadurecimento os deixa também mais suscetíveis aos danos mecânicos, que são as principais portas de entrada dos patógenos pós-colheita (LOPES; ÁVILA, 2015).

Embora várias bactérias possam causar apodrecimento dos frutos após a colheita, as bactérias pectinolíticas são frequentemente associadas a esse problema. A doença ocorre com mais frequência no verão, quando as bactérias encontram as condições ideais para o seu desenvolvimento e quanto maior é a quantidade de insetos que causam danos aos frutos, facilitando a entrada do patógeno. O sintoma característico é a desintegração aquosa dos frutos, geralmente por injúrias por danos mecânicos ou por insetos (LOPES; ÁVILA, 2015). No caso da podridão por *Rhizopus*, causada pelo *Rhizopus stolonifer*, a doença se manifesta em qualquer

fase do desenvolvimento do fruto, principalmente na maturação, e só ocorre se houver lesão na penetração do fungo. O apodrecimento é rápido e aguado, diferenciando-se da outra podridão devido à formação de micélio branco com frutificação preta (LOPES; ÁVILA, 2015).

2.7 O desperdício de alimentos causados por danos na cadeia produtiva

O tomate, como a maioria dos vegetais, é altamente perecível. Além desse fator, o manejo precário nos processos de produção, beneficiamento e comercialização, tem causado enormes prejuízos.

VILELA et al., 2003 sugerem que no Brasil as perdas começam no campo, na colheita e beneficiamento do produto para a comercialização, prosseguindo na rede de transporte, centros de abastecimento e atacadistas, até atingir os consumidores intermediários e finais.

Estudos realizados mostram que no Brasil não há uma preocupação relevante com a incidência de injúrias mecânicas nos sistemas de manejo pós-colheita adotados para hortaliças, e constatou-se que as perdas médias de hortaliças na pós-colheita são de 35%, chegando a até 40%, enquanto em outros países, como os Estados Unidos, essas perdas não passam de 10% (FGV, 2002).

Com a expectativa de um aumento significativo da população mundial, é fundamental que o processo seja otimizado na produção, processamento e distribuição de alimentos. Portanto, é extremamente importante que essa cadeia produtiva seja avaliada e aprimorada para que haja uma redução no desperdício de alimentos, pensando não só no aspecto econômico, mas também no aspecto social da agricultura (IBGE, 2018).

2.8 Teor de sólidos solúveis

O teor de sólidos solúveis é uma das principais características da matéria-prima. Esse teor representa todos os sólidos dissolvidos em água, como açúcar, sais, proteínas, ácidos. Este parâmetro é medido através do ° brix.

Brix é uma escala numérica usada na indústria de alimentos para medir a quantidade aproximada de açúcares. Quanto maior o °brix, maior o rendimento da produção industrial e menor o gasto de energia no processo de concentração da polpa. Além de ser uma característica genética de cada cultivar, o teor de sólidos solúveis dos frutos é diretamente influenciado pela fertilização, temperatura e disponibilidade de água. Os valores médios das matérias-primas recebidas pelas indústrias no Brasil giram em torno de 4,5 °brix. Em termos práticos, para cada

aumento de um °brix na matéria prima, há incremento de 20% no rendimento industrial. (DA SILVA et al., 2006).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

A caracterização do sistema de produção foi baseada nas respostas de doze agricultores a um questionário que englobou análise qualitativa, as práticas de manejo predominantes da cultura, se havia custos associados à produção e comercialização e uma identificação das características técnicas relacionadas ao comportamento da cultura. O questionário teve como principal objetivo fazer uma análise qualitativa, identificando características no gerenciamento, seja no custo de produção e comercialização, e também identificando características técnicas relacionadas à condução da cultura.

A produção baseou-se na relação entre proprietários das packingshouse – casa de embalagem, pequenos produtores de tomate ou agricultores que produzem em campos alugados e comércio varejista. Os proprietários das packingshouse forneciam todos os insumos e materiais necessários (fertilizantes, mudas, irrigação, agroquímicos e outros) para a produção e os agricultores recebiam um percentual, que variava entre 40% e 50%, do retorno líquido após a venda do tomate. Após a colheita, a produção era encaminhada para a casa de embalagem, lavada, classificada por tamanho e maturação, embalada de acordo com a necessidade do comprador (caixas ou contêineres de madeira), e transportada para comercialização.

3.1 Coleta de dados custo de produção

Os dados foram disponibilizados pelo produtor, que descreveu todas as atividades e produtos utilizados nas lavouras. O mesmo produtor realizou os dois custos em duas safras.

A safra 2016/2017 foi realizada no período de Agosto de 2016 a Julho de 2017 – considerando três ciclos de produção – e plantio realizado em Janeiro de 2017, com 39.000 plantas, correspondendo a uma área de 2,03 hectares. A safra 2017/2018 foi realizada no período de Março de 2017 a Março de 2018 – considerando três ciclos de produção – e plantio realizado em Setembro de 2017, com 45.000 mudas plantadas, correspondendo a uma área de 2,36 hectares. Todos os processos produtivos foram semelhantes em cada ciclo, respeitando as demandas de cada ciclo.

O custo variável total foi calculado considerando os insumos agrícolas utilizados e as atividades realizadas, o que caracterizou o custo variável total operacional e, posteriormente, o custo variável total alternativo.

Para o desenvolvimento de qualquer atividade ou processo de produção agrícola, são utilizados recursos e prestados serviços. De acordo com FONTES, 2001, os valores desses

recursos (insumos) e serviços (operações) caracterizam o custo de produção da atividade agrícola.

Para fins de planejamento de atividades, outro fator importante na construção e análise desse custo é o tempo ou prazo, que ainda é considerado o curto ou longo prazo. O curto prazo é o tempo necessário para a aplicação dos recursos e o retorno na forma de um produto, ou seja, o ciclo da produção agrícola, enquanto o longo prazo são aqueles recursos repostos após mais de um ciclo e, portanto, investidos em produção em mais de uma safra.

O custo de produção é subdividido em Custo Fixo (CF), Custo Variável (CV), esses custos são divididos de acordo com o prazo de sua incorporação no processo produtivo. Os custos fixos são aqueles incorporados no longo prazo enquanto os custos variáveis são aqueles com prazo igual ou inferior ao curto prazo, ou seja, incorporados ao longo do ciclo (REIS et al., 2001). O custo alternativo consiste na análise de uma possível aplicação de capital em outro investimento, seja financeiro, agrícola ou outra atividade, sendo a aplicação de taxas de juros a mais utilizada. Esta análise permite verificar a viabilidade econômica da atividade em questão.

O custo operacional é definido como todos os desembolsos monetários na atividade, que vão desde a utilização de insumos e mão de obra até a depreciação e reposição de recursos fixos. A soma do custo alternativo ao custo operacional é caracterizada como um custo econômico (FONTES, 2001). Para análise do custo de produção, utilizou-se a metodologia descrita por (FONTES, 2001) na qual foi calculado o Custo Variável Total, com base em todos os insumos utilizados e nas atividades realizadas, que caracterizou o Custo Variável Total Operacional, e posteriormente, o Custo foi calculado.

Pelas características da atividade local, não foram considerados os custos fixos relacionados com os capitais próprios, pelo que o Custo Total é igual ao Custo Variável total.

O custo de produção compreendeu os seguintes fatores: a) fertilizantes/corretivos: corretivos orgânicos e minerais do solo antes do plantio, pulverização foliar, fertirrigação e calagem; b) agroquímicos: inseticidas, fungicidas, herbicidas e adjuvantes; c) aquisição de mudas; d) estaca e arame; e) mão de obra; f) serviços de tratores; g) irrigação: tubulações e gotejadores. Segundo os produtores, a irrigação era feita em média 5 ciclos; assim, foi considerado 20% do valor em cada um dos 22 ciclos, sem considerar o valor residual para esse cálculo. O custo da irrigação foi considerado o custo variável porque esse sistema foi utilizado na área apenas uma vez, e então, junto com a mudança de área, esse sistema também foi realocado; portanto, esse desembolso foi classificado como variável. Com o aumento da área para o segundo ciclo, foram considerados mais 20% do valor gasto com complementação de

materiais para o próximo ciclo. Houve também h) despesas gerais: despesas diversas, como manutenção, alguns materiais de uso ocasional e materiais utilizados para a construção de cercas. Esses custos de cerca foram dispensados no custo de arrendamento do terreno; i) benefícios trabalhistas com impostos, previdência e férias; j) seguro: custo relacionado ao seguro de safra; k) combustível: custos relacionados à gasolina e óleo diesel; l) custo alternativo variável total: para o cálculo do custo alternativo, todo o capital investido foi aplicado a uma taxa de juros de 0,5% ao mês ou 6% ao ano, os juros estavam relacionados a um investimento de baixo risco, como poupança:

$$\text{Custo alternativo variável total} = [(\text{Custo operacional variável total}/2) * \text{taxa de juros}]$$

3.2 Determinação de perdas quantitativas e qualitativas

Os dados coletados abrangeram o período de maio a dezembro de 2018 em doze propriedades em Carmópolis de Minas. Avaliações independentes foram realizadas em três etapas da cadeia produtiva do tomate de mesa, cultivado sob estaqueamento: campos de produção, packing house e varejistas. Para a quantificação do campo, em cada um dos cinco campos nos municípios de Carmópolis de Minas (3) e Itaguara (2) - (área 1: 20°25'35"S 44°28'35"W; área 2: 20°25'40"S 44°26'27"W; área 3: 20°31'36"S 44°39'18" W; área 4: 20°31'36"S 44°39'18" W; área 5: 20°37'47"S 47°33'07"W). Três linhas de plantio de 10 metros, foram selecionadas aleatoriamente; em cada linha, 10 plantas foram escolhidas ao acaso, excluindo as cinco plantas de cada extremidade, das quais foram coletados todos os frutos. Cada linha de plantio constituiu uma amostra a ser quantificada em termos do tipo de dano (Figure 1). Sendo o material híbrido F1 Caeté do grupo Santa Cruz.



Figura 1 - Danos avaliados em frutos de tomate. A) Sintoma característico de bactérias pectinolíticas B) Deformação cuticular do fruto; C) Lesão mecânica; D) Lesão por *Tuta absoluta*; E) Sintoma de deficiência de cálcio; F) Sintoma de deficiência de boro.

Para quantificação de perdas em *packing house*, três unidades em Carmópolis de Minas-MG compuseram o estudo. Em cada uma delas, três caixas de tomate de 21 kg foram avaliadas em busca de frutas impróprias para o mercado. Eles foram processados conforme descrito para o levantamento de campo e posteriormente classificados para determinação de °brix. Cada amostra foi representada os frutos danificados contidos em 1 caixa de frutos vindos do campo. Por fim, determinou-se a quantificação das perdas no comércio varejista. Em três diferentes varejistas que adquiriram frutas de Carmópolis de Minas, após a chegada dos frutos foi realizada uma seleção prévia em que os frutos com danos foram pesados e descartados pelo comércio. Sendo assim o valor da perda de cada caixa de 21 kg foi quantificado ao longo de 7 dias e posteriormente dividido nas categorias de perdas e posterior determinação do °brix.

Para confirmação da ocorrência de bactérias pectinolíticas, levou-se o material coletado em campo ao laboratório de bacteriologia vegetal da Universidade Federal de Lavras e feito o isolamento indireto através do método de iscas (Mariano & Silveira, 2016). A confirmação da etiologia foi feita por reisolamento e inoculação em fruto, com posterior recuperação do patógeno. A caracterização da espécie da bactéria pectinolítica será alvo de trabalhos futuros.

4. Análise estatística

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizados (DIC). A parcela em campo consistiu de dez plantas de uma linha de plantio, escolhidas ao acaso. No packing house, e nos estabelecimentos varejistas a parcela se constituiu de uma caixa do fruto, com peso de 21 kg. Foram feitas 8 repetições de cada coleta para cada tipo de dano. Para comparação dos tipos danos e das etapas da cadeia foi realizada uma ANOVA fatorial com dois fatores (Tipo de dano x Etapas). Para comparação do grau brix em relação ao tipos de danos foi realizada uma ANOVA. Os dados foram agrupados pelo teste de Tukey a 5% de significância. As correlações entre as variáveis foram analisadas usando o teste de Pearson (r) em que assumem significância $r \geq 0,5$ e $r \leq -0,5$ ou p valor $< 0,05$.

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em contato com produtores para realização do trabalho foi verificado o sintoma de murcha de plantas e após ser realizado teste do copo, viu-se o filme bacteriano. Após esse teste, por subentender que se tratavam da ocorrência de *Ralstonia solanacearum* os produtores migram para outras áreas de produção mesmo sem confirmação da real etiologia da doença.

Em laboratório foi feito o isolamento das amostras de parte aérea coletadas, reinoculação em frutos de pimentão, reisolamento do patógeno e verificou-se que caracterizava bactérias pectinolíticas através dos testes bioquímicos (RAMOS; MARIANO, 2016) e postulados de Koch. Além dos sintomas na parte aérea, também foram encontrados abaixo as plantas murchas muitos frutos no solo com sintoma de ocorrência de bactérias pectinolíticas. Com a deposição de frutos contaminados no solo, o inóculo do patógeno estava aumentando e resultando em infecção de caule e morte de plantas. Portanto, a murcha de plantas com o sintoma característico de talo oco não estava sendo causado por *Ralstonia solanacearum*.

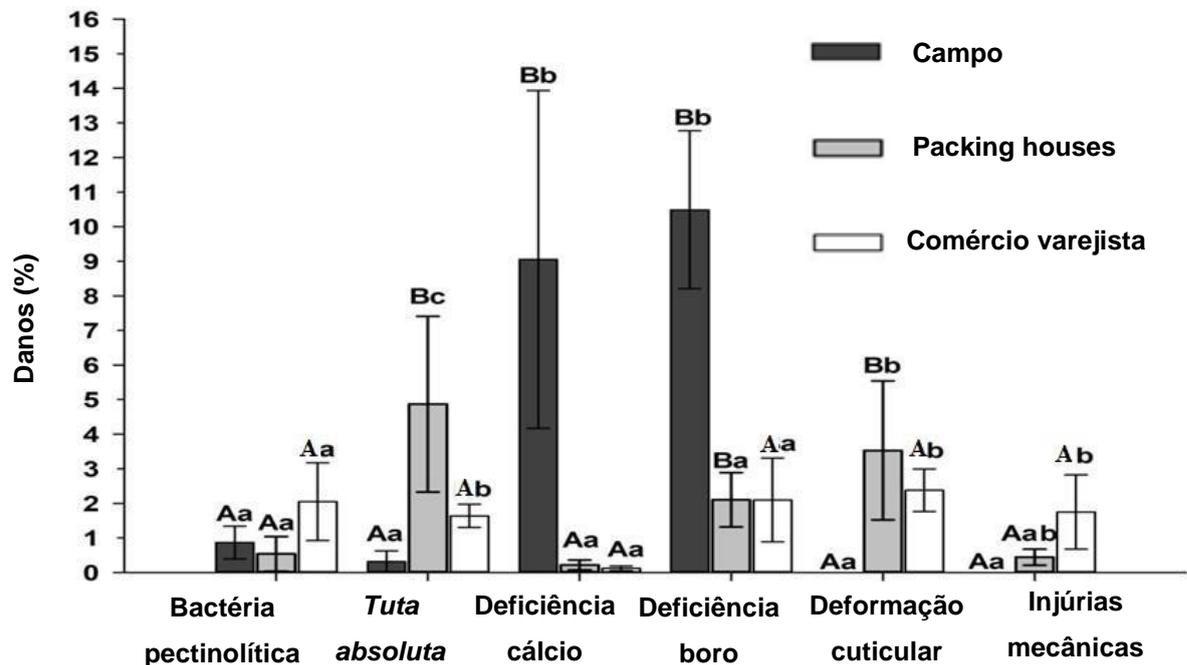


Figura 2 - Níveis de danos causados por agentes bióticos e abióticos avaliados na cadeia produtiva do tomate. As médias seguidas da mesma letra maiúscula não diferem estatisticamente entre danos, e as médias seguidas da mesma letra minúscula não diferem estatisticamente entre as etapas da cadeia de produção, pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Em levantamentos realizados em tomateiros em início de produção, foi observado que as perdas de frutos no campo representam até 14% dos frutos produzidos (Figura 2) e as maiores perdas foram decorrentes de deficiência de cálcio e boro. As perdas decorrentes dos sintomas de bactérias pectinolíticas no campo representam aproximadamente 1% do total da produção.

Após a colheita dos frutos as caixas são direcionadas ao packinghouse para serem lavadas e classificadas. Nessa fase há uma nova seleção de frutos, na qual os maiores descartes foram decorrentes do ataque de *Tuta absoluta* (7,8%), deformação cuticular (5,5%) e deficiência de boro (3%). As perdas decorrentes de bactérias pectinolíticas em packing house representam menos que um por cento deste total.

No entanto, na última etapa da cadeia de produção e distribuição do tomate - na gôndola do supermercado, as maiores perdas foram ocasionadas por bactérias pectinolíticas juntamente com deficiência de boro e injúrias mecânicas, com cerca de 2% de perdas cada. Se por um lado as perdas decorrentes de deficiência de boro são facilmente caracterizadas pelo sintoma no fruto, aqueles de injúrias mecânicas podem ser também decorrentes da maceração dos tecidos vegetais pelas enzimas pécticas de bactérias pectinolíticas (BALAGUERO; SREEDHARAN;

SCHNEIDER, 2015) e, portanto, os danos estimados de perdas por essa bactéria nessa etapa podem representar um dano maior que o que realmente está sendo caracterizado que foram os sintomas de frutos liquefeitos, para o qual foi caracterizada a etiologia através do método de iscas (RAMOS; MARIANO, 2016).

Vale salientar que todos esses frutos que ficam no campo representam substrato para multiplicação microbiana e, considerando o inóculo inicial de bactérias pectinolíticas baixo, a totalidade desses frutos pode ser colonizado, conforme foi observado em uma área em final de produção de tomateiro nas áreas de produção de tomate próximas às áreas onde foi conduzido este trabalho.

Tabela 1 - Produção de tomates por caixa e custo médio das lavouras. Considerando três ciclos de produção em cada safra. Forma de cultivo: campo aberto sem mulching.

| Safra | Caixas/ha | Custo total (R\$) | Produção total | Custo/ha (R\$) | Produção /ha | Custo médio |
|-----------|-----------|-------------------|----------------|----------------|--------------|-------------|
| 2016/2017 | 266,2 | 160.029,10 | 10.382 cx* | 78.834,14 | 5.514 cx | R\$ 14,28 |
| 2017/2018 | 259,8 | 204.868,51 | 11.689 cx* | 86.811,34 | 4.952 cx | R\$ 17,51 |

*caixa de 20 kg.

Em relação ao prejuízo decorrente das perdas de frutos pelo produtor, considerando uma produtividade média de 5.233 caixas por hectare (Tabela 1) das caixas que saem do packing house, ou seja, aquelas que representam a produtividade líquida do produtor, descontados os 27% de perdas do campo e 16,8% no packing house, o produtor poderia ter uma produtividade acumulada de até 7525 caixas por hectare, ou seja, uma perda acumulada de até 43,8%. E, mesmo a aparente baixa perda decorrente de bactérias pectinolíticas de 2,3% considerando campo e packinghouse, representa 120 caixas de tomate de prejuízo. Com o custo fixo do produtor, as perdas representam menor remuneração para toda a cadeia de produção de tomate no município.

Em função das perdas bióticas observadas e da disponibilidade de produtos para controle destes alvos registrados no Brasil (AGROFIT, 2018), foi feito um levantamento juntos aos produtores para identificar o que estava sendo utilizado e estes resultados estão apresentados por categoria na Tabela 2.

Para análise dos defensivos utilizados nas lavouras, foram utilizados os dados primários coletados do produtor, a partir de planilhas do Microsoft Excel. Nestas planilhas estão descritas todas atividades e produtos utilizados, incluindo os defensivos agrícolas. A partir dos dados,

foram separados então, por classe de defensivos, sendo elas: Inseticidas, Fungicidas e Herbicidas.

Tabela 2 - Tabela 2 - Agroquímicos utilizados por safra 16/17 e 17/18 – quantidade de produtos comerciais e ingredientes ativos no município de Carmópolis de Minas-MG em dois anos de produção em três grupos produtores da região.

| Safra | 2016/2017 | | 2017/2018 | |
|--------------|---------------------|------|---------------------|------|
| Agroquímicos | Quantidade produtos | | Quantidade produtos | |
| Inseticida | 14 | 61% | 11 | 44% |
| Fungicida | 9 | 39% | 11 | 44% |
| Herbicida | 0 | 0% | 3 | 12% |
| Total | 23 | 100% | 25 | 100% |
| Safra | 2016/2017 | | 2017/2018 | |
| Agroquímicos | Gramas i.a./ha | | Gramas i.a./ha | |
| Inseticida | 16654,2 | 47% | 7579,7 | 24% |
| Fungicida | 18537,0 | 53% | 23211,9 | 72% |
| Herbicida | 0 | 0% | 1368,6 | 4% |
| Total | 35191,2 | 100% | 32160,3 | 100% |

Em cada lavoura, foram considerados quantos produtos comerciais foram utilizados e a quantidade de ingrediente ativo de cada classe de defensivos, para análise quantitativa desta utilização. Para quantificação dos ingredientes ativos, as quantidades foram calculadas de forma ponderada de acordo com a concentração de cada composto, nos casos em que os produtos tinham mais de dois ingredientes, foram considerados as concentrações descritas na bula do produto. Além desta análise quantitativa, foram considerados quais produtos foram mais utilizados nas épocas, sendo analisado o nome comercial, empresa, ingrediente ativo e alvo biológico do produto. Com isto, foram analisados os posicionamentos destes produtos nas épocas e se os alvos biológicos de ação dos produtos são comuns na época em questão.

A produção de tomate de mesa depende do uso de maiores quantidades de agroquímicos e fertilizantes, mas considerando que todos os produtores entrevistados não realizam amostragens tanto para identificar o melhor momento para o uso do agroquímico quanto para monitorar sua eficiência, considerando as boas práticas produção agrícola, seu uso pode estar em excesso. Esse resultado implica que os produtores precisam de assistência técnica para melhorar as práticas de manejo da cultura, tanto para aumentar a eficiência de controle e maximizar lucros como para reduzir os custos.

Neste levantamento (tabela 2) relacionando os componentes dos custos de produção - agroquímicos - em diferentes momentos, com foco na quantidade utilizada (produtos e ingredientes ativos) - a quantidade de agroquímicos é descrita como uma porcentagem, e essa relação foi calculada a partir da quantidade de ingrediente ativo por hectare. Por meio desses dados, verificou-se que na safra 2016/2017 foram utilizados 14 produtos comerciais para controle de pragas, 9 para controle de doenças e nenhum herbicida. Em número de produtos comerciais, houve maior quantidade de inseticidas, mas quando considerada a quantidade de princípio ativo nesses agroquímicos, a quantidade de fungicidas utilizada foi maior, com 47% de inseticidas e 53% de fungicidas. Na safra 2017/2018 do número de produtos comerciais, houve um uso igual, 11 inseticidas e 11 fungicidas, resultando em 44% do uso de agroquímicos; ao contrário do campo anterior, foram utilizados herbicidas, sendo que três produtos desta categoria corresponderam a 12% do uso total de agroquímicos.

Na safra 2016/2017, o grupo de inseticidas mais comumente usado foi o Ciromazina 750 g/kg (Trigard®, Syngenta). O alvo biológico deste produto para o cultivo de tomate é a *Liriomyza huidobrensis* e foi relatada como a praga mais importante da época. Para a categoria de fungicidas, nos produtos mais comumente usados como ingrediente ativo prevaleceram Famoxadona 62,5g/kg e Mancozeb 625 g/kg (Midas®, Corteva). De acordo com os registros do cultivo do tomate, os alvos biológicos foram *Xanthomonas vesicatoria*, *Alternaria solani* e *Phytophthora infestans*. Devido às condições de temperatura amena - máxima 26 ° C e mínima 18 ° C, nos meses de maio/17, junho/17 e julho/17 atingindo temperaturas abaixo de 20,6°C (INMET, 2021) e baixo índice pluviométrico que prevaleceu na época do cultivo, o possível problema era *Phytophthora infestans*, que se desenvolve sob baixas temperaturas, entre 15-18°C (FOHNER, 1984).

De acordo com os dados da safra 2017/2018, a classe dos inseticidas o Indoxacarbe, com 300g/kg (Rumo®, FMC) foi o mais utilizado. Os alvos biológicos registrados para este produto são *Neoleucino deselegantalis*, *Helicoverpa zea* e *Tuta absoluta*. Pelas condições

climáticas locais, além das visitas a algumas propriedades na época apresentada, pode-se inferir que o possível problema era *Tuta absoluta*, que teria alta incidência na região.

Para os fungicidas, um dos ingredientes ativos mais utilizados foi a Famoxadona, a 62,5 g/kg, e o Mancozeb, a 625 g/kg (Midas®, Corteva). De acordo com o registro do cultivo do tomate, os alvos biológicos para registro são *Xanthomonas vesicatoria*, *Alternaria solani* e *Phytophthora infestans*. Devido às condições de temperatura e umidade que prevaleciam na época em que a lavoura era cultivada acima de 26°C e 78% de umidade (INMET, 2021), o possível problema mancha bacterina, que se desenvolve em condições de alta umidade e temperatura de 25-30°C (NASCIMENTO et al., 2013). Além disso na safra 17/18, foram utilizados o cloridrato de propamocarbe 625 g/L e o Fluopicolide 62,5 g/L (Infinito®, Bayer), produto recomendado para o controle da requeima. Porém, para as condições que prevaleceram nos meses após o plantio - temperaturas de 24°C - 28°C (INMET, 2021), não eram favoráveis para a ocorrência de epidemias dessa doença, que tem seu desenvolvimento entre 15°C- 18°C.

Portanto, em levantamento realizado em todos os defensivos utilizados pelos produtores, havia aqueles destinados ao manejo da traça do tomateiro. Estes danos não são aparentemente detectados no campo mas predominantemente no *packinghouse* e, portanto, o produtor precisa intensificar o monitoramento da lavoura para ser mais assertivo em relação ao manejo da praga, tendo em vista que os produtos utilizados foram de fato aqueles registrados para o alvo.

Esta preocupação com as perdas na cadeia de produção do tomate já foi relatada por (RESENDE, 1979), bem como (COSTA; CAIXETA FILHO, 1996), mas surpreendentemente nenhum dos autores estima a perda superior a 20%, diferentemente do encontrado em nosso levantamento, talvez por não considerar os frutos descartados no momento da colheita, ou seja, as perdas que já acontecem no campo. Segundo Resende (1979), as variáveis que contribuem para as perdas por ele levantadas são: nível de mercado (produtor, reunião, atacado ou varejo), experiência do empresário, tipo de canal de comercialização e qualidade do produto. A qualidade do produto por sua vez é fruto do manejo da cultura adotado, dentre os quais o manejo fitossanitário inadequado (REZENDE, 1992) isto é não apenas usar o defensivo adequado no momento e dose corretos.

O ideal é que o manejo da praga ou doença seja mais assertivo e as perdas reduzam porém, se esse despertar para os problemas resultar em vistoria intensa de frutos no campo, o produtor terá ganho imediato que resulta em menos desconto em sua produção e menor custo de transporte de carga não comercializável. Além disso, os frutos atacados por *Tuta absoluta*,

que normalmente são descartados no campo, podem ser mais propensos à infecção por bactérias pectinolíticas (Lopes e Reis, 2011). A broca é considerada a porta de entrada do inóculo e pode além de ajudar na disseminação intensificar e aumentar perdas de frutos por bactérias pectinolíticas, resultando em baixa produtividade e morte de plantas por talo oco (Kim et al., 2011).

É importante destacar que, nenhum dos defensivos utilizados pelos produtores teve como alvo bactérias pectinolíticas. O foco do manejo adotado é para doenças foliares mas nada foi listado pelos produtores para o manejo de doenças radiculares ou pós-colheita de etiologia bacteriana ou fúngica. Além do mais, o uso excessivo de produtos inseticidas com moléculas surfactantes, e uso de fertilizantes nitrogenados (BARTZ; GERALDSON; CRILL, 1979) são relatados como propícios ao desenvolvimento de bactérias pectinolíticas como *Pectobacterium* sp. (MCGRATH; CANADAY, 2021) e por outro lado afeta a construção do microbioma supressivo do solo com adição de bioinsumos, conforme postulado por (LUTZ et al., 2020).

As demais perdas expressivas no campo foram decorrentes de deficiência de boro e cálcio. Em entrevista aos produtores, todos eles faziam o plantio inicial em uma área antes utilizada com pastagem onde não havia histórico de adubação. Portanto, eles faziam uso do calcário e o plantio cerca de 20 dias após a incorporação do corretivo. Este tempo não é o suficiente para sua reação e isto representa tanto um prejuízo em relação à detoxificação do alumínio, correção do pH quanto disponibilização do cálcio para as plantas. O fato se agrava com a adubação de fósforo no momento do plantio do tomate, o fosfato reage com o cálcio e há perda de fósforo e cálcio por fixação (NOWAKI et al., 2017), o que se reflete no alto índice de frutos sintomático para a deficiência de cálcio no campo. Este fato exige gastos extras com fertilizante a base de cálcio durante o ciclo da cultura o que também resulta em maior custo de produção. De fato, os custos com fertilizantes/corretivos representam até 29% do custo total da produção de tomate (Tabela 3) o que mais que o dobro do encontrado por (KROHLING et al., 2018) para o mesmo período considerado para a produção de tomate no estado do Espírito Santo.

Tabela 3 - Custo médio de produção de tomate em dois anos agrícolas no município de Carmópolis de Minas (MG) em três grupos produtores.

| Itens | Ano agrícola 2016/17 | | | Ano agrícola 2017/18 | | |
|---|----------------------|------|------------------|----------------------|------|------------------|
| | R\$ | % | R\$/ hectare | R\$ | % | R\$/hectare |
| Fertilizantes/ Corretivos | 46.797,65 | 29,2 | 23.053,03 | 52.436,81 | 25,6 | 22.218,99 |
| Agroquímicos | 13.901,62 | 8,7 | 6.848,09 | 29.498,81 | 14,4 | 12.499,50 |
| Mudas | 14.264,53 | 8,9 | 7.026,86 | 17.212,15 | 8,4 | 7.293,28 |
| Tutoramento | 4.433,90 | 2,8 | 2.184,19 | 6.016,48 | 2,9 | 2.549,36 |
| Mão de obra | 37.742,00 | 23,6 | 18.592,12 | 43.824,00 | 21,4 | 18.569,49 |
| Serviço Trator | 5.800,00 | 3,6 | 2.857,14 | 8.460,00 | 4,1 | 3.584,75 |
| Irrigação | 1.095,38 | 0,7 | 539,60 | 1.421,78 | 0,7 | 602,45 |
| Despesas gerais | 15.271,06 | 9,5 | 7.522,69 | 17.970,99 | 8,8 | 7.614,83 |
| Encargos trabalhistas | 4.385,04 | 2,7 | 2.160,12 | 4.823,15 | 2,4 | 2.043,71 |
| Seguro | 4.653,07 | 2,9 | 2.292,15 | 10.026,81 | 4,9 | 4.248,65 |
| Combustível | 7.024,04 | 4,4 | 3.460,12 | 7.213,10 | 3,5 | 3.056,40 |
| Custo operacional variável total | 155.368,29 | 97,1 | 76.536,10 | 198.904,08 | 97,1 | 84.281,39 |
| Custo alternativo variável total | 4.661,05 | 2,9 | 2.296,08 | 5.967,12 | 2,9 | 2.528,83 |
| Custo variável total | 160.029,34 | | 78.832,19 | 204.871,20 | | 86.809,83 |

Além do mais, a deficiência de cálcio resulta em enfraquecimento da lamela média e maior susceptibilidade de plantas ao ataque de patógenos pectinolíticos (FAQUIN, 2005). (MANTSEBO et al., 2015) identificaram a relação entre deficiência de cálcio e epidemia de podridão mole causado por *Pectobacterium* e *Dickeyia*. Além do mais, a suplementação pós colheita com fertilizante a base de sulfato de cálcio e nitrato de cálcio podem garantir a proteção contra infecção pós colheita de bactérias pectinolíticas, conforme demonstrado por (CONWAY et al., 1992) para a cultura da batata.

Portanto, a detecção de frutos com fundo preto demonstra um quadro de deficiência do elemento cálcio e, considerando a relação da deficiência do elemento e a propensão à infecção por bactérias pectinolíticas, demonstra a susceptibilidade à infecção por estas assim que exista inóculo do patógeno e a condição ambiental seja favorável - como acontece ao término de um ciclo de produção com frutos sintomáticos deixados ao solo, contribuindo sobremaneira para o aumento do inóculo do patógeno na área.

Outro fator importante a ser considerado são as perdas de frutos pelo mercado varejista, cerca de 11%. O consumidor é muito seletivo na compra do tomate tendo cor e firmeza com os

principais atributos para considerar a compra (TIJSKENS; EVELO, 1994). Neste sentido tanto a manipulação de frutos quanto o teste de firmeza contribuem para maximizar as perdas neste momento da cadeia de produção de tomate (BALAGUERO; SREEDHARAN; SCHNEIDER, 2015).

Vale salientar que foi considerada a perda na gôndula do supermercado/hortifruti tendo em vista que os produtores amostrados fazem entrega direto para essa rede. No entanto, essa não é a única malha de comercialização. Antes de chegar ao consumidor, o tomate pode passar por quatro agentes: produtor, intermediário, atacadista e varejista (COSTA; CAIXETA FILHO, 1996). Esta longa cadeia de comercialização não apenas representa menor remuneração ao produtor e/ou maior custo ao consumidor final, como pode aumentar as perdas pós colheita como as causadas por bactérias pectinolíticas.

De fato, se observarmos as perdas decorrentes de bactérias pectinolíticas ao longo da cadeia de produção considerada (Figura 2), a porcentagem de perda por esta doença no comércio mais que dobra quando comparada às perdas no campo e packing house. De fato, com a manipulação de frutos em todas as etapas e a lavagem, as condições são conducivas para a transmissão do patógeno e, após a colheita, poucas são as alternativas viáveis para seu manejo (MCGRATH; CANADAY, 2021), o manejo deve realmente se iniciar com a adoção de boas práticas no campo que resultem no aumento de comunidades microbianas envolvidas na supressão à doença (VAN DER WOLF; DE BOER; CZAJKOWSKI, 2021) com *Bacillus* spp. (ALVARADO et al., 2007). Considerando que já existem diversos produtos cujo ingrediente ativo é pelo menos uma espécie de *Bacillus* sp., há possibilidade de se explorar produtos dessa natureza tanto na proteção de frutos quanto na proteção de caules contra infecção por bactérias pectinolíticas (POZO et al., 2006).

Dentre as práticas, deve se encontrar uma forma de reduzir a quantidade de frutos sintomáticos no campo. Colhê-los e comercializá-los incorre em custos de transporte e aumento da contaminação dos frutos sadios, aumentando as perdas por esta doença ao longo da cadeia de produção de tomate. Outra possibilidade, seria o aproveitamento dos frutos descartados ao longo da cadeia para outra finalidade, que resultasse em remuneração para o produtor.

Neste sentido, conforme levantado por outros autores (TEIXEIRA, 2017), estas perdas poderiam ser aproveitadas para a indústria de molho de tomate. Sendo o brix o atributo mais importante considerado, este deve ser acima de 4,5 (EMBRAPA, 2003). Para cada uma das perdas qualitativas foi determinado um brix inferior a 4,5, exceto para os sintomas de fundo preto (deficiência de cálcio) e bactérias pectinolíticas, que tiveram brix superior a 5 e mesmo

considerando a variação do erro padrão, em nenhuma das amostras houve brix inferior a 4,5 (Figura 3). Portanto, os frutos sintomáticos relacionados a bactérias pectinolíticas e fundo preto seriam os frutos mais indicados para serem utilizados para a indústria de polpa. A utilização desses frutos como matéria prima para molhos de tomate reduziria o inóculo do campo, as perdas e maximizaria os lucros dos produtores. Porém devido a questões sanitárias não seria uma prática ideal, mesmo após desinfecção superficial dos frutos para posterior processamento.

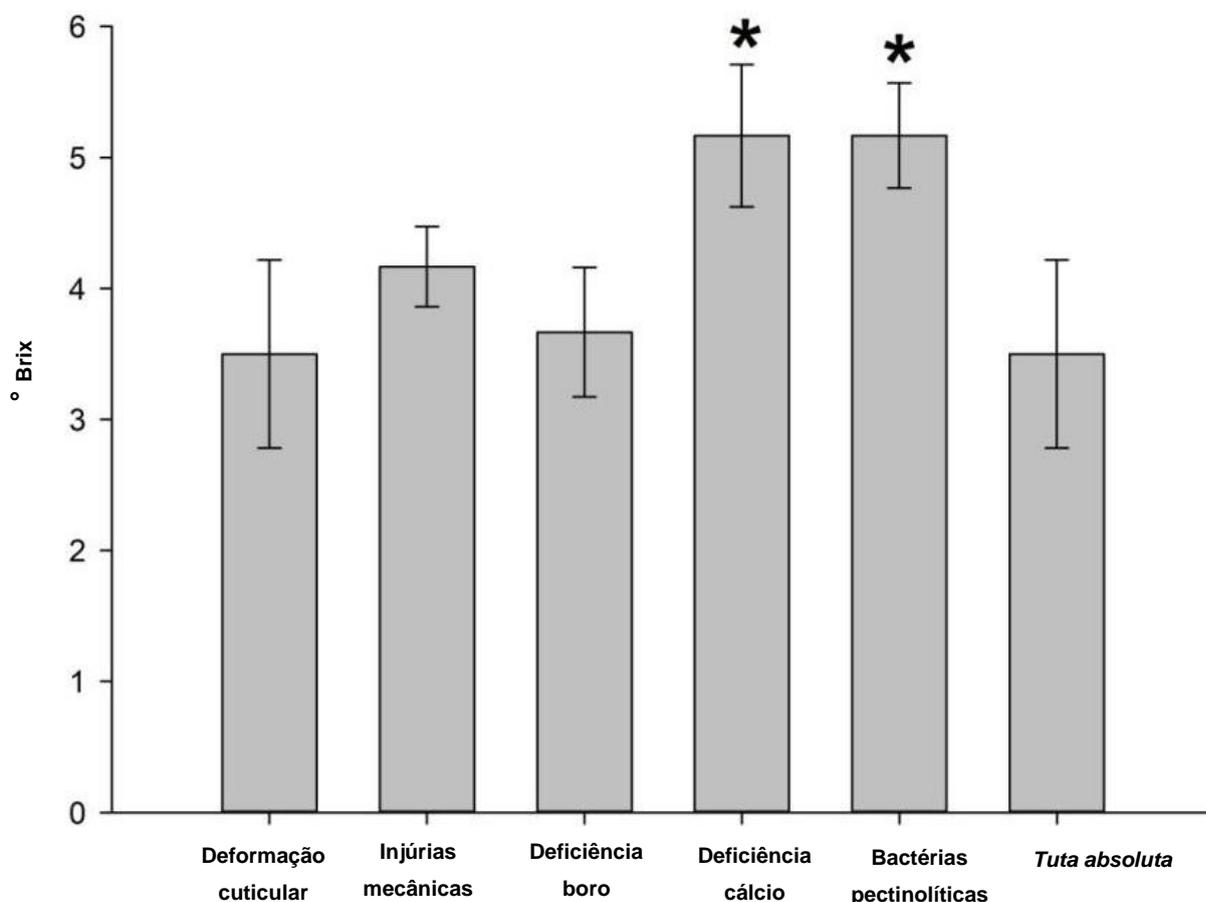


Figura 3 - Níveis de sólidos solúveis em tomates com diferentes tipos de danos. As barras indicam o erro padrão da média. *Dados significantes pelo teste de Tukey ($P < 0.05$).

Considerando a abundância de carboidratos presentes nas plantas, algumas bactérias adaptaram um estilo de vida fitopatogênico para aproveitar esse material rico em carbono. Nesse cenário pode-se entender a relação entre teor de sólidos solúveis alto e o nível de danos relacionados bactérias pectinolíticas (figura 3). Durante a infecção da planta, a bactéria precisa adquirir energia dos compostos encontrados no hospedeiro. Açúcares

simples e oligossacarídeos curtos são prontamente absorvidos pelas bactérias, enquanto os polissacarídeos das paredes das células vegetais precisam passar por processo de pré-digestão por enzimas extracelulares – pectinases. Essas enzimas destroem a integridade da lamela média e parede celular por atuar sobre pectinas – polissacarídeo que fornece estabilidade à parede celular. Assim o tecido vegetal é danificado rapidamente, ocorre a desorganização da parede celular, lise celular e liberação do conteúdo interno (HUGOUVIEUX-COTTE-PATTAT, 2016).

Tendo em vista o resultado observado, alto teor de brix relacionado a ocorrência de danos, foi avaliada a correlação entre o °brix e a porcentagem de frutos de cada uma das categorias. As únicas correlações significativas foram entre a porcentagem de frutos sadios e a de frutos com deficiência de cálcio, porém os valores de r não foram acima de 0,77 (Figura 4).

Em seguida fez-se a avaliação de correlação entre os sintomas de deficiência (boro e cálcio) e cada um dos danos bióticos (*Tuta* e bactérias pectinolíticas). A única correlação significativa foi entre a deficiência de cálcio e a bactérias pectinolíticas com r de 0,89 (Figura 5).

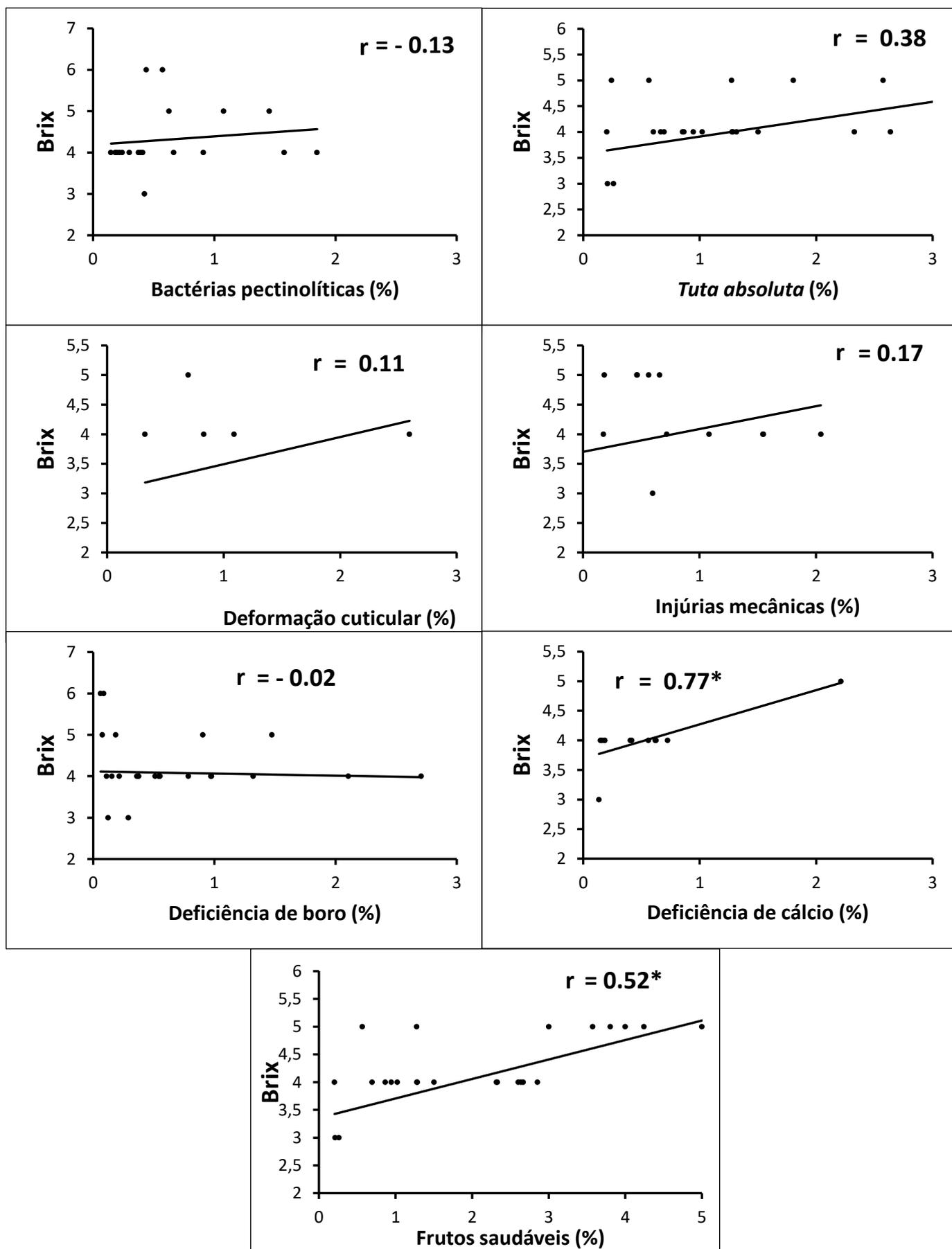


Figura 4 - Correlação entre °brix e porcentagem de frutos de tomate com diferentes causas de danos. *Apresenta correlação significativa pelo coeficiente de Pearson, $r > 0.5$ ou $r < -0.5$.

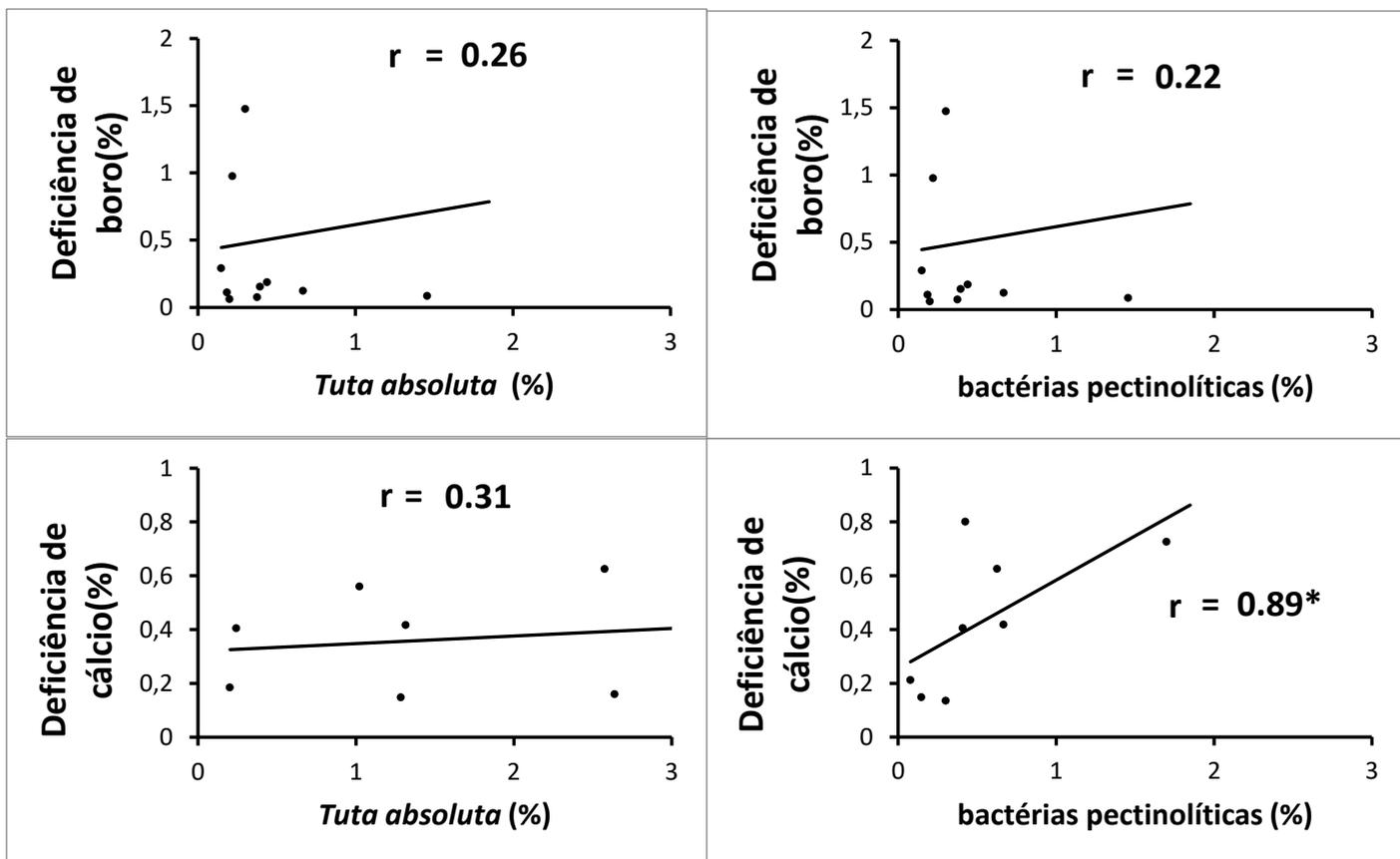


Figura 5 - Correlação entre porcentagem de deficiência nutricional e porcentagem de frutos com danos bióticos de *Tuta absoluta* e bactérias pectinolíticas. *Apresenta correlação significativa pelo coeficiente de Pearson, $r > 0.5$ ou $r < -0.5$.

Para integrar o manejo do sistema, há tecnologias disponíveis que possibilitam aumento de produção através da introdução de organismos benéficos. (KLOEPPER; SCHROTH, 1978) denominaram, bactérias que atuam no sistema com esse objetivo de, RPCP – Rizobactérias Promotoras de Crescimento de Plantas/PGPR – Plant Growth-Promoting Bacteria. Estas bactérias apresentam alta afinidade de ocupação do ambiente rizosférico, e são capazes de desempenhar atividades relacionadas à promoção do desenvolvimento das plantas. Os mecanismos descritos que caracterizam esta habilidade podem ser divididos em dois grupos: mecanismos diretos e indiretos da promoção do desenvolvimento vegetal (MAHESHWARI, 2011).

Os mecanismos diretos são aqueles nos quais a interação é direta entre as rizobactérias e as plantas ou promotores de doenças nas plantas, que podem ser descritos em dois processos. Sendo o primeiro a suplementação nutricional das plantas, feita por microrganismos da rizosfera capazes de fixar nitrogênio, solubilizadores de fósforo, ou qualquer outro processo capaz de suprir a planta com alguns de seus nutrientes, previamente não disponíveis à mesma. O segundo mecanismo é desempenhado por grupos microbianos capazes de inibir diretamente o desenvolvimento de pragas e patógenos de plantas. Os mecanismos indiretos englobam aqueles em que o efeito de promoção do crescimento vegetal ocorre como consequência da atividade de grupos microbianos específicos na rizosfera das plantas. Nesse sentido os decompositores têm papel importante, sendo por meio de sua atividade de mineralização liberadas grandes quantidades de nutrientes que, indiretamente, podem suprir o desenvolvimento vegetal (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). Em todos os fatores citados a adoção de tecnologias com essas premissas trariam benefícios à atividade do tomaticultor, sejam disponibilizando nutrientes e facilitando processos de absorção que mitiguem situações de deficiência nos cultivos de tomate; inibindo diretamente o desenvolvimento de pragas e patógenos de plantas – recorrentes em nossa pesquisa ou ainda, propiciando maior crescimento vegetal e assim maior produtividade.

A ativação do sistema de defesa da planta também é um processo descrito como importante promotor do crescimento das plantas (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). Neste, as rizobactérias atuam de forma a disparar na planta sistemas de defesa que lhe conferem uma maior resistência ao ataque de pragas ou patógenos, num processo conhecido como indução de resistência sistêmica. Por fim, a produção de moléculas semelhantes a fitormônios, com destaque para as similares ao ácido indolacético, fazem com que um rápido e mais intenso

crescimento vegetal dê origem a uma maior resistência da planta a estresses bióticos como abióticos (CAPARRO, 2012).

Nessa temática existem trabalhos (XU; GROSS, 1986) que relatam a utilização de espécies antagonistas de *Pseudomonas* usadas antes do plantio e nos tubérculos antes do armazenamento, para controle de *Pectobacterium carotovorum* em batata, porém estudos podem ser realizados para o tomateiro. Neste caso o controle biológico é determinado pela competição por ferro, mediada por sideróforos fluorescentes, chamados pioverdinas que sequestram os íons ferro como complexos pioverdina-ferro, dessa forma, o ferro fica acessível apenas para o antagonista e indisponível para o patógeno (LEONG, 1986).

Não existem produtos biológicos registrados para o alvo de bactérias pectinolíticas como *Pectobacterium carotovorum*, apesar de vários estudos que comprovem a eficiência (BARRA et al., 2009). Porém o uso de inoculantes microbianos (PGPR) em culturas de tomate apresentou queda de 75% no uso de fertilizantes e estas produziram rendimentos idênticos a plantas não inoculadas que receberam tratamento completo (ADESEMOYE; TORBERT; KLOEPPER, 2009).

Fertilizantes, com potássio e fósforo em composição, também podem auxiliar no controle de doenças, devido ao favorecimento de antagonistas que possibilitam (fungos, actinomicetos e bactérias) (SADASIVAN, 1965). Isso acontece porque plantas bem nutridas são menos suscetíveis ao ataque de patógenos.

Além da utilização de inoculantes microbianos no sistema, alternativas para o aumento da biodiversidade dos solos resultam num processo mais eficiente da planta na composição de sua rizosfera, o que lhe permite explorar melhor o potencial deste microbioma. Este tipo de aumento da biodiversidade do solo é promovido principalmente pela adição de materiais contendo alta quantidade e biodiversidade de vida microbiana como, por exemplo, pela adição de compostos orgânicos a este sistema (CARDOSO; ANDREOTE, 2016). Uma vez que hoje já existem no mercado produtos disponíveis que atuam ativando a microbiota já existente no solo e/ou “alimentando” a microbiota desse solo para enriquecer assim sua biodiversidade.

6. CONCLUSÕES

Dentre as fontes de danos, as principais causas de disposição dos frutos no campo estão relacionadas aos problemas fisiológicos decorrentes das deficiências nutricionais de boro e cálcio e biológicas causadas por *Tuta absoluta* e bactérias pectinolíticas.

O suprimento de cálcio e boro deve ser visto com maior importância, pois os sintomas de deficiência desses nutrientes afetam o produto final - o fruto. Nas casas de embalagem, a principal fonte de danos foi a *Tuta absoluta*. No mercado varejista, as principais causas do descarte de frutos foram lesões mecânicas e frutos com sintomas de bactérias pectinolíticas.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ADESEMOYE, A. O.; TORBERT, H. A.; KLOPPER, J. W. Plant growth promoting rhizobacteria allow reduced application rates of chemical fertilizers. **Microbial Ecology**, v. 58, p. 921–929, 2009.

AGRIOS, G. N. **Plant Pathology**. 5^a ed. [s.l: s.n.].

AGROFIT. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários - consulta aberta**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 18 maio. 2020.

ALVARADO, I. D. C. M. et al. Caracterização de Solos de Pernambuco quanto à Supressividade a *Pectobacterium carotovorum* subsp. *carotovorum*. **Fitopatologia Brasileira**, v. 32, n. 3, p. 222–228, 2007.

ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: Produção em campo, casa de vegetação e em hidroponia**. UFLA ed. Lavras: [s.n.].

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; FILHO, A. B. **Manual de Fitopatologia - volume I - princípios e conceitos**. [s.l: s.n.].

BALAGUERO, A. N.; SREEDHARAN, A.; SCHNEIDER, K. R. Effect of overhead spray and brush roller treatment on the survival of *Pectobacterium* and *Salmonella* on tomato surfaces. **Journal of Food Protection**, v. 78, n. 1, p. 51–56, 2015.

BARRA, V. R. et al. Antagonismo direto e biocontrole da podridão-mole-do-tomateiro pelo uso de procariontes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, n. 3, p. 327–330, 2009.

BARTZ, J. A.; GERALDSON, G. M.; CRILL, J. P. Nitrogen Nutrition of Tomato Plants and Susceptibility of the Fruit to Bacterial Soft Rot. **Phytopathology**, v. 69, n. 2, p. 163, 1979.

BIGGI, E. **Manual da Cultura do Tomate**. São Paulo: [s.n.].

BRITO JUNIOR, F. P. DE. **Produção de tomate (*solanum lycopersicum* l.) reutilizando**

substratos sob cultivo protegido no município de Iranduba-AM. Manaus: [s.n.].

CACB. CONFEDERAÇÃO DAS ASSOCIAÇÕES COMERCIAIS E EMPRESARIAIS DO BRASIL. Disponível em: <<https://cacb.org.br/empreenderprojetos/carmopolis-de-minas/>>.

CAPARRO, J. M. Manipulating the soil microbiome to increase soil health and plant fertility. **Biology and Fertility of Soils**, v. 48, n. 5, p. 489–499, 2012.

CARDOSO, E. J. B. N.; ANDREOTE, F. D. **Microbiologia do solo.** ESALQ ed. Piracicaba: [s.n.]. v. 15

CARVALHO, C. R. F. et al. Viabilidade econômica e de risco da produção de tomate no município de Cambuci/RJ, . **Ciência Rural**, v. 44, n. ISSN 0103-8478, p. 2293–2299, 2014.

ÇETIN, B.; VARDAR, A. An economic analysis of energy requirements and input costs for tomato production in Turkey. **Renewable Energy**, v. 33, n. 3, p. 428–433, 2008.

CONAB. Tomate: Análise dos Indicadores da Produção e Comercialização no Mercado Mundial, Brasileiro e Catarinense. **Compêndio de estudos Conab**, v. 21, n. 2448–3710, 2019.

CONWAY, W. S. et al. Calcium Treatment of Apples and Potatoes to Reduce Postharvest Decay. **Plant Disease**, v. 76, n. 4, p. 329, 1992.

COSTA, F. G.; CAIXETA FILHO, J. V. **Análise das perdas na comercialização de tomate: um estudo de caso**São Paulo, 1996.

CREPALDI, S. A. **Contabilidade Rural.** Atlas ed. São Paulo: [s.n.].

DA SILVA, J. B. C. et al. **Cultivo de Tomate para Industrialização.** Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial_2ed/autores.htm>. Acesso em: 21 mar. 2021.

DE BOER, S. H.; ALLAN, E.; KELMAN, A. Survival of Erwinia carotovora in Wisconsin soils. **American Potato Journal**, v. 56, p. 243–252, 1979.

EMBRAPA. Série Sistemas de Produção. **EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA**, v. 224, n. CDU 635,64 (817.3), p. 21, 1980.

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização.** Disponível em: <<https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/cultivares.htm>>. Acesso em: 5 jan. 2021.

FAO(FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Food and Agriculture Organization of the United Nations.** Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#country>>. Acesso em: 18 maio. 2020.

FAQUIN, V. Nutrição Mineral de Plantas. In: **Curso de Pós-Graduação “Lato Sensu”**

(Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente. UFLA/FAEPE ed. Lavras: [s.n.].

FGV. **Fundação Getúlio Vargas.** Disponível em: <https://www.cps.fgv.br/ibre/cps/mapa_fome.asp>. Acesso em: 21 mar. 2021.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças.** UFV ed. Viçosa-MG: [s.n.].

FILHO, R. C.; ROMEIRO, R. S.; GARCIA, F. A. O. Biocontrole de doenças de parte aérea do tomateiro por *Nocardioides thermophilicinus*. **Tropical Plant Pathology**, v. 33, p. 457–460, 2008.

FOHNER, G. R. **Computer Simulation Raises Question About Timing Protectant Fungicide Application Frequency According to a Potato Late Blight Forecast** *Phytopathology*, 1984.

FONTES, R. E. Estudo Econômico Da Cafeicultura No Sul De Minas Gerais. p. 94, 2001.

GALLO, D. et al. **Entomologia Agrícola.** Fundação d ed. Piracicaba-SP: [s.n.].

GRANT, G. T. et al. Biological interactions between polysaccharides and divalent cations. The egg-box model. **FEBS**, v. 32, p. 195–198, 1973.

GRIFFITHS, E. Iatrogenic Effects of Pesticides on Plant Disease—An Update and Overview. In: **Pesticide Interactions in Crop Production.** [s.l.] CRC Press, 2018. p. 269–279.

GUIMARÃES, J. A. Circular técnica 77. **Embrapa Hortaliças**, n. ISSN 1415-3033, 2009.

HUGOUVIEUX-COTTE-PATTAT, N. **Metabolism and Virulence Strategies in Dickeya–Host Interactions.** [s.l.] Elsevier Inc., 2016. v. 142

IBGE. **Levantamento Sistemático de Produção Agrícola.** Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/sao-paulo%0D>>. Acesso em: 21 mar. 2021.

INÁCIO, V. S. **RESPOSTAS DA CULTURA DO TOMATEIRO A DIFERENTES FREQUÊNCIAS DE APLICAÇÃO DE ACIBENZOLAR–S–METIL E QUITOSANA.** Florianópolis: [s.n.].

INMET. **Instituto Nacional de Meteorologia.** Disponível em: <<https://portal.inmet.gov.br/>>. Acesso em: 18 mar. 2021.

KADO, C. I. **The Prokaryotes Vol. 2: Ecophysiology and Biochemistry.** 2ª ed. New York: Springer-Verlag, 1992.

KLOPPER, J. W.; SCHROTH, M. N. Plant growth promoting rhizobacteria and plant growth under gnotobiotic conditions. **Phytopathology**, v. 71, p. 642–644, 1978.

KROHLING, T. et al. Análise de custos do tomateiro no município de marechal floriano, es: um estudo de caso. n. April, p. 59–68, 2018.

- LEONG, J. Siderophores: their biochemistry and possible role in the biocontrol of plant pathogens. **Annual Review of Phytopathology**, v. 24, p. 187–209, 1986.
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Embrapa Ho ed. Brasília-DF: [s.n.]. v. 53
- LOPES, C. A.; ÁVILA, A. C. **Doenças do tomateiro**. Brasília-DF: [s.n.].
- LUTZ, S. et al. Harnessing the Microbiomes of Suppressive Composts for Plant Protection: From Metagenomes to Beneficial Microorganisms and Reliable Diagnostics. **Frontiers in Microbiology**, v. 11, n. July, 2020.
- MAHESHWARI, D. K. Bacteria in agrobiolgy: crop ecosystems. **Springer**, p. 345–360, 2011.
- MANTSEBO, C. C. et al. The epidemiology of Pectobacterium and Dickeya infection of potato (Solanum tuberosum) caused by the species and the role of calcium in postharvest soft rot pathogens: A review. **African Journal of Agricultural Research**, v. 10, n. 21, p. 2197–2202, 2015.
- MCGRATH, M. T.; CANADAY, C. H. **Managing bacterial soft rot of broccoli heads**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://vegetablemndonline.ppath.cornell.edu/NewsArticles/BacterialRot.htm>>.
- MEENA, R. S. et al. Impact of Agrochemicals on Soil Microbiota and Management : A Review. n. 3, 2020.
- MELO, P. C. T. DE; VILELA, N. J. Importância da cadeia produtiva brasileira de hortaliças. p. 1–11, 2007.
- MOURA, A. P. DE et al. Circular técnica 129: Manejo integrado de pragas do tomateiro para processamento industrial. **Embrapa Hortaliças**, n. ISSN 1415-3033 Manejo, 2014.
- NASCIMENTO, A. DOS R. et al. Controle químico da mancha-bacteriana do tomate para processamento industrial em campo. **Horticultura Brasileira**, v. 31, n. 1, p. 15–24, 2013.
- NOWAKI, R. H. D. et al. Effect of Nitrogen Fertilization on Yield and Quality of Watermelon, Cv. Top Gun. **Revista Caatinga**, v. 30, n. 1, p. 164–171, 2017.
- PANUWET, P. et al. Agricultural pesticide management in Thailand: Status and population health risk. **Environmental Science and Policy**, v. 17, p. 72–81, 2012.
- PEREIRA, R. B.; CARVALHO, A. D. F. DE; PINHEIRO, J. B. **Comunicado 95: Manejo da pinta preta: uma ameaça às lavouras de tomateiro a céu aberto**. [s.l: s.n.].
- POZO, Y. R. et al. Aislamiento, selección e identificación de bacterias del género Bacillus antagonistas de Pectobacterium carotovorum. **Fitosanidad**, v. 10, n. 18181686, 2006.
- QIAO, F. et al. Pesticide use and farmers' health in China's rice production. **China**

Agricultural Economic Review, v. 4, n. 4, p. 468–484, 2012.

RAMOS, R. DE L.; MARIANO, E. B. DE S. **Manual de práticas em fitobacteriologia**. Recife-PE: [s.n.].

REIS, R. P. et al. Organizações Rurais e Agroindustriais. **Custos de produção da cafeicultura no sul de Minas Gerais**, 2001.

RESENDE, L. M. A. **Causas e efeitos de perdas na comercialização de produtos hortícolas**. [s.l.] Universidade Federal de Viçosa, 1979.

REZENDE, J. B. **Avaliação das perdas de produtos agrícolas em Minas Gerais** Belo Horizonte Fundação João Pinheiro, , 1992.

SADASIVAN, T. S. Ecology of soil borne plant pathogens: Prelude to biological control. **Berkely: University of California Press**, p. 571, 1965.

SINDAG. Hortifruti Brasil. **Hortifruti são o terceiro maior mercado de defensivos no País**, p. 42, 2011.

SISTEMA IBGE DE RECUPERAÇÃO AUTOMÁTICA - SIDRA. **Série histórica da estimativa anual da área plantada, área colhida, produção e rendimento médio dos produtos das lavouras**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/6588#resultado>>.

SUN, D.; RICKAILLE, M.; XU, Z. Determinants and impacts of outsourcing pest and disease management: Evidence from China's rice production. **China Agricultural Economic Review**, v. 10, n. 3, p. 443–461, 2018.

TEIXEIRA, J. G. **REVISÃO: POTENCIAL DOS RESÍDUOS ALIMENTÍCIOS DA INDÚSTRIA PROCESSADORA DE TOMATE E SEUS POSSÍVEIS APROVEITAMENTOS**. Morrinhos-GO: [s.n.].

TIJSKENS, L. M. M.; EVELO, E. G. Modelling colour of tomatoes during postharvest storage. **Postharvest Biology and Technology**, v. 4, n. 1–2, p. 85–98, 1994.

VALLE, F.; ALLOE, A. **Contabilidade Agrícola**. 7ª ed. São Paulo: [s.n.].

VAN DER WOLF, J. M.; DE BOER, S. H.; CZAJKOWSKI, R. L. Management of Diseases Caused by Pectobacterium and Dickeya Species. **Biointeractions and Plant Health**, v. 6, n. 9783030614591, p. 174–214, 2021.

VILELA, N. J. et al. Perdas na comercialização de hortaliças em uma rede varejista do Distrito Federal. **Cadernos de Ciência & Tecnologia, Brasília**, v. 20, n. 3, p. 521–541, 2003.

WAMSER, A. F. et al. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 180–185, 2008.

XU, G. W.; GROSS, D. C. Selection of fluorescent pseudomonads antagonistic to *Erwinia carotovora* and suppressive of potato seed piece decay. **Phytopathology**, v. 76, p. 414–422, 1986.

ZAMBOLIM, L.; VENTURA, J. A.; ZANÃO JÚNIOR, L. A. Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas. In: **Efeito da nutrição mineral no controle de doenças de plantas**. [s.l: s.n.]. p. 1–322.