

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM PRODUÇÃO VEGETAL**

RODOLFO FERREIRA DE MENDONÇA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE DIFERENTES PRÁTICAS
CULTURAIS ASSOCIADAS AO USO DE FUNGICIDAS NO MANEJO
DA PINTA PRETA DO TOMATEIRO**

ALEGRE

2017

RODOLFO FERREIRA DE MENDONÇA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE DIFERENTES PRÁTICAS
CULTURAIS ASSOCIADAS AO USO DE FUNGICIDAS NO MANEJO
DA PINTA PRETA DO TOMATEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em
Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da
Universidade Federal do Espírito Santo, como parte
das exigências para obtenção do Título de Doutor em
Produção Vegetal, na área de concentração
Fitossanidade/ Fitopatologia

Orientador: Prof. D. Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior

Co-orientador: Willian Bucker Moraes

ALEGRE

2017

Dados Internacionais de Catalogação-na-publicação (CIP)
(Biblioteca Setorial de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Espírito Santo, ES, Brasil)

M539v Mendonça, Rodolfo Ferreira de, 1978-
Viabilidade econômica de diferentes práticas culturais associadas
ao uso de fungicidas no manejo integrado da pinta preta do tomateiro /
Rodolfo Ferreira de Mendonça. – 2017.
65 f. : il.

Orientador: Waldir Cintra de Jesus Junior.

Coorientador: William Bucker Moraes.

Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Federal do
Espírito Santo, Centro de Ciências Agrárias e Engenharias.

1. Tomate – Perdas. 2. *Alternaria solani*. 3. Fungos na agricultura.
4. Pragas – Controle. 5. Controle químico I. Jesus Junior, Waldir Cintra
de. II. Moraes, William Bucker. III. Universidade Federal do Espírito
Santo. Centro de Ciências Agrárias e Engenharias. IV. Título.

CDU: 63

RODOLFO FERREIRA DE MENDONÇA

**VIABILIDADE ECONÔMICA DE DIFERENTES PRÁTICAS
CULTURAIS ASSOCIADAS AO USO DE FUNGICIDAS NO MANEJO
DA PINTA PRETA DO TOMATEIRO**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Espírito Santo, como parte das exigências para obtenção do Título de Doutor em Produção Vegetal, na área de concentração Fitossanidade/ Fitopatologia

APROVADA: 22 de fevereiro de 2017.

D. Sc. Helcio Costa
Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência
Técnica e Extensão Rural

D. Sc. Cintia dos Santos Bento
Universidade Federal do Espírito Santo

D. Sc. Fábio Ramos Alves
Universidade Federal do Espírito Santo

D. Sc. Willian Bucker Moraes
Universidade Federal do Espírito Santo
(Co-orientador)

D. Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior
Universidade Federal de São Carlos
(Orientador)

"Porque Deus amou o mundo de tal maneira que deu o seu Filho unigênito, para que todo aquele que nele crê não pereça, mas tenha a vida eterna." (João 3:16)

Dedicatória

Aos meus amados pais José Augusto e Marilda.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por Ele ter me amado primeiro e por ter me guiado até aqui.

Aos meus pais José Augusto Teixeira de Mendonça e Marilda Melo Ferreira de Mendonça pelo apoio, amor, carinho e compreensão de todos os dias.

Às minhas irmãs e demais familiares pelo incentivo e aprendizado.

Ao professor D. Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior, meu orientador, pelo apoio, dedicação, amizade e confiança depositada.

Ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo (CCAUE-UFES), pela oportunidade de realização do curso.

À Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas (LEMP) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário (NUDEMAFI) pela utilização do espaço e equipamentos.

Ao professor D. Sc. Willian Bucker Moraes pela colaboração, amizade, sugestões e esclarecimentos.

Aos funcionários da Área Experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, localizada no município de Alegre.

Ao Laedio Magno Busato e ao Angelo Oliveira Gonçalves pelo auxílio durante a montagem, condução e avaliação de experimento. Sem vocês, esse trabalho seria impossível.

Ao Wanderson Bucker Moraes e Leônidas Leoni Belan pelos conhecimentos transmitidos.

A Athaise Ferreira de Lima, Mayse Margarida, Vitor Vargas Schwan e Kaique Alves, pelo auxílio prestado.

Aos amigos do laboratório de Fitopatologia, principalmente Guilherme de Resende Camara, Patrícia Elisa Moreira e Tatiane Paulino, pela força e amizade

A todos os amigos que me ajudaram direta ou indiretamente, agradeço imensamente pela solicitude prestada.

Aos demais professores e funcionários do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal.

Agradeço a todos que contribuíram para que este trabalho tivesse sucesso. Obrigado por tudo.

BIOGRAFIA

RODOLFO FERREIRA DE MENDONÇA, filho de José Augusto Teixeira de Mendonça e Marilda Melo Ferreira de Mendonça, nasceu em Petrópolis - RJ, em 21 de setembro de 1978.

Em agosto de 2001, graduou-se em Agronomia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa - MG.

Entre março de 2008 e fevereiro de 2011 atuou no Programa de Melhoramento Genético de Café Conilon do Instituto Capixaba de Pesquisa, Assistência Técnica e Extensão Rural (Incaper) na Fazenda Experimental de Bananal do Norte (FEBN) como bolsista do Consórcio Brasileiro de Pesquisa e Desenvolvimento de Café (CBP&D - Café).

Em março de 2011, ingressou no Programa de Mestrado em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES, concentrando seus estudos na Área de Fitossanidade/Fitopatologia, obtendo o título de Mestre em Produção Vegetal em fevereiro de 2013.

Em março de 2013, iniciou o Programa de Doutorado em Produção Vegetal do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, Alegre – ES, concentrando seus estudos na Área de Fitossanidade/Fitopatologia, submetendo-se à defesa de tese em 22 de fevereiro de 2017.

RESUMO

MENDONÇA, Rodolfo Ferreira de. Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2017. **Viabilidade econômica de diferentes práticas culturais associadas ao uso de fungicidas no manejo integrado da pinta preta do tomateiro.** Orientador: D.Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior. Co-orientador: D.Sc. Willian Bucker Moraes.

O tomateiro é uma cultura de grande importância econômica e social para o Brasil, que pode ser afetada por muitos problemas fitossanitários, sendo a pinta preta uma das principais doenças. O objetivo deste trabalho foi avaliar a utilização de diferentes práticas culturais associadas ao uso de fungicida no manejo da pinta preta do tomateiro em condições de campo. Foram conduzidos dois experimentos em blocos casualizados, com parcelas sub-subdivididas na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES. No primeiro experimento, as parcelas foram constituídas de três sistemas de tutoramento, as subparcelas, de três intervalos entre as aplicações de fungicidas, e as sub-subparcelas, por três sistemas de remoção de folhas, com três repetições. No segundo experimento, as parcelas foram constituídas de três espaçamentos entre plantas, as subparcelas, de três intervalos entre as aplicações de fungicidas, e as sub-subparcelas, por três alturas de poda, com três repetições. Foram realizadas avaliações semanais da severidade da pinta preta, empregando-se escala diagramática própria para cálculo dos valores da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para cada tratamento. Foram calculadas também a duração da área foliar sadia (HAD) e da absorção da área foliar sadia (HAA) e avaliada a produtividade do tomateiro em função dos tratamentos utilizados. A viabilidade econômica de cada tratamento foi calculada pela subtração entre receita e custo de cada parcela nos dois experimentos. Utilizou-se o programa computacional R para as análises estatísticas. Para o primeiro experimento, a eficácia da aplicação de fungicida ficou comprovada quando verificam-se os maiores valores de AACPD em parcelas sem aplicação. O tutoramento vertical proporcionou maior produtividade independente da remoção de inóculo e do intervalo de aplicação de fungicida. O efeito da remoção de folhas doentes reduziu o progresso da pinta preta e aumentou a produtividade do tomateiro, sendo que a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade foi o sistema mais efetivo, permitindo

reduzir o número de aplicações de fungicida sem comprometer a eficácia de controle. O efeito da altura de poda influenciou no progresso da pinta preta do tomateiro. Observou-se maiores produtividades com espaçamentos de 45 e 75 cm entre plantas que foram podadas na altura do 7º e 10º cachos. No espaçamento de 30 cm, o lucro foi maior quando foi feita a poda no 3º cacho. Conclui-se portanto que plantas conduzidas no tutoramento vertical, com aplicação quinzenal de fungicida e remoção de inóculo com severidade $\geq 16\%$ no primeiro experimento e plantas conduzidas no espaçamento de 45 cm entre plantas com aplicação semanal de fungicida e poda na altura do 10º cacho no segundo experimento foram mais efetivas em reduzir o progresso da doença e aumentar HAD, HAA, produtividade e lucro.

Palavras-chave: *Solanum lycopersicum*, *Alternaria solani*, controle cultural, controle químico, perdas.

ABSTRACT

MENDONÇA, Rodolfo Ferreira de. Universidade Federal do Espírito Santo, Fevereiro de 2017. **Economic viability of different cultural practices associated to the use of fungicides in the integrated management of black spot of tomato.** Advisor: D.Sc. Waldir Cintra de Jesus Junior. Co-Advisor: D.Sc. Willian Bucker Moraes.

Tomato is a crop of great economic and social importance for Brazil, which can be affected by many phytosanitary problems, with the black spot being one of the main diseases. The objective of this work was to evaluate the use of different cultural practices associated to the use of fungicide in the management of black spot of tomato in field conditions. Two experiments in randomized blocks with sub-subdivided plots were conducted under field conditions in the experimental area of the Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, in Alegre - ES. In the first experiment, the plots consisted of three tutoring systems, the subplots, three intervals between the fungicide applications, and the sub subplots, by three leaf removal systems, with three repetitions. In the second experiment, the plots consisted of three spacings between plants, the subplots, three intervals between fungicide applications, and subplots, by three pruning heights, with three repetitions. Weekly evaluations of black spot severity were carried out using a diagrammatic scale for calculating the values of the Area Under the Disease Progression Curve (AUDPC) for each treatment. The length of the healthy leaf area (HAD) and the absorption of the healthy leaf area (HAA) were also calculated. The tomato productivity was evaluated according to the treatments used. For the first experiment, the efficiency of the fungicide application was verified when the highest values of AUDPC were verified in plots without application. Vertical tutoring provided higher productivity regardless of inoculum removal and fungicide application interval. The effect of the removal of diseased leaves reduced the progression of the black spot and increased the tomato productivity, being that the removal of leaves with values $\geq 16\%$ of severity was the most effective system, allowing to reduce the number of fungicide applications without compromising the control efficiency. The effect of pruning height influenced the progress of black spot of tomato. It was observed higher yields with spacings of 45 and 75 cm between plants that were pruned at the height of 7th and 10th bunch. In the spacing of 30 cm, the profit was

higher when the pruning was done in the 3rd bunch. It was concluded that plants conducted in the vertical tutorial with bi-weekly application of fungicide and removal of inoculum with severity $\geq 16\%$ in the first experiment and plants conducted in the spacing of 45 cm between plants with weekly application of fungicide and pruning at the height of the 10th bunch in the second experiment were more effective in reducing the disease progress and increasing HAD, HAA, productivity and profit.

Key words: *Solanum lycopersicum*, *Alternaria solani*, cultural control, chemical control.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Esquema ilustrativo dos tutoramentos utilizados: (A) Tradicional ou “V” invertido; (B) Triangular; (C) Vertical.....30

Figura 2 - Escala diagramática utilizada para avaliação da severidade da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro.....32

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 - Efeito da interação de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) e intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A) e de intervalos de aplicação de fungicida e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (B) sobre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....35
- Tabela 2 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) (B) e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (C) sobre a duração da área foliar sadia de tomateiro (HAD), em dias.....37
- Tabela 3 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) (B) e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (C) sobre a absorção da radiação solar pela área foliar sadia de tomateiro (HAA), em MJ.m⁻².....39
- Tabela 4 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) (B) e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (C) sobre a produtividade de tomateiro, em Kg.planta⁻¹.....41
- Tabela 5 - Estimativa do custo, receita e lucro da produtividade (R\$/ha) do tomateiro em diferentes sistemas de cultivo.....44

Tabela 6 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).....47

Tabela 7 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a duração da área foliar sadia (HAD), em dias.....49

Tabela 8 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a absorção da radiação solar pela área foliar sadia (HAA), em MJ.m⁻².....51

Tabela 9 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre e produtividade, em Kg.planta⁻¹.....52

Tabela 10 - Estimativa do custo, receita e lucro da produtividade (R\$/ha) do tomateiro em diferentes sistemas de cultivo.....55

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	16
2.1. A Cultura do Tomateiro	16
2.1.1. Taxonomia.....	16
2.1.2. Exigências climáticas do tomateiro.....	17
2.1.3. Problemas fitossanitários da cultura.....	18
2.2. Pinta Preta do Tomateiro.....	19
2.2.1. Epidemiologia de <i>Alternaria solani</i>	19
2.2.2. Manejo integrado da pinta preta.....	21
3. MATERIAL E MÉTODOS	24
3.1. Práticas culturais	24
3.2. Experimento 1: Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de sistemas de tutoramento e efeito da remoção de inóculo no manejo da doença.....	24
3.3. Experimento 2: Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de diferentes espaçamentos entre plantas e alturas de despona	26
3.4. Quantificação do progresso da doença.....	27
3.5. Quantificação do crescimento e da produtividade do tomateiro	27
3.6. Viabilidade econômica.....	28
3.7. Análise estatística dos dados	29
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de diferentes sistemas de tutoramento e efeito da remoção de inóculo no manejo da doença.....	30
4.2. Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de diferentes espaçamentos entre plantas e alturas de despona	41
5. CONCLUSÕES.....	52
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	53

1. INTRODUÇÃO

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça muito popular na gastronomia brasileira. O consumo de seus frutos *in natura* e de seus derivados é bastante apreciado pelo sabor e concentração de substâncias benéficas como vitaminas (A, B1, B2, B6, C, E) e minerais como fósforo, potássio, magnésio, manganês, zinco, cobre, sódio, ferro e cálcio. Também possui proteínas, carboidratos, frutose, fibras, ácido fólico, ácido tartárico e ácido salicílico, além do licopeno, importante antioxidante associado à prevenção do câncer de próstata (JARAMILLO *et al.*, 2007; NEITZKE; BÜTTOW, 2008; VALERO *et al.*, 2011).

O Brasil atualmente está entre os dez maiores produtores de tomate do mundo, sendo o maior produtor da América Latina. A safra brasileira de tomate em 2016 foi de 63.844kg/ha, sendo destaque, principalmente, os estados de São Paulo, Minas Gerais e Goiás. É considerada a cultura olerácea de maior importância em todo o estado do Espírito Santo, tanto no aspecto social quanto no econômico, com 2.511ha de área plantada, 154.074t de produção e safra de 61.360kg/ha (IBGE, 2016).

Em contraposição a este cenário favorável, a tomaticultura é considerada uma atividade de elevado risco e de grande complexidade agrônômica, devido às doenças e pragas que reduzem a produtividade da cultura (ABCSEM, 2011), ocasionando perdas, seja por um controle ineficaz ou pelo elevado custo de controle (LOPES; ÁVILA, 2005). Essa complexidade do cultivo do tomateiro está relacionada à exigência nutricional da cultura, com importantes anomalias fisiológicas, e à ampla gama de patógenos que tem essa cultura como hospedeira (FILGUEIRA, 2013).

A pinta preta, causada pelo fungo *Alternaria solani* Sorauer, é uma das principais doenças que limitam a produção de tomate no Brasil, pois em ambientes favoráveis a essa doença, infectam frutos e folhas, reduzindo o vigor da planta. Pode ocasionar ainda danos indiretos aos frutos devido à exposição aos raios solares ocasionada pela desfolha decorrente da doença (VALE *et al.*, 2000). O manejo dessa doença baseia-se principalmente em aplicações sistemáticas de fungicidas (HIJMANS *et al.*, 2000; SHTIENBERG, 2000), de acordo com um calendário de aplicações que não consideram as condições mais favoráveis ao desenvolvimento da doença (PAUL, 1999; PATTERSON; NOKES, 2000).

Assim, aplicações excessivas de fungicidas tem ocorrido na cultura do tomateiro e causado o aumento do custo e os resíduos nos frutos, colocando em risco ainda a saúde do aplicador, da população e dos demais seres vivos que utilizam esse ambiente como hábitat

(JESUS JUNIOR *et al.*, 2007a; VALE *et al.*, 2007). O elevado número de pulverizações, podendo chegar a três por semana, decorre das condições ambientais propícias ao aparecimento das principais doenças do tomateiro, como temperatura noturna amena e/ou constantes precipitações entre os principais meses de condução da cultura (WAMSER *et al.*, 2008).

A principal meta a ser alcançada em curto prazo é o uso racional de fungicidas, pois a agressividade da *A. solani* e a dependência do manejo químico para reduzir as perdas, torna necessário o aumento da eficácia das aplicações de fungicidas pela utilização de técnicas que desfavoreçam o desenvolvimento de epidemias.

As medidas de manejo, quando tomadas isoladamente, não resultam em controle eficaz das doenças. Por isso, o manejo deve seguir estratégias que considerem o patógeno, o hospedeiro e o ambiente (ZAMBOLIM; JUNQUEIRA, 2004). Como consequência, torna-se necessário o uso de métodos alternativos associados aos produtos químicos para a otimização destes últimos e para minimizar os problemas oriundos de seu uso inadequado (CAMPANHOLA; BETIOL, 2003), permitindo assim reduzir a população de patógenos no campo com a implementação de estratégias racionais de manejo após o conhecimento detalhado dos aspectos epidemiológicos da doença (JESUS JUNIOR *et al.*, 2004a).

Portanto, dada a necessidade da disponibilização de medidas alternativas que sejam práticas e econômicas para o manejo da pinta preta, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de práticas culturais associadas ao uso de fungicida sobre o manejo desta doença, podendo contribuir para reduzir as aplicações de fungicidas sem aumentar os riscos da doença. Métodos de manejo culturais como remoção de inóculo, adoção de sistemas de condução mais desfavoráveis à doença e redução do ciclo da cultura são alternativas promissoras a serem utilizadas.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. A Cultura do Tomateiro

2.1.1. Taxonomia

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma planta pertencente à classe Dicotyledoneae, ordem Tubiflorae e família Solanaceae (ALVARENGA, 2013). Esta família

contém aproximadamente 100 gêneros e 3000 espécies, algumas economicamente importantes como a batata, berinjela, petúnia, tabaco e pimenta (BERGOUGNOUX, 2013).

O gênero *Solanum* possui onze espécies distribuídas em praticamente todos os climas, e pode ser considerado um dos mais importantes economicamente, possuindo além de hortaliças, algumas espécies de importância medicinal, como por exemplo, *Brugmansia suaveolens* (Willd.) Bercht. & J. Presl, *Datura suaveolens* L. e *Withania somnifera* Dunal (WS) (WEESE; BOHS, 2007).

2.1.2. Exigências climáticas do tomateiro

O tomateiro floresce e frutifica em climas bastante variáveis, porém em ambientes tropicais úmidos, pode desenvolver muitas doenças e ter, por consequência, baixas produtividades. A produção do tomateiro, além da cultivar utilizada, é influenciada pela temperatura, umidade relativa do ar e radiação solar (FILGUEIRA, 2013).

A temperatura é um dos fatores climáticos mais limitantes ao tomateiro, bem como às demais plantas da família Solanaceae, sendo que o seu cultivo em locais com temperaturas abaixo de 10°C e acima de 35°C pode influenciar todas as fases do desenvolvimento da cultura (MINAMI; HAAG, 1980; CAMARGO *et al.*, 2006).

Temperaturas críticas baixas ou altas podem influenciar na germinação das sementes, sendo que a ótima para essa fase varia entre 16 e 29°C. Para o desenvolvimento vegetativo é entre 20 e 26°C (GÓMEZ *et al.*, 2000), sendo que, em temperaturas abaixo da crítica, o tomateiro reduz o seu crescimento, ficando sensível a geadas, ocasionando morte de folhas (NUEZ, 2001; CAMARGO *et al.*, 2006).

A temperatura ideal para a floração se encontra entre 12 e 25°C, sendo que temperaturas abaixo ou acima das críticas ocasionam abortamento de flores ou inibição da floração, afetando drasticamente a produção de pólen e o pegamento dos frutos (GÓMEZ *et al.*, 2000; CAMARGO *et al.*, 2006). A coloração e o desenvolvimento dos frutos também são afetados por altas temperaturas médias, formando-se frutos de cor amarelada, em razão da menor síntese de licopeno (responsável pela coloração vermelha dos frutos), e formação de frutos ocos e mau desenvolvidos (MINAMI; HAAG, 1980).

A umidade relativa do ar influencia o desenvolvimento e rendimento do tomateiro. Há formação de orvalho e maior período de molhamento foliar durante o dia, com altas umidades

relativas, favorecendo o desenvolvimento de doenças causadas por fungos e bactérias (ALVARENGA, 2013). Ocorre ainda a polinização deficiente, pois há dificuldade da deiscência das anteras e a liberação do pólen com conseqüente redução da produtividade da cultura e menor transpiração da planta, o que afeta a absorção de cálcio, principalmente, e causa uma doença fisiológica conhecida como podridão apical dos frutos (GRANGE; HAND, 1987; ANDRIOLO, 2000).

A radiação solar pode ser um fator limitante em determinadas regiões e épocas do ano para o tomateiro, pois a cultura exige no mínimo $200 \text{ cal cm}^{-2}\text{dia}^{-1}$. Abaixo desta radiação, as plantas paralisam o seu crescimento e até pode ocorrer morte das plantas. O fotoperíodo não afeta o desenvolvimento vegetativo e a produção do tomateiro, desenvolvendo-se bem tanto em condições de dias curtos quanto de dias longos (ALVARENGA, 2013; FILGUEIRA, 2013).

2.1.3. Problemas fitossanitários da cultura

O tomateiro é considerada a hortaliça mais suscetível a doenças e pragas dentre as cultivadas tradicionalmente, elevando o custo de produção e os riscos à saúde humana e ao meio ambiente, pois, para o seu controle, o produtor intensifica o uso de produtos químicos. A intensidade do ataque de pragas e doenças depende da suscetibilidade da cultivar utilizada, do manejo da cultura e das condições ambientais (GÓMEZ *et al.*, 2000).

As doenças que atacam a cultura do tomateiro podem ser de origem biótica (causadas por fungos, bactérias, vírus, nematoides, entre outros) ou abiótica (causadas por temperaturas extremas, desequilíbrio nutricional, déficit ou excesso hídrico, fitotoxidez, entre outros) (GÓMEZ *et al.*, 2000; LOPES; ÁVILA, 2005).

Algumas doenças fúngicas de maior importância que afetam o tomateiro e podem comprometer sua produtividade são: a requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), a pinta preta (*Alternaria solani* Sorauer), a septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.), a mancha de *Stemphylium* (*Stemphylium solani* Weber) e a murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* (Sacc) Snyder & Hansen) (KUROZAWA; PAVAN, 2005).

2.2. Pinta Preta do Tomateiro

2.2.1. Epidemiologia de *Alternaria solani*

Epidemia, de acordo com Bergamin Filho e Amorim (2011), é um aumento de doença em uma determinada população de plantas em intensidade (severidade, incidência) e/ ou extensão (área geográfica).

Segundo Bergamin Filho e Amorim (2011), a definição mais completa de epidemiologia é a de Kranz (1974), que a define como “*o estudo de populações de patógenos em populações de hospedeiros e da doença resultante desta interação, sob a influência do ambiente e a interferência humana*”.

Gäumann (1950) foi quem primeiro enumerou as condições e estabeleceu as relações entre os fatores determinantes para que uma epidemia possa ocorrer em um patossistema selvagem. São eles: hospedeiro suscetível à doença; patógeno agressivo, com alta capacidade infectiva, alta capacidade reprodutiva e eficiente dispersão; e ambiente favorável à interação do patógeno com a planta.

Isto significa que o ambiente interfere no desenvolvimento da população dos hospedeiros, do patógeno e na sua interação, podendo inclusive impedir a ocorrência da doença mesmo na presença do hospedeiro suscetível e do patógeno virulento, e estas influenciam o meio ambiente, principalmente o microclima (JESUS JUNIOR *et al.*, 2007b).

Em um patossistema agrícola, o homem interage com todos os fatores determinantes para ocorrência de uma epidemia, podendo provocar o surgimento e o desenvolvimento das epidemias, bem como interromper ou alterar esse processo (VALE *et al.*, 2004a; BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2011).

Há três importantes fatores relacionados à interação da dinâmica de inóculo e surgimento de epidemias de pinta preta: restos culturais podem ser fontes de inóculo; conídios são dispersos pelo vento; e o fato de a doença ser policíclica (van der WAALS *et al.*, 2003).

As primeiras infecções da pinta preta normalmente estão associadas à disponibilidade do inóculo primário, que pode ser originado de plantas voluntárias, hospedeiros secundários ou restos de cultura (PATTERSON, 1991; van der WAALS *et al.*, 2003).

Portanto, quanto maior for o número de plantas e/ou partes das plantas infectadas nos primeiros ciclos de cultivo, maior será o número de plantas infectadas nos ciclos secundários (MALOY, 1993). Adicionalmente, com o aumento de plantas infectadas na área tem-se maior

pressão de inóculo, e conseqüentemente o aumento do progresso da epidemia. Por essa razão, estratégias de manejo baseadas na redução do inóculo primário e do inóculo secundário promovem a redução da taxa de progresso da doença (van der WAALS *et al.*, 2003).

Os conídios são disseminados pelo vento principalmente, ou ainda por respingos de água (chuva ou irrigação por aspersão), insetos, sementes, trabalhadores e implementos agrícolas, permanecendo infectivos por muito tempo em restos de cultura. Os conídios do fungo atingem a superfície da planta, germinam numa faixa de 6 a 34°C, com ótimo entre 28 a 30°C, e infectam a planta rapidamente, podendo ocorrer a penetração diretamente pela cutícula ou através dos estômatos, após a formação de apressório. Em 24 horas após a infecção, é possível observar pequenas pontuações de coloração escura e, após três dias, os sintomas provocados pelo patógeno começam a ficar característicos (KUROZAWA; PAVAN, 2005).

O patógeno tem a capacidade de sobreviver de uma estação para outra em restos de cultura e matéria orgânica (FIGURA 2). *Alternaria solani* afeta outras solanáceas além do tomateiro, como por exemplo, batata, berinjela, pimentão e jiló, bem como plantas espontâneas do mesmo gênero, como o juá-de-capote e a maria-pretinha (KUROZAWA; PAVAN, 2005).

2.2.1.1. Sintomatologia

A pinta preta é caracterizada por lesões foliares necróticas, pardo-escuras, com anéis concêntricos e bordos bem definidos, circulares ou elípticas no início e irregulares mais tarde, com diâmetro de 3 a 20 mm. As lesões ocorrem isoladamente ou em grupos, podendo apresentar ou não halo clorótico. As manchas aumentam rapidamente em tamanho e em número e, com o crescimento, são formados anéis concêntricos na parte central (MIZUBUTI; BROMMONSCHENKEL, 1996). Ocorre a destruição da nervura da folha quando a lesão a atinge, o que causa a interrupção da circulação de seiva e o amarelecimento e morte da parte afetada (KUROZAWA; PAVAN, 2005).

Sintomas semelhantes aos descritos ocorrem nos caules e pecíolos, porém com lesões mais alongadas e deprimidas, tendendo a circunscrever os órgãos afetados e provocar a morte dos mesmos (GARBOR; WIEB, 1997). Nos frutos aparecem manchas escuras, deprimidas e com a presença típica de anéis concêntricos que, geralmente, estão localizados na região peduncular do fruto, o que causa facilmente a queda deles, que estão afetados pela doença

(MIZUBUTI; BROMMONSCHENKEL, 1996). Essa doença nos frutos é conhecida com mofo preto (LOPES; ÁVILA, 2005).

Plântulas de tomate podem ser afetadas pela doença, podendo ser verificados sintomas de tombamento. Com umidade elevada, toda a lesão é coberta por um crescimento aveludado preto devido às frutificações do patógeno (TOFOLI; DOMINGUES, 2004; KUROZAWA; PAVAN, 2005).

As lesões estão presentes em maior quantidade nas folhas mais velhas. Nas folhas mais novas são menores, principalmente quando as plantas apresentam bom vigor e desenvolvimento vegetativo (KUROZAWA; PAVAN, 2005). Os sintomas aparecem primeiramente nas folhas mais velhas e evoluem para as partes mais novas da planta (MESSIAEN, 1995), resultando em intensa redução da área foliar e vigor das plantas, quebra de hastes, depreciação e queda de frutos, além de redução em seu número e tamanho, afetando a produtividade, o que ocasiona prejuízos econômicos, por consequência, e morte de plantas (VALE *et al.*, 2000; KUROZAWA; PAVAN, 2005).

2.2.2. Manejo integrado da pinta preta

Manejo Integrado foi definido por Kogan (1984) e por Luckmann e Metcalf (1994) como sendo: *“a escolha e o uso inteligente de táticas de controle que produzirão consequências favoráveis dos pontos de vista econômico, ecológico e sociológico”*. Portanto, devem-se utilizar diversas táticas, mantendo a redução da produção abaixo do limiar de dano econômico (LED), sem ao mesmo tempo, prejudicar o homem, os animais, as plantas e o ambiente (ZAMBOLIM; JUNQUEIRA, 2004). Mumford e Norton (1984), definiram o LED como *“o nível de ataque do organismo nocivo, no qual o benefício do controle iguala seu custo”*.

De acordo com Geier (1966), o Manejo Integrado envolve três aspectos principais: determinar como o ciclo vital de um patógeno precisa ser modificado, de modo a mantê-lo abaixo do LED; combinar o conhecimento biológico com a tecnologia disponível para alcançar a modificação necessária; desenvolver métodos de controle adaptados às tecnologias disponíveis e compatíveis com aspectos econômicos e ecológico-ambientais.

Para Vale *et al.* (2004b), o tratamento com fungicidas é a medida de controle mais eficaz para a pinta preta do tomateiro, contudo, esta não é sempre economicamente viável e

pode não ser eficiente sob condições climáticas altamente favoráveis ao desenvolvimento do patógeno.

Deve ser adotado, portanto, um conjunto de medidas para o manejo dessa doença (KUROZAWA; PAVAN 2005), como: o tratamento de sementes com fungicidas; adquirir sementes e mudas sadias; o emprego de espaçamento adequado; escolha do local para produção de mudas e instalação da cultura, evitando áreas úmidas (baixadas ou sujeitas à neblina) e próximas a culturas de tomateiro em final de ciclo; evitar irrigações por aspersão; efetuar adubação equilibrada e utilizar matéria orgânica; efetuar rotação de culturas com gramíneas, com eliminação de plantas voluntárias, para eliminação ou redução de inóculo do patógeno; eliminar restos culturais; aplicar fungicidas preventivamente na parte aérea, com o intervalo de aplicação variando com: o local, a cultivar adotada, as condições climáticas, o fungicida utilizado, o estado fitossanitário da cultura e as condições de cultivo (se sob plasticultura ou em campo aberto).

Além das medidas de manejo mencionadas, existem outras que vem sendo pesquisadas e utilizadas de uma forma crescente, como por exemplo, o uso de extratos vegetais, que tem se mostrado eficiente no controle de fitopatógenos (ROLIM *et al.*, 2005; DILL, 2009; PEDROSO *et al.*, 2009) ou de substâncias como o ácido abscísico (AIA) (SONG *et al.*, 2011).

2.2.2.1. Controle cultural

É a utilização de práticas culturais, combinadas, preferencialmente, para minimizar os efeitos de doenças sobre a produção de plantas cultivadas (BEDENDO *et al.*, 2011). As principais práticas culturais utilizadas para o tomateiro são: a utilização de diferentes métodos de tutoramento, sistemas de condução das plantas com diferentes números de hastes e diferentes tutores, diferentes espaçamentos entre plantas, poda apical em diversas alturas, raleio de frutos e desbrota (ALVARENGA, 2013).

Tutoramento e densidade de plantio adequados são importantes práticas culturais para agregar valor aos frutos de tomate e, conseqüentemente, aumentar o lucro, pois melhoram a qualidade e aparência desses frutos (MARIM *et al.*, 2005; SHIRAHIGE *et al.*, 2010).

Em maiores densidades de plantio, ocorre competição entre plantas por água, luz e nutrientes (STRECK *et al.*, 1998) e fotoassimilados são mais deslocados para as partes vegetativas das plantas em detrimento dos frutos (CARVALHO; TESSARIOLI NETO,

2005), afetando a produção do tomateiro por reduzir a massa média dos frutos, o que é indesejável comercialmente (SELEGUINI *et al.*, 2002).

A alteração da densidade de plantio pode modificar a circulação de ar, a incidência de radiação e a umidade relativa ao redor das plantas, podendo interferir no ciclo da planta, na intensidade de doenças, na qualidade e na quantidade de frutos colhidos (FERY; JANICK, 1970). Segundo Vloutoglou e Kalogerakis (2000), o fungo *A. solani* é favorecido por períodos de molhamento foliar prolongado, sendo que, conforme Parker *et al.* (1995), Madden e Boudreau (1997) e Ntahimpera *et al.* (1998), a dispersão de inóculo entre plantas vizinhas pode ser favorecida por respingos de chuvas sob condições de alta densidade de plantas.

A finalidade do tutoramento é dar suporte ao crescimento das plantas e facilitando os tratos culturais, além de aumentar a captação da radiação solar e a ventilação nas linhas de plantio do tomateiro, afetando principalmente a umidade nas folhas dessas plantas (WAMSER *et al.*, 2008; ALVARENGA, 2013).

O tutoramento “V” invertido é tradicionalmente um dos mais utilizados no Brasil. Consiste no amarrar de plantas de tomate a tutores, como estacas de bambu, que são dispostos em duas fileiras consecutivas no formato de “V” invertido (MARIM *et al.*, 2005). Apresenta a desvantagem de formar uma câmara úmida sob o tutoramento, favorecendo o desenvolvimento de fungos e a redução da eficácia de aplicação de agroquímicos (WAMSER *et al.*, 2008). O tutoramento triangular é uma alternativa ao “V” invertido e forma fileiras com uma distância de metade do espaçamento entre plantas em relação à outra fileira, ou seja, um zigue-zague, permitindo melhor ventilação em relação ao tutoramento anterior (MARIM *et al.*, 2005).

O tutoramento vertical possui as vantagens de otimizar a distribuição da radiação solar e ventilação ao longo do dossel de plantas, diminuir o período de molhamento foliar e maximizar a eficiência de controle (SANTOS *et al.*, 1999; WAMSER *et al.*, 2008).

Outro fator importante para o manejo da pinta preta do tomateiro é a remoção de folhas senescentes, que associada à aplicação de fungicida, pode reduzir a intensidade de algumas doenças foliares, inclusive *A. solani*, como verificaram Blume e Jara (2004).

Outra forma de manejar a cultura do tomate para diminuir a ocorrência de doenças e pragas, as quais ocorrem com maior intensidade no final do ciclo da cultura, é realizar a poda apical, pois há a redução do ciclo das plantas pela limitação do estágio reprodutivo (CAMPOS *et al.*, 1987), o aumento da eficiência dos tratos culturais e melhora da distribuição

da radiação solar no dossel (CAMARGOS *et al.*, 2000). A poda apical ainda aumenta o tamanho dos frutos (GUIMARÃES *et al.*, 2007, 2008).

3. MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos experimentos em condições de campo na área experimental do Centro de Ciências Agrárias e Engenharias da Universidade Federal do Espírito Santo, em Alegre – ES (altitude de 150m, latitude 20° 45' S e longitude 41° 28' W).

3.1. Práticas culturais

A cultivar de tomate utilizada foi a Alambra, suscetível à pinta preta. As mudas foram produzidas em bandejas de 128 células, preenchidas com substrato comercial Plantimax HT®. Estas foram transplantadas para o campo 25 dias após a semeadura.

As plantas foram conduzidas com duas hastes e semanalmente foram eliminadas as brotações originárias nas axilas das folhas, deixando-se apenas a gema apical. Os tutoramentos foram efetuados após o transplante, sendo repetidos a cada 7 dias, durante todo o ciclo da cultura. Realizou-se os tratamentos culturais, como correção da acidez do solo, adubação e o controle de pragas de acordo com as recomendações para a cultura (CAMARGO, 1981; FILGUEIRA, 2013). O manejo de plantas espontâneas foi realizado sempre que necessário, através de capinas manuais. A irrigação foi realizada por fitas gotejadoras, com uma mangueira gotejadora por linha de plantio.

3.2. Experimento 1: Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de sistemas de tutoramento e efeito da remoção de inóculo no manejo da doença

Foram conduzidos dois experimentos em delineamento experimental em blocos casualizados, com parcelas subdivididas. As parcelas foram constituídas de três sistemas de condução (tradicional ou “V” invertido, triangular e vertical) (Figura 4), as subparcelas constituídas por três intervalos entre as aplicações de fungicidas (sem aplicação, aplicação semanal e aplicação quinzenal) e a subsubparcela constituídas de sistemas de remoção de folhas (sem remoção, folhas que apresentarem de 16 a 100%, e de 32 a 100%).

Cada subsubparcela experimental foi composta por 32 plantas divididas em quatro fileiras, sendo que as duas laterais foram deixadas como bordadura. Duas plantas do final de cada linha foram deixadas como bordadura e, das oito plantas centrais da parcela, cinco foram selecionadas como plantas úteis. O tomateiro foi conduzido com espaçamento de 0,60 m entre plantas e 1,0 m entre fileiras.

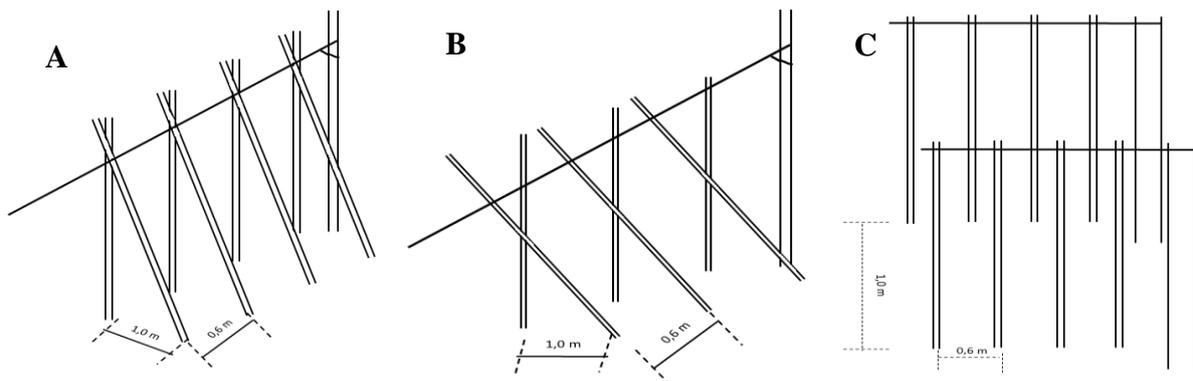


Figura 1 – Esquema ilustrativo dos tutoramentos utilizados: (A) Tradicional ou “V” invertido; (B) Triangular; (C) Vertical.

As remoções das folhas foram realizadas semanalmente, na parte da planta que apresentou maior intensidade da doença. Com intuito de se avaliar a remoção de diferentes níveis de fonte de inóculo de pinta preta, foram retiradas folhas que apresentaram duas faixas de severidade da doença (16 a 100% e de 32 a 100%).

Visando avaliar a possível redução do número de aplicações de fungicidas com adoção do manejo cultural da pinta preta, foram realizadas aplicações de fungicidas com as respectivas doses em gramas de ingrediente ativo por hectare (g i.a.ha^{-1}): T1 - controle, aplicação de água destilada (H_2O); T2 - aplicação semanal de clorotalonil (1500g i.a.ha^{-1}); T3 – aplicação quinzenal de clorotalonil (1500g i.a.ha^{-1}). As pulverizações foram realizadas após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença. Para aplicação dos tratamentos foi empregado um pulverizador costal motorizado com capacidade de 20 litros, calibrado para a aplicação de um volume de calda de 1000 L.ha^{-1} .

3.3. Experimento 2: Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de diferentes espaçamentos entre plantas e alturas de despona

Foram conduzidos dois experimentos com delineamento em blocos casualizados, em parcelas subsubdivididas, com três repetições. As parcelas foram constituídas de três espaçamentos entre plantas (0,30, 0,45 e 0,75 m), as subparcelas constituídas por três intervalos entre as aplicações de fungicidas (sem aplicação, aplicação semanal e aplicação quinzenal), e as subsubparcelas constituídas por três alturas de despona (3, 7 e 10° cacho).

Cada subsubparcela experimental foi composta por quatro fileiras, sendo duas fileiras laterais deixadas como bordadura. O número de plantas em cada parcela foi composto de acordo com a densidade populacional. Nos tratamentos constituídos por espaçamentos de 0,30, 0,45 e 0,75 m entre plantas, em cada parcela houve 100, 68 e 40 plantas, respectivamente. Dentro das fileiras centrais, foram deixadas plantas no final de cada linha como bordadura, resultando em 5 plantas úteis na parte central da parcela. O tomateiro foi conduzido pelo sistema vertical, com 1,0 m de espaçamento entre fileiras em todos os tratamentos analisados.

Para avaliar o efeito da alteração do microclima proporcionada pelo adensamento de plantas sobre o progresso da pinta preta do tomateiro, optou-se por avaliar três arranjos espaciais de plantas (0,30, 0,45 e 0,75 m entre plantas). Foram realizadas despona em três alturas (3, 7 e 10° cacho), com o intuito de avaliar o efeito da antecipação do ciclo da cultura sobre o desenvolvimento da doença, bem como sobre a produtividade da cultura manejada em diferentes espaçamentos entre plantas. A poda apical foi realizada acima da terceira folha, localizada após o último cacho desejado para cada tratamento.

Visando avaliar a possível redução do número de aplicações de fungicidas com adoção do manejo cultural da pinta preta, foram realizadas aplicações de fungicidas com as respectivas doses em gramas de ingrediente ativo por hectare (g i.a.ha^{-1}): T1 - controle, aplicação de água destilada (H_2O); T2 - aplicação semanal de clorotalonil (1500g i.a.ha^{-1}); T3 – aplicação quinzenal de clorotalonil (1500g i.a.ha^{-1}). As pulverizações foram realizadas após o aparecimento dos primeiros sintomas da doença. Para aplicação dos tratamentos foi empregado um pulverizador costal motorizado com capacidade de 20 litros, calibrado para a aplicação de um volume de calda de 1000 L.ha^{-1} .

3.4. Quantificação do progresso da doença

As avaliações da severidade da pinta preta foram realizadas semanalmente, a partir do dia posterior a primeira aplicação de fungicidas, em cinco plantas marcadas por parcela, empregando-se escala diagramática proposta por Boff (1988) (Figura 5). Para cálculo da severidade foram monitoradas todas as folhas com largura superior a 15 cm.

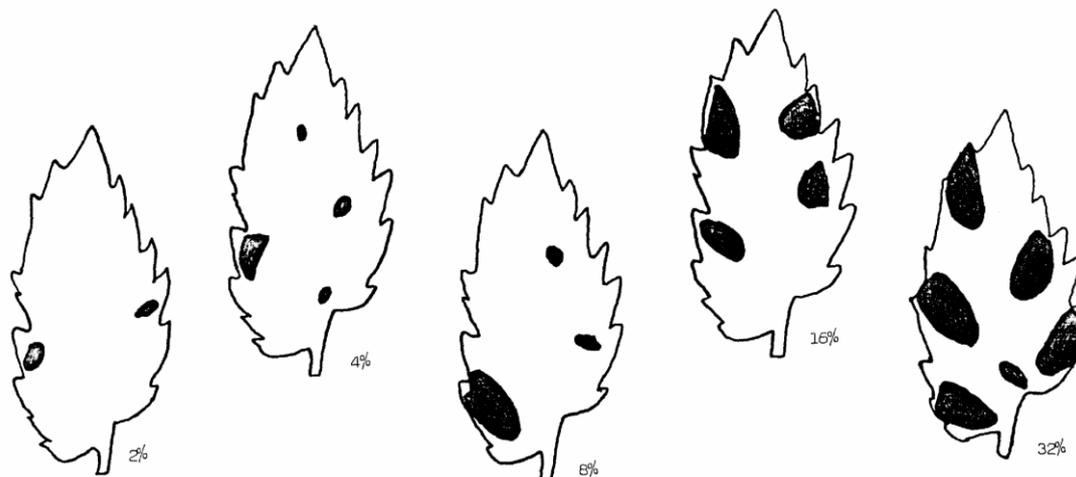


Figura 2 - Escala diagramática utilizada para avaliação da severidade da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro (BOFF, 1988).

Com os valores médios de severidade da doença nas cinco plantas de cada parcela, foram traçadas as curvas de progresso da pinta preta nos diferentes tratamentos. A partir das curvas de progresso foram calculados os valores da Área Abaixo da Curva de Progresso da Doença (AACPD) para cada tratamento, conforme metodologia proposta por Shaner e Finney (1977). Os valores de AACPD foram divididos pelo número de dias de duração da epidemia, com o intuito de padronizar o referido valor.

Com os dados de severidade de cada folha, foram calculadas as médias de cada planta. De posse das médias de cada planta, foi calculada a média de cada parcela experimental.

3.5. Quantificação do crescimento e da produtividade do tomateiro

O crescimento do tomateiro foi avaliado de forma não destrutiva, através de medições nas plantas centrais marcadas em cada parcela desde o transplântio.

Foram realizadas avaliações semanais do crescimento do hospedeiro, com base na medição da maior largura da folha. A estimativa da área foliar (LA, cm²) foi realizada por meio da equação proposta por Blanco e Folegatti (2003):

$$LA = 0,708W^2 - 10,44W + 83,4$$

sendo que LA = área foliar (cm²) e W = maior largura da folha (cm).

O Índice de Área Foliar (LAI) de cada planta foi obtido pela divisão da área foliar total de cada planta em cada dia de avaliação pela área ocupada por planta.

A duração da área foliar sadia (HAD, dias) foi assim calculada (WAGGONER; BERGER, 1987):

$$HAD = \sum_{i=1}^n [LAI_i(1 - y_i) + LAI_{i+1}(1 - y_{i+1}) / 2](t_{i+1} - t_i)$$

em que HAD = duração da área foliar sadia (expressa em dias), LAI_i = índice de área foliar (adimensional) no tempo *i*, *t* = tempo e *y_i* = severidade da doença (em proporção).

Já os valores da absorção da área foliar sadia (HAA, MJ.m⁻²) para cada planta foram calculados a partir da equação proposta por Waggoner e Berger (1987):

$$HAA = \sum_{i=1}^n [I_i \{ [(1 - y_i) \cdot (1 - \exp(-kLAI_i))] + [(1 - y_{i+1}) \cdot (1 - \exp(-kLAI_{i+1}))] \} / 2](t_{i+1} - t_i)$$

sendo que I = média de radiação solar incidente (MJ.m⁻²) no período (t_{i+1} - t_i), e k = coeficiente de extinção da luz, em que neste trabalho foi usado o valor de 0,8.

As avaliações de produtividade foram realizadas semanalmente, colhendo os frutos no estágio verde-maduro; dos quais obteve-se a produtividade de frutos por planta.

3.6. Viabilidade econômica

Calculou-se o custo de operações mecanizadas (aração, gradagem e sulcamento), em R\$/ha, com a multiplicação entre as horas necessárias para cada operação e o valor do aluguel do trator e implementos.

O tempo gasto com montagem do sistema, irrigação, adubação, desbrota, amarração, pulverização de pesticidas e controle de invasoras foi calculado para obtenção do custo de operações manuais (R\$/ha).

O preço dos insumos (fertilizantes, sementes e defensivos) foi multiplicado pelas quantidades necessárias em cada sistema de cultivo, para obtenção do custo em R\$/ha.

O valor do custo com comercialização constituiu-se de: caixa “k”, frete, taxa de descarga, considerando-se a venda dos tomates nas Centrais de Abastecimento do Espírito Santo S.A.(CEASA/ES) – Grande Vitória, e neste trabalho, foram calculadas para um total de R\$ 2,50/cx.

Para a determinação do Custo Total (R\$/ha), somou-se os gastos com operações mecanizadas, manuais, insumos e comercialização.

Para o cálculo da Receita Total (R\$/ha) foi utilizada a produtividade (cx/ha) de cada sistema de cultivo, multiplicada pelo valor médio de R\$ 25,00/cx, considerando-se 20 kg de tomate/cx.

O Lucro (R\$/ha) foi calculado pela diferença entre a Receita Total e o Custo Total de toda a produção, em cada sistema de cultivo do tomateiro.

3.7. Análise estatística dos dados

Testou-se a homogeneidade das variâncias residuais dos dois experimentos por meio do teste de Bartlett, e a significância da interação entre experimentos e tratamentos por meio do teste padrão de normalidade. Uma vez que verificou-se homogeneidade entre as variâncias residuais dos dois experimentos, e os efeitos da interação entre experimentos e tratamentos não foram significativos procedeu-se à análise de variância (teste F) das variáveis estudadas. Havendo significância estatística ($p \leq 0,05$), as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de diferentes sistemas de tutoramento e efeito da remoção de inóculo no manejo da doença

Com relação ao progresso da pinta preta, não houve interação tripla significativa entre os fatores e sobre a interação entre tutoramentos e remoção de inóculo ($P < 0,05$) sobre a AACPD. Portanto, realizou-se o desdobramento de intervalos de aplicação de fungicida e sistema de remoção de folhas doentes e tutoramentos e aplicação de fungicida para analisar os efeitos destes tratamentos (Tabela 1).

Tabela 1 - Efeito da interação de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) e intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A) e de intervalos de aplicação de fungicida e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (B) sobre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

A	Tutoramento			B	Remoção		
	Tradicional	Triangular	Vertical		sem	≥32%	≥16%
Aplicação				Aplicação			
Sem	433,8aA	410,4aA	451,5aA	Sem	508,4aA	456,8aB	330,6aC
quinzenal	245,9bAB	293,8bA	202,2bB	quinzenal	349,7bA	246,9bB	145,3bC
semanal	169,5cA	190,0cA	117,7cB	semanal	215,1cA	161,7cB	100,5bC

Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Ao analisar a eficácia de diferentes tutoramentos em cada época de aplicação sobre a AACPD, não foram verificadas diferenças estatísticas entre os tutoramentos, quando não ocorreu aplicação do fungicida. O sistema de tutoramento vertical foi mais eficaz estatisticamente que o tutoramento triangular, quando ocorreu aplicação quinzenal e o sistema de tutoramento vertical foi o mais eficaz, quando feita aplicação semanal do fungicida (Tabela 1A).

Wamser *et al.* (2008) também relataram diminuição de severidade da pinta preta no tutoramento vertical em relação ao tradicional. Santos *et al.* (1999) e Vale *et al.* (2004c) relataram que o tutoramento vertical promove condições desfavoráveis a doenças, pois a maior densidade de folhas na parte inferior da cultura nos tutoramentos tradicional e triangular pode proporcionar o aumento da temperatura e do período de molhamento foliar, condições favoráveis ao progresso desta doença.

As folhas mais externas recebem a radiação solar diretamente, resultando no aumento da temperatura nessas folhas. À noite, a folhagem externa das folhas localizada nas partes mais densas das plantas se resfria, formando orvalho sobre as folhas internas que, protegidas pela folhagem externa perdem menos calor mantendo-se, portanto, com maior temperatura (VALE *et al.*, 2004c).

Verificaram-se os maiores valores de AACPD em parcelas sem aplicação de fungicida, independente do tutoramento utilizado, demonstrando a eficácia da aplicação. Em todos os tutoramentos, a aplicação semanal do fungicida foi mais eficaz (Tabela 1A).

Ao analisar a eficácia do sistema de remoção de folhas em cada época de aplicação, verificaram-se os maiores valores de AACPD em parcelas sem remoção de folhas doentes, independente do sistema de aplicação de fungicida. Assim, o sistema de remoção de folhas doentes reduziu o progresso da doença em todos os esquemas de aplicação de fungicida, sendo que a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ foi o mais eficaz (Tabela 1B).

A eficácia da aplicação de fungicida fica comprovada quando verificam-se os maiores valores de AACPD em parcelas sem aplicação, independente do sistema de remoção de folhas utilizado. O manejo da pinta preta no sistema sem remoção e com remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade foram mais eficazes com a aplicação semanal de fungicida. Porém, quando realizou-se a remoção de folhas doentes com mais de 16% de severidade, a eficácia do manejo da doença com aplicação de fungicida semanal e quinzenal não diferiram (Tabela 1B). Portanto, com o sistema de remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade, pode-se manejar a doença e reduzir o número de aplicação de fungicida, sem reduzir a eficácia de controle.

Blume e Jara (2004) verificaram que a remoção de folhas senescentes de tomate, associada à aplicação de fungicida, promoveu redução da intensidade de algumas doenças foliares (*Phytophthora infestans*, *Alternaria solani* e *Septoria lycopersici*) em condições de estufa.

Isso acontece, provavelmente, devido à menor densidade de folhas em plantas com maior remoção de folhas doentes, o que ocasiona menor severidade nessas plantas, visto que plantas nestas condições possuem menos sombreamento nas folhas internas, pois recebem maior radiação solar mantendo-se com maior temperatura e menor umidade (VALE *et al.*, 2004c).

Analisando o efeito de intervalos de aplicação de fungicida, sistema de condução e remoção de folhas doentes sobre o crescimento do hospedeiro, verificou-se interação significativa entre os três fatores para os parâmetros HAD e HAA ($P < 0.05$).

Com relação ao efeito de intervalos de aplicação de fungicida sobre a HAD, no sistema de condução tradicional, não houve diferença entre os efeitos de intervalos de aplicação em parcelas sem remoção de folhas doentes. Quando ocorreu a remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade observou-se que, em parcelas com aplicação de fungicida, ocorreu maior valor de HAD. Porém, quando realizou-se a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade, observou-se maiores valores de HAD em parcelas que receberam aplicações de fungicida semanalmente, e os menores valores de HAD sem aplicação de fungicida (Tabela 2A).

Tabela 2 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) (B) e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (C) sobre a duração da área foliar sadia de tomateiro (HAD), em dias.

A		Tutoramento								
		Tradicional			Triangular			Vertical		
Remoção	Aplicação	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$
sem		43,1a	37,2b	36,3b	38,3a	34,4a	31,7b	32,0b	45,7a	48,5a
quinzenal		42,7a	49,4a	45,5b	38,4a	37,4a	43,8a	50,7a	36,8a	51,4a
semanal		50,2a	57,4a	61,4a	34,4a	36,2a	42,0a	60,5a	37,2a	47,7a
B		Aplicação de fungicida								
		sem			quinzenal			semanal		
Remoção	Tutoramento	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$
Tradicional		43,1a	37,2ab	36,3b	42,7ab	49,4a	45,5a	50,2b	57,4a	61,4a
Triangular		38,3ab	34,4b	31,7b	38,4b	37,4b	43,8a	34,4c	36,2b	42,0b
Vertical		32,0b	45,7a	48,5a	50,7a	36,8b	51,4a	60,5a	37,2b	47,7b
C		Tutoramento								
		Tradicional			Triangular			Vertical		
Aplicação	Remoção	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
sem		43,1a	42,7a	50,2b	38,3a	38,4a	34,4a	32,0b	50,7a	60,5a
$\geq 32\%$		36,3a	49,4a	57,4ab	34,4a	37,4a	36,2a	45,7a	36,8b	37,2c
$\geq 16\%$		37,2a	45,5a	61,4a	31,7a	43,8a	42,0a	48,5a	51,4a	47,7b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No sistema de condução triangular, o efeito da aplicação de fungicida sobre a HAD não diferiu nos sistemas sem remoção de folhas e com remoção a partir de 32% de severidade, porém o efeito da aplicação de fungicida proporcionou maiores valores de HAD em parcelas

com remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade, independente do intervalo de aplicação do fungicida, seja quinzenal ou semanal (Tabela 2A).

No sistema de condução vertical, a aplicação de fungicida proporcionou os maiores valores de HAD em parcelas sem remoção de folhas e não diferiu em parcelas com remoção de folhas (Tabela 2A). Portanto, nesse sistema de condução, em parcelas sem remoção de inóculo, deve-se fazer aplicação de fungicida semanal para aumentar a duração da área foliar sadia, e em parcelas com remoção de folhas não há necessidade de aplicação de fungicida para essa variável, nas condições desse experimento.

Com relação ao efeito dos sistemas de condução sobre a HAD, em parcelas sem aplicação de fungicida, verificou-se os maiores valores de HAD em plantas conduzidas no sistema de condução tradicional, em parcelas sem remoção de folhas doentes, sendo que o efeito do sistema de condução vertical proporcionou os maiores valores de HAD, em parcelas com remoção de folhas com valores ≥ 16 e 32% de severidade. Com a aplicação quinzenal de fungicida, verificaram-se os maiores valores de HAD em plantas conduzidas no sistema de condução vertical, em parcelas sem remoção de folhas e o efeito do sistema de condução tradicional proporcionou os maiores valores de HAD, em parcelas com remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade. Com aplicação semanal de fungicida, o efeito do sistema de condução vertical proporcionou maiores valores de HAD em parcelas sem remoção e o efeito do sistema de condução tradicional proporcionou os maiores valores de HAD em parcelas com remoção de folhas com valores ≥ 16 e 32% de severidade (Tabela 2B).

O efeito do sistema de remoção de folhas sobre a duração da área foliar sadia (HAD), em parcelas conduzidas no sistema de condução tradicional, não diferiu nos sistemas sem aplicação de fungicidas e com aplicação quinzenal, porém, observaram-se os maiores valores de HAD quando realizou-se remoção de folhas de severidade em parcelas com aplicações de fungicida semanal, diferindo do sistema sem aplicação de fungicida (Tabela 2C).

No sistema de condução triangular, o efeito de remoção de folhas doentes não diferiu em todos os intervalos de aplicação de fungicida. Portanto, mesmo com uma maior remoção de área foliar não houve redução da duração de área foliar sadia (Tabela 2C). Isto se deve ao fato de as folhas doentes removidas terem menor área foliar sadia disponível. Neste sistema de manejo, portanto, a remoção de folhas deverá ser utilizada apenas para reduzir a fonte de inóculo para novas infecções.

No sistema de condução vertical, não houve diferenças estatísticas quando conduzido com remoção de folhas em parcelas sem aplicação de fungicida, e o efeito da remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade reduziu os valores de HAD em parcelas com aplicação de fungicida semanal e quinzenal, sendo que em parcelas com aplicação semanal de fungicida houve diferença estatística entre sistema sem remoção de folhas e remoção com valores $\geq 16\%$ de severidade (Tabela 2C).

Com relação ao efeito da aplicação de fungicida sobre a HAA, no sistema de condução tradicional, o efeito da aplicação semanal de fungicida proporcionou os maiores valores de HAA em parcelas sem remoção de folhas doentes. Quando realizou a remoção de folhas com valores ≥ 16 e 32% de severidade os maiores valores de HAA foram verificados em parcelas que receberam a aplicação quinzenal e semanal de fungicida, diferindo entre si em parcelas com remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade (Tabela 3A). Portanto, o efeito da aplicação quinzenal de fungicida sobre HAA não diferiu da parcela sem aplicação de fungicida, quando não realizou-se a remoção de folhas doentes, porém quando realizou-se a remoção de folhas doentes, verificou-se o aumento da HAA em parcelas que receberam aplicação quinzenal de fungicida.

Tabela 3 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) (B) e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (C) sobre a absorção da radiação solar pela área foliar sadia de tomateiro (HAA), em MJ.m⁻².

A									
	Tutoramento								
	Tradicional			Triangular			Vertical		
Remoção	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$
Aplicação									
sem	222,7b	210,6b	220,5c	210,8a	203,9a	200,5b	199,8b	230,8a	256,2a
quinzenal	230,9b	244,6a	243,1b	212,6a	209,8a	242,8a	260,4a	212,5a	252,3a
semanal	281,6a	270,8a	296,4a	206,3a	211,8a	238,6a	280,1a	218,2a	260,8a
B									
	Aplicação de fungicida								
	sem			quinzenal			semanal		
Remoção	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$
Tutoramento									
Tradicional	222,7a	210,6b	220,5b	230,9ab	244,6a	243,1a	281,6a	270,8a	296,4a
Triangular	210,8b	203,9b	200,5b	212,6b	209,8b	242,8a	206,3b	211,8b	238,6b
Vertical	199,8b	230,8a	256,2a	260,4a	212,5b	252,3a	280,1a	218,2b	260,8b
C									
	Tutoramento								
	Tradicional			Triangular			Vertical		
Aplicação	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
Remoção									
sem	222,7a	230,9a	281,6b	210,8a	212,6b	206,3b	199,8b	260,4a	280,1a
$\geq 32\%$	210,6a	244,6a	270,8b	203,9a	209,8b	211,8b	230,8a	212,5b	218,2c
$\geq 16\%$	220,5a	243,1a	296,4a	200,5a	242,8a	238,6a	256,2a	252,3a	260,8b

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

No sistema de condução triangular, o efeito da aplicação de fungicida sobre HAA não diferiu em parcelas sem remoção de folhas doentes e com remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade. Porém, em parcelas onde realizou-se a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade, o efeito da aplicação de fungicida sobre a HAA, diferiram de parcelas sem aplicação de fungicida (Tabela 3A). Assim, observou-se o aumento da HAA em função da aplicação de fungicida quando realizou-se a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade.

No sistema de condução vertical, os maiores valores de HAA foram verificados em parcelas que receberam aplicação de fungicida, em parcelas sem remoção de folhas doentes, sendo que em parcelas com remoção de folhas com valores ≥ 16 e 32% de severidade o efeito da aplicação de fungicida sobre HAA não diferiu (Tabela 3A). Portanto, o efeito da aplicação de fungicida sobre a HAA não diferiu de parcelas sem aplicação de fungicida, quando realizou-se a remoção de folhas doentes nesse sistema de condução, assim a remoção de folhas doentes aumentou os valores de HAA em parcelas não tratadas com fungicida.

Com relação ao efeito dos sistemas de condução sobre a HAA, sem aplicação de fungicida, os maiores valores de HAA foram observados em plantas conduzidas no sistema tradicional em parcelas sem remoção de folhas doentes, e em plantas conduzidas no sistema vertical em parcelas com remoção de folhas doentes. Em parcelas com aplicação quinzenal de fungicida, o efeito do sistema de condução vertical aumentou a HAA de plantas sem a remoção de inóculo, sendo que quando realizou-se a remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade, o sistema tradicional foi o mais eficaz, não diferindo em parcelas com remoção de folhas $\geq 16\%$ de severidade. Em parcelas que receberam aplicação semanal de fungicida, os maiores valores de HAA foram verificados em plantas conduzidas nos sistemas tradicional e vertical, em parcelas sem remoção de inóculo, e em plantas conduzidas no sistema tradicional, quando realizou-se a remoção de folhas doentes (Tabela 3B).

Ao avaliar o efeito do sistema de remoção de folhas sobre a absorção da radiação solar pela área foliar sadia (HAA), no sistema de condução tradicional, verificou-se que o efeito da remoção de folhas sobre HAA não diferiu em parcelas sem e com aplicação quinzenal de fungicida, e o efeito da remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade proporcionou os maiores valores de HAA em parcelas que receberam aplicações semanal de fungicida (Tabela 3C).

No sistema de condução triangular, não houve diferenças entre os efeitos de sistema de remoção de folhas doentes sobre a HAA em parcelas que não receberam aplicação de fungicida, porém o efeito do sistema de remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade proporcionou os maiores valores de HAA em parcelas que receberam aplicações de fungicida (Tabela 3C).

No sistema de condução vertical, o efeito da remoção de folhas com valores ≥ 16 e 32% de severidade proporcionou os maiores valores de HAA em parcelas sem aplicação de fungicida, e em parcelas com aplicação de fungicida os menores valores de HAA foram observados com remoção de folhas com valores $\geq 32\%$ de severidade (Tabela 3C).

Avaliando o efeito da aplicação de fungicida sobre a produtividade, verificou-se os maiores valores de produtividade quando foi realizada aplicação semanal de fungicida em todos os sistemas de condução de plantas e de remoção de folhas. O efeito da aplicação quinzenal de fungicida também aumentou a produtividade do tomateiro em todos os sistemas de cultivo e sistemas de remoção de folhas, quando comparado às parcelas sem aplicação de fungicida (Tabela 4A).

Tabela 4 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes tutoramentos (tradicional, triangular e vertical) (B) e de remoção de inóculo (sem remoção, com remoção a partir de 32% de severidade e a partir de 16% de severidade) (C) sobre a produtividade de tomateiro, em Kg.planta⁻¹.

A	Tutoramento								
	Tradicional			Triangular			Vertical		
Remoção	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$
Aplicação									
sem	1,97 c	2,63 c	2,79 c	2,09 c	2,35 c	2,89 c	2,79 c	3,57 c	3,76 c
quinzenal	5,95 b	6,75 b	7,31 b	6,56 b	6,75 b	7,46 b	6,94 b	7,64 b	8,72 b
semanal	6,72 a	7,86 a	8,36 a	6,94 a	7,69 a	8,77 a	8,04 a	9,19 a	9,93 a
B	Aplicação								
	sem			quinzenal			Semanal		
Remoção	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$	sem	$\geq 32\%$	$\geq 16\%$
Tutoramento									
Tradicional	1,97 b	2,63 b	2,79 b	5,95 c	6,75 b	7,31 b	6,72 b	7,86 b	8,36 c
Triangular	2,09 b	2,35 b	2,89 b	6,56 b	6,75 b	7,46 b	6,94 b	7,69 b	8,77 b
Vertical	2,79 a	3,57 a	3,76 a	6,94 a	7,64 a	8,72 a	8,04 a	9,19 a	9,93 a
C	Tutoramento								
	Tradicional			Triangular			Vertical		
Aplicação	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
Remoção									
sem	1,97 b	5,95 c	6,72 c	2,09 b	6,56 b	6,94 c	2,79 b	6,94 c	8,04 c
$\geq 32\%$	2,63 a	6,75 b	7,86 b	2,35 b	6,75 b	7,69 b	3,57 a	7,64 b	9,19 b
$\geq 16\%$	2,79 a	7,31 a	8,36 a	2,89 a	7,46 a	8,77 a	3,76 a	8,72 a	9,93 a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Com relação ao efeito do sistema de condução de plantas sobre a produtividade, verificaram-se os maiores valores em plantas conduzidas no sistema vertical, independentemente do intervalo de aplicação de fungicida e sistemas de remoção de folhas (Tabela 4B).

Alguns autores não encontraram diferenças significativas entre os sistemas de tutoramento ao avaliar a produtividade do tomateiro (MARIM *et al.*, 2005; MATOS *et al.*, 2012; ALMEIDA *et al.*, 2015), porém Wamser *et al.* (2007) também encontraram maiores valores no sistema de tutoramento vertical ao avaliarem a produtividade de tomateiros em diferentes tutoramentos. Wamser *et al.* (2012) relataram que, tutoramentos que aumentam a penetração da radiação solar no dossel da cultura aumentam, por consequência, a taxa fotossintética total das plantas e a disponibilidade de fotoassimilados para o desenvolvimento dos frutos.

Com relação ao efeito do sistema de remoção de folhas doentes sobre a produtividade, em plantas conduzidas no sistema tradicional, observaram-se os maiores valores quando realizou-se a remoção de folhas doentes, independente da aplicação de fungicida. O efeito da remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade, proporcionou os maiores valores de produtividade em parcelas que receberam aplicação de fungicida (Tabela 4C).

No sistema de condução triangular, o efeito da remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade proporcionou os maiores valores de produtividade em todos os esquemas de aplicação de fungicida (Tabela 4C).

Em plantas conduzidas no sistema vertical, os maiores valores de produtividade também foram verificados quando realizou-se a remoção de folhas doentes. Em parcelas sem aplicação de fungicida, os maiores valores foram verificados com remoção de folhas, sendo que, em parcelas com aplicação de fungicida, os maiores valores foram verificados com a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade (Tabela 4C). Portanto, a remoção de folhas doentes com valores $\geq 16\%$ de severidade aumentou a produtividade do tomateiro nos diferentes esquemas de aplicação de fungicida e sistemas de condução analisados.

Neste estudo, houve correlação entre as variáveis estudadas, ou seja, quanto menor a AACPD, maior a HAD, a HAA e a produtividade. Outros autores obtiveram a mesma resposta ao relacionar essas variáveis entre si: AACPD, HAD e HAA com produtividade (LEITE *et al.*, 2006; TSUMANUMA *et al.*, 2010) e HAD com AACPD (SCHIERENBECK *et al.*, 2016). Essa correlação coaduna com o conceito de produtividade de uma planta que

Waggoner e Berger (1987) descrevem como sendo ocasionada em função da energia interceptada por partes sadias de folhas durante o ciclo da cultura.

O lucro dos diferentes sistemas de cultivo de tomateiro sem aplicação do fungicida, foram sempre inferiores em relação aos sistemas de cultivo com aplicação do fungicida. Houve acréscimo de aproximadamente 400%, 450% e 220% de lucro, quando se comparou parcelas com aplicação de fungicida e aquelas sem aplicação de fungicida, nos tutoramentos tradicional, triangular e vertical, respectivamente (Tabela 5).

No tutoramento tradicional, o maior lucro foi obtido com aplicação semanal de fungicida e remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade. O lucro do sistema com valores $\geq 32\%$ de severidade e com aplicação quinzenal e semanal de fungicida variou pouco, bem como no sistema com aplicação quinzenal e semanal de fungicida e sem remoção de inóculo (Tabela 5).

No tutoramento triangular, quanto maior a remoção de folhas, maior o lucro. Neste tutoramento, a maior diferença de lucro, quando ocorreu aplicação de fungicida, foi de pouco mais de R\$10.000,00 e o sistema mais lucrativo foi o de aplicação semanal de fungicida com remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade (Tabela 5).

O tutoramento vertical foi mais lucrativo em relação aos demais tutoramentos estudados. Neste, o maior lucro foi quando se aplicou semanalmente o fungicida e fez-se remoção de folhas com valor $\geq 32\%$ de severidade, porém essa parcela não foi a mais eficaz com relação ao manejo da doença. Ressalta-se que a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade com aplicação quinzenal de fungicida, obteve lucro com valor um pouco maior em relação ao sistema com aplicação semanal. Sendo que, estatisticamente, esses sistemas também foram iguais quanto à AACPD. Esse sistema ainda obteve o menor custo por caixa (R\$8,70) de todo o experimento e foi o mais efetivo no aproveitamento de insumos, pois o custo de insumos por caixa foi o menor de todo o experimento (R\$3,83) (Tabela 5).

Considerando-se o tutoramento tradicional com aplicação semanal de fungicida e sem remoção de folhas como padrão, nota-se que o lucro é maior em todas as parcelas em qualquer dos tutoramentos estudados (tradicional, triangular e vertical), onde foram feitas aplicações de fungicida (quinzenal ou semanalmente) e em qualquer porcentagem de remoção de inóculo (sem remoção, com severidade $\geq 32\%$ e com severidade $\geq 16\%$). Ou seja, há decréscimo de lucro ao não se fazer aplicação de fungicida (Tabela 5).

Tabela 5 - Estimativa do custo, receita e lucro da produtividade (R\$/ha) do tomateiro em diferentes sistemas de cultivo.

Tutoramento	Tradicional								
	sem aplicação			aplicação quinzenal			aplicação semanal		
	sem	≥ 32%	≥ 16%	sem	≥ 32%	≥ 16%	sem	≥ 32%	≥ 16%
Aplicação de fungicida									
Remoção de inóculo									
Operações Mecanizadas (R\$/ha)	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00
Operações Manuais (R\$/ha)	14.184,00	15.624,00	15.624,00	14.184,00	15.624,00	15.624,00	14.184,00	15.624,00	15.624,00
Insumos (R\$/ha)	13.430,00	13.430,00	13.430,00	27.815,00	27.815,00	27.815,00	42.200,00	42.200,00	42.200,00
Comercialização (R\$/ha)	4.112,50	5.477,50	5.812,50	12.400,00	14.052,50	14.692,50	13.997,50	15.800,00	17.412,50
Custo Total (R\$/ha)	33.346,50	36.151,50	36.486,50	56.019,00	59.111,50	59.751,50	72.001,50	75.244,00	76.856,50
Produtividade (cx/ha)	1645	2191	2325	4960	5621	5877	5599	6320	6965
Custo/cx (R\$)	20,27	16,50	15,69	11,29	10,52	10,17	12,86	11,91	11,03
Custo de Mão-de-Obra/cx (R\$)	8,62	7,13	6,72	2,86	2,78	2,66	2,53	2,47	2,24
Custo de Insumos/cx (R\$)	8,16	6,13	5,78	5,61	4,95	4,73	7,54	6,68	6,06
Receita Total (R\$/ha)	41.125,00	54.775,00	58.125,00	124.000,00	140.525,00	146.925,00	139.975,00	158.000,00	174.125,00
Lucro (R\$/ha)	7.778,50	18.623,50	21.638,50	67.981,00	81.413,50	87.173,50	67.973,50	82.756,00	97.268,50
Tutoramento	Triangular								
Aplicação de fungicida	sem aplicação			aplicação quinzenal			aplicação semanal		
Remoção de inóculo	sem	≥ 32%	≥ 16%	sem	≥ 32%	≥ 16%	sem	≥ 32%	≥ 16%
Operações Mecanizadas (R\$/ha)	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00
Operações Manuais (R\$/ha)	14.184,00	15.624,00	15.624,00	14.184,00	15.624,00	15.624,00	14.184,00	15.624,00	15.624,00
Insumos (R\$/ha)	13.430,00	13.430,00	13.430,00	27.815,00	27.815,00	27.815,00	42.200,00	42.200,00	42.200,00
Comercialização (R\$/ha)	4.352,50	4.910,00	6.027,50	13.672,50	14.050,00	15.550,00	14.450,00	16.022,50	18.270,00
Custo Total (R\$/ha)	33.586,50	35.584,00	36.701,50	57.291,50	59.109,00	60.609,00	72.454,00	75.466,50	77.714,00
Produtividade (cx/ha)	1741	1964	2411	5469	5620	6220	5780	6409	7308
Custo/cx (R\$)	19,29	18,12	15,22	10,48	10,52	9,74	12,54	11,78	10,63
Custo de Mão-de-Obra/cx (R\$)	8,15	7,96	6,48	2,59	2,78	2,51	2,45	2,44	2,14
Custo de Insumos/cx (R\$)	7,71	6,84	5,57	5,09	4,95	4,47	7,30	6,58	5,77
Receita Total (R\$/ha)	43.525,00	49.100,00	60.275,00	136.725,00	140.500,00	155.500,00	144.500,00	160.225,00	182.700,00
Lucro (R\$/ha)	9.938,50	13.516,00	23.573,50	79.433,50	81.391,00	94.891,00	72.046,00	84.758,50	104.986,00

Cont. Tabela 5

Tutoramento	Vertical								
	sem aplicação			aplicação quinzenal			aplicação semanal		
	sem	≥ 32%	≥ 16%	sem	≥ 32%	≥ 16%	sem	≥ 32%	≥ 16%
Aplicação de fungicida									
Remoção de inóculo									
Operações Mecanizadas (R\$/ha)	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00
Operações Manuais (R\$/ha)	14.184,00	15.624,00	15.624,00	14.184,00	15.624,00	15.624,00	14.184,00	15.624,00	15.624,00
Insumos (R\$/ha)	13.430,00	13.430,00	13.430,00	27.815,00	27.815,00	27.815,00	42.200,00	42.200,00	42.200,00
Comercialização (R\$/ha)	5.817,50	7.427,50	7.840,00	14.472,50	15.907,50	18.172,50	16.755,00	20.687,50	19.145,00
Custo Total (R\$/ha)	35.051,50	38.101,50	38.514,00	58.091,50	60.966,50	63.231,50	74.759,00	80.131,50	78.589,00
Produtividade (cx/ha)	2327	2971	3136	5789	6363	7269	6702	8275	7658
Custo/cx (R\$)	15,06	12,82	12,28	10,03	9,58	8,70	11,15	9,68	10,26
Custo de Mão-de-Obra/cx (R\$)	6,10	5,26	4,98	2,45	2,46	2,15	2,12	1,89	2,04
Custo de Insumos/cx (R\$)	5,77	4,52	4,28	4,80	4,37	3,83	6,30	5,10	5,51
Receita Total (R\$/ha)	58.175,00	74.275,00	78.400,00	144.725,00	159.075,00	181.725,00	167.550,00	206.875,00	191.450,00
Lucro (R\$/ha)	23.123,50	36.173,50	39.886,00	86.633,50	98.108,50	118.493,50	92.791,00	126.743,50	112.861,00

Dentro do tutoramento tradicional, há aumento dentro da faixa de 19,77% (aplicação quinzenal de fungicida com remoção de folhas com severidade $\geq 32\%$) a 43,10% (aplicação semanal de fungicida com remoção de folhas com severidade $\geq 16\%$) de lucro quando comparado ao padrão. No tutoramento triangular, o lucro variou de 5,99% (aplicação semanal de fungicida sem remoção de folhas) a 54,45% (aplicação semanal de fungicida com remoção de folhas com severidade $\geq 16\%$) em relação ao padrão. No tutoramento vertical, houve acréscimo de lucro na faixa de 27,45% (aplicação quinzenal de fungicida sem remoção de folhas) a 86,46% (aplicação semanal de fungicida com remoção de folhas com severidade $\geq 32\%$). No sistema de cultivo onde houve menor AACPD e maior produtividade (tutoramento vertical, aplicação quinzenal de fungicida e remoção de folhas com severidade $\geq 16\%$), houve acréscimo de 74,32% de lucro em comparação ao padrão (Tabela 5).

4.2. Dinâmica da pinta preta do tomateiro em função de diferentes espaçamentos entre plantas e alturas de desponta

Houve interação significativa entre os fatores espaçamento entre plantas, intervalos de aplicação de fungicida e sistema de poda em todas as variáveis analisadas ($P < 0.05$). Portanto, realizou-se o desdobramento para avaliar o efeito de cada fator individualmente (Tabelas 6, 7, 8 e 9).

Analisando o efeito de intervalos de aplicação sobre a AACPD, em parcelas com espaçamento de 30 cm entre plantas, verificou-se os menores valores com aplicação semanal de fungicida e os maiores valores sem aplicação de fungicida, em todos os sistemas de condução. Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, os menores valores de AACPD foram observados em plantas que receberam aplicação de fungicida em plantas podadas ao atingir o 3º cacho e, em plantas podadas ao atingir o 7 e 10º cachos, os menores valores de AACPD foram observados com aplicação semanal de fungicida. Em parcelas com espaçamento de 75 cm entre plantas, os menores valores de AACPD também foram verificados com aplicação semanal de fungicida em todos os sistemas de poda (Tabela 6A).

Tabela 6 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD).

A									
Poda	Espaçamento								
	30 cm			45 cm			75 cm		
Aplicação	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
sem	467,4a	379,4a	327,4a	347,5a	301,8a	255,9a	410,9a	307,0a	260,2a
quinzenal	382,9b	281,8b	201,3b	198,6b	223,6b	210,2a	315,9b	283,2a	223,2ab
semanal	194,0c	140,0c	118,0c	198,0b	162,2c	120,0b	172,7c	166,2b	178,3b
B									
Poda	Aplicação de fungicida								
	sem			quinzenal			semanal		
Espaçamento	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
30 cm	467,4a	379,4a	327,4a	382,9a	281,8a	201,3a	194,0a	140,0a	118,0b
45 cm	347,5c	301,8b	255,9b	198,6c	223,6b	210,2a	198,0a	162,2a	120,0b
75 cm	410,9b	307,0b	260,2b	315,9b	283,2a	223,2a	172,7a	166,2a	178,3a
C									
Aplicação	Espaçamento								
	30 cm			45 cm			75 cm		
Poda	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
3º cacho	467,4a	382,9a	194,0a	347,5a	198,6a	198,0a	410,9a	315,9a	172,7 ^a
7º cacho	379,4b	281,8b	140,0b	301,9ab	223,6a	162,2ab	307,0b	283,2a	166,2a
10º cacho	327,4c	201,3c	118,0b	255,9b	210,2a	120,0b	260,2b	223,2b	178,3a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Em parcelas sem aplicação de fungicida, observaram-se os menores valores de AACPD em plantas espaçadas a cada 45 cm e podadas ao atingir o 3º cacho, e também em plantas com espaçamentos de 45 e 75 cm podadas ao atingir o 7º e 10º cacho. Em parcelas com aplicação quinzenal de fungicida, o efeito do espaçamento de 45 cm entre plantas reduziu a AACPD da pinta preta em plantas podadas ao atingir o 3 e 7º cacho, e não verificou-se diferenças entre os espaçamentos com realização da poda na altura do 10º cacho. Em parcelas com aplicação semanal de fungicida, o efeito do espaçamento não influenciou a AACPD em plantas podadas ao atingir o 3º e 7º cacho (Tabela 6B).

O efeito de espaçamento entre plantas influenciou o progresso da pinta preta do tomateiro. Com relação à AACPD, em parcelas com espaçamento de 30 cm entre plantas, verificaram-se os maiores valores de AACPD com a poda na altura do 3º cacho, em qualquer intervalo de aplicação do fungicida. O efeito da poda na altura do 10º cacho proporcionou menores valores em parcelas que receberam aplicações quinzenais de fungicida ou que não receberam aplicação alguma (Tabela 6C).

Portanto, neste experimento, a poda na altura do 3º cacho não foi eficaz em reduzir o progresso da doença, em parcelas com plantas espaçadas a cada 30 cm. Vale ressaltar que este

sistema de poda é indicado para espaçamentos menores, para compensar a redução do número de cachos por planta.

Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, o efeito da poda na altura do 3º cacho proporcionou os maiores valores de AACPD em parcelas sem aplicação de fungicida e com aplicação semanal de fungicida, e os menores valores quando realizou-se a poda na altura do 10º cacho. Em parcelas que receberam aplicações quinzenais de fungicida, não houve diferenças entre os sistemas de poda (Tabela 6C).

Em parcelas com espaçamento de 75 cm entre plantas, o maior valor de AACPD sem aplicação de fungicida foi observado quando a poda foi feita no 3º cacho; os menores valores foram observados quando realizou-se a poda na altura do 10º cacho, em plantas que receberam aplicações quinzenais de fungicida. O efeito da altura de poda não diferiu quando realizou-se aplicações semanais de fungicida (Tabela 6C).

Esses resultados auxiliam a entender o motivo pelo qual a realização da poda na altura do 3º cacho não reduziu o progresso da doença em nenhum espaçamento utilizado. Moraes *et al.* (2010) e Wamser *et al.* (2012) explicam que a pinta preta fica localizada no terço inferior das plantas, ou seja, em folhas mais velhas. Com a realização da poda na altura do 3º cacho, interrompe-se o crescimento da planta, e assim as folhas que permanecem nas plantas são apenas as de maior intensidade da doença, ocorrendo a concentração de tecido doente. Ao realizar-se a poda nessa altura, há redução da área foliar quando comparado às plantas podadas ao atingir o 10º cacho.

Por outro lado, quando realizou-se poda na altura do 10º cacho, o crescimento da planta é interrompido mais tardiamente, ocorrendo assim emissão de novas folhas sadias. Moraes *et al.* (2010) relatam que os terços mediano e superior possuem menor intensidade da pinta preta, ocorrendo a diluição da quantidade de tecido doente em função do crescimento do hospedeiro.

Avaliando o efeito do intervalo de aplicação de fungicida sobre a HAD, verificou-se em parcelas com espaçamento de 30 e 75 cm entre plantas, que os maiores valores de HAD foram observados quando houve aplicação de fungicida na realização de poda na altura do 3º cacho. Nos mesmos espaçamentos entre plantas e com realização de poda na altura do 10º cacho, os maiores valores foram observados com aplicação quinzenal de fungicida. Com realização de poda na altura do 7º cacho e parcelas com espaçamento de 30 e 75 cm entre plantas, não houve diferença entre intervalos de aplicação de fungicida. Em parcelas com

espaçamento de 45 cm entre plantas, os maiores valores de HAD em plantas podadas na altura do 3 e 10º cacho foi com a aplicação semanal de fungicida. Com o espaçamento entre plantas anteriormente citado, a aplicação quinzenal e semanal de fungicida não diferiu com a realização de poda na altura do 7º cacho, mas foi estatisticamente melhor em relação a não aplicação do fungicida (Tabela 7A).

Com a realização de poda na altura do 3º cacho, não houve diferença entre a duração da área foliar sadia entre os diferentes espaçamentos, independentemente do esquema de fungicida utilizado. Sem a aplicação de fungicida, o efeito do espaçamento de 75 cm aumentou a HAD nas parcelas com realização de poda na altura do 7º e 10º cachos. Com aplicação de fungicida e realização de poda na altura do 7º cacho, o espaçamento de 30 cm diminuiu a HAD. Menor valor de HAD em espaçamento de 45 cm entre plantas também foi confirmado em parcelas com aplicação quinzenal de fungicida e poda na altura do 10ºcachos. Na aplicação semanal de fungicida e realização da poda no 10º cacho, o maior valor foi encontrado em parcelas de 45 cm entre plantas (Tabela 7B).

Tabela 7 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a duração da área foliar sadia (HAD), em dias.

A									
	Espaçamento								
	30cm			45cm			75cm		
Poda	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
Aplicação									
sem	20,9b	33,3a	40,7b	21,8b	32,4b	40,0b	21,8b	36,3a	43,0b
quinzenal	22,7a	34,8a	46,3a	23,1b	37,7a	39,5b	23,4a	37,2a	46,4a
semanal	23,8a	32,9a	40,0b	25,6a	36,1a	49,3a	24,2a	35,8a	40,6b
B									
	Aplicação de fungicida								
	sem			quinzenal			semanal		
Poda	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
Espaçamento									
30cm	20,9a	33,3b	40,7b	22,7a	34,8b	46,3a	23,8a	32,9b	40,0b
45cm	21,8a	32,4b	40,0b	23,1a	37,7a	39,5b	25,6a	36,1a	49,3a
75cm	21,8a	36,3a	43,0a	23,4a	37,2a	46,4a	24,2a	35,8a	40,6b
C									
	Espaçamento								
	30cm			45cm			75cm		
Aplicação	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
Poda									
3ºcacho	20,9c	22,7c	23,8c	21,8c	23,1b	25,6c	21,8c	23,4c	24,2c
7ºcacho	33,3b	34,8b	32,9b	32,4b	37,7a	36,1b	36,3b	37,2b	35,8b
10ºcacho	40,7a	46,3a	40,0a	40,0a	39,5a	49,3a	43,0a	46,3a	40,6a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito da altura de poda influenciou a HAD. Em parcelas com espaçamento de 30 e 75 cm entre plantas, os maiores valores de HAD foram observados em plantas podadas ao atingir o 10º cacho e os menores valores em plantas podadas na altura do 3º cacho, independentemente do esquema de aplicação de fungicida. Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, o efeito da poda na altura do 10º cacho aumentou a HAD, e a poda na altura do 3º cacho diminuiu essa variável em parcelas sem e com aplicação semanal de fungicida. Adicionalmente, observaram-se os maiores valores de HAD quando realizou-se poda na altura do 7º e 10º cachos em parcelas que receberam aplicações quinzenais de fungicida (Tabela 7C).

Avaliando-se o efeito do intervalo de aplicação de fungicida sobre a HAA, verificou-se, em parcelas com espaçamento de 30 e 75 cm entre plantas, que os maiores valores de HAA foram verificados em parcelas com aplicação de fungicida e realização de poda na altura do 3º cacho e, com a realização de poda na altura do 10º cacho, os maiores valores foram observados com aplicação quinzenal de fungicida. Com realização de poda na altura do 7º cacho e espaçamentos de 30 e 75 cm entre plantas, não houve diferença entre intervalos de aplicação de fungicida. Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, os maiores valores de HAA em plantas podadas na altura do 3 e 10º cachos, foi com a aplicação semanal de fungicida. O efeito da aplicação quinzenal e semanal de fungicida não diferiu com a realização de poda na altura do 7º cacho e espaçamento de 45 cm entre plantas (Figura 8A).

Com a realização de poda na altura do 3º cacho, não houve diferença entre a HAA entre os diferentes espaçamentos, independentemente do esquema de fungicida utilizado. Com a realização de poda na altura do 7º cacho, o efeito do espaçamento de 75 cm aumentou a HAA em parcelas sem aplicação de fungicida, e não diferiram entre parcelas com 45 e 75 cm entre plantas quando realizou-se aplicação quinzenal e semanal de fungicida. Com a realização de poda na altura do 10º cacho, quando não realizou-se aplicação de fungicida, os efeitos dos espaçamentos de 45 e 75 cm aumentaram HAA; com aplicação semanal de fungicida, o efeito do espaçamento de 45 cm aumentou HAA; e com aplicação quinzenal de fungicida, os espaçamentos de 30 e 75 proporcionaram os maiores valores de HAA (Tabela 8B).

Tabela 8 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a absorção da radiação solar pela área foliar sadia (HAA), em MJ.m⁻².

A									
Poda	Espaçamento								
	30cm			45cm			75cm		
Aplicação	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
sem	161,5b	220,2a	249,6b	168,7b	213,2b	260,0b	151,6b	237,9a	268,2b
quinzenal	182,7a	215,8a	270,3a	170,2b	240,6a	250,3b	168,2a	248,4a	280,1a
semanal	180,3a	222,7a	252,8b	179,1a	239,8a	271,4a	169,3a	247,3a	260,3b
B									
Poda	Aplicação de fungicida								
	sem			quinzenal			semanal		
Espaçamento	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
30cm	161,5a	220,2b	249,6b	182,7a	215,8b	270,3a	180,3a	222,7b	252,8b
45cm	168,7a	213,2b	260,0a	170,2a	240,6a	250,3b	179,1a	239,8a	271,4a
75cm	151,6a	237,9a	268,2a	168,2a	248,4a	280,1a	169,3a	247,3a	260,3b
C									
Aplicação	Espaçamento								
	30cm			45cm			75cm		
Poda	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
3ºcacho	161,5c	182,7c	180,3c	168,7c	170,2b	179,1c	151,6c	168,2c	169,3c
7ºcacho	220,2b	215,8b	222,7b	213,2b	240,6a	239,8b	237,9b	248,4b	247,3b
10ºcacho	249,6a	270,3a	252,8a	260,0a	250,3a	271,4a	268,2a	280,1a	260,3a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito da altura de poda influenciou a HAA. Em parcelas com espaçamento de 30 e 75 cm entre plantas, os maiores valores de HAA foram observados em plantas podadas ao atingir o 10º cacho e os menores valores em plantas podadas ao atingir o 3º cacho, independentemente do esquema de aplicação de fungicida. Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, o efeito da poda na altura do 10º cacho aumentou e a poda na altura do 3º cacho diminuiu a HAA em parcelas sem e com aplicação semanal de fungicida. Adicionalmente, observaram-se os maiores valores de HAA quando realizou-se poda na altura do 7 e 10º cacho em parcelas que receberam aplicações quinzenais de fungicida (Tabela 8C).

Avaliando-se o efeito da aplicação de fungicida sobre a produtividade, em parcelas com espaçamento de 30 cm entre plantas, verificou-se os maiores valores de produtividade com aplicação semanal de fungicida em parcelas com altura de poda do 3 e 7º cachos, e com aplicação quinzenal e semanal de fungicida com altura de poda do 10º cacho. Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, os maiores valores de produtividade foram observados com aplicação semanal de fungicida. Os menores valores de produtividade foram observados sem aplicação de fungicida, em plantas podadas na altura do 7 e 10º cachos. Em

parcelas com espaçamento de 75 cm entre plantas, os maiores valores de produtividade foram observados em parcelas que receberam aplicação semanal de fungicida (Tabela 9A).

Tabela 9 - Efeito de intervalos de aplicação de fungicida (sem aplicação, aplicação quinzenal e aplicação semanal) (A), de diferentes espaçamentos (30 cm, 45 cm e 75 cm) entre plantas (B) e de diferentes alturas de poda (3º, 7º e 10º cacho) (C) sobre a produtividade, em Kg.planta⁻¹.

A									
Espaçamento									
30cm			45cm			75cm			
Poda	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
Aplicação									
sem	2,09b	2,11c	2,10b	2,21b	2,20c	2,18c	1,96b	3,90b	6,44b
quinzenal	3,05ab	3,02b	3,05a	2,80ab	4,66b	6,93b	2,44b	4,06b	6,03b
semanal	3,87a	3,88a	3,87a	3,46a	5,77a	8,56a	4,29a	7,20a	9,42a
B									
Aplicação de fungicida									
sem			quinzenal			semanal			
Poda	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho	3ºcacho	7ºcacho	10ºcacho
Espaçamento									
30cm	2,09a	2,11b	2,10b	3,05a	3,02b	3,05b	3,87a	3,88c	3,87b
45cm	2,21a	2,20b	2,18b	2,80a	4,66a	6,93a	3,46a	5,77b	8,56a
75cm	1,96a	3,90a	6,44a	2,44a	4,06ab	6,03a	4,29a	7,20a	9,42a
C									
Espaçamento									
30cm			45cm			75cm			
Aplicação	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal	sem	quinzenal	semanal
Poda									
3ºcacho	2,09a	3,05a	3,87a	2,21a	2,80c	3,46c	1,96c	2,44c	4,29c
7ºcacho	2,11a	3,02a	3,88a	2,20a	4,66b	5,77b	3,90b	4,06b	7,20b
10ºcacho	2,10a	3,05a	3,87a	2,18a	6,93a	8,56a	6,44a	6,03a	9,42a

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não houve efeito do espaçamento entre plantas para a produtividade em parcelas podadas na altura do 3º cacho, independente do sistema de aplicação de fungicida utilizado. Em parcelas sem aplicação de fungicida e podadas na altura do 7º e 10º cachos, os maiores valores de produtividade foram verificados em parcelas com plantas espaçadas a cada 75 cm. Em parcelas com aplicação quinzenal de fungicida e podadas na altura do 7º e 10º cachos, os maiores valores de produtividade foram verificados em parcelas com plantas espaçadas a cada 45 e 75 cm. Em parcelas com aplicação semanal de fungicida e poda na altura do 7º cacho, os maiores valores de produtividade foram verificados em espaçamentos de 75 cm entre plantas e com poda na altura do 10º cacho, a produtividade foi maior em parcelas com espaçamentos de 45 e 75 cm entre plantas (Tabela 9B).

Neste experimento, densidades maiores de plantio tenderam a apresentar menores produtividades. Diversos autores obtiveram resultados semelhantes quando compararam diferentes densidades de plantas em várias hortaliças (CALDAS *et al.*, 2008; MANETTI,

2010; PÔRTO *et al.*, 2012; CÔRREA *et al.*, 2014; TAKAHASHI; CARDOSO, 2014; ZÀRATE *et al.*, 2014; HEINE *et al.*, 2015; TAVARES *et al.*, 2016). O aumento do sombreamento entre plantas, com a conseqüente diminuição fotossintética, pode ser a explicação para esse fato. Além disso, com maior densidade de plantas, há maior competição por água e nutrientes (AZPILICUETA *et al.*, 2012).

Com relação ao efeito da altura de poda sobre a produtividade, em parcelas com espaçamento de 30 cm, não verificou-se diferenças entre os efeitos de altura de poda, independente do sistema de aplicação de fungicida. Em parcelas com espaçamento de 45 cm entre plantas, o efeito de altura de poda não diferiu em parcelas sem aplicação de fungicida, porém com aplicação de fungicida observou-se os maiores valores em plantas que foram podadas na altura do 10º cacho e os menores valores em parcelas com poda na altura do 3º cacho. Em parcelas com espaçamento de 75 cm entre plantas, os maiores valores de produtividade foram observados em plantas podadas na altura do 10º cacho e os menores valores em plantas podadas na altura do 3º cacho, independentemente do sistema de aplicação de fungicida utilizado (Tabela 9C).

Ocorreu correlação entre todas as variáveis estudadas, ou seja, com uma menor AACPD, houve maiores valores de HAD, HAA e produtividade. Canteri e Godoy (2005) correlacionaram AACPD, HAD e produtividade e AACPD, HAA e produtividade, Koga *et al.* (2007), HAD e HAA com produtividade, e Funck *et al.* (2008), HAD com produtividade. Confirmando assim, o conceito de produtividade que Waggoner e Berger (1987) descrevem como uma função da energia interceptada por partes sadias de folhas durante o ciclo da cultura.

Em sistemas com espaçamento de 30cm entre plantas, o maior lucro foi obtido quando realizada a poda no 3º cacho e o menor lucro ao realizar a poda no 10º cacho, independente da aplicação de fungicida. O mesmo ocorreu com o espaçamento de 45cm entre plantas sem aplicação de fungicida. Ao se considerar a aplicação de fungicida, as receitas totais das podas são similares, então a diferença no lucro se dá pelo maior custo total em plantas com podas mais tardias (7º e 10º cachos), sendo que o principal custo dessas parcelas é o custo de insumos por caixa (Tabela 10).

Em parcelas com aplicação de fungicida e espaçamento de 45cm entre plantas e em todas as parcelas de espaçamento de 75cm entre plantas, o lucro foi maior quando realizou-se a poda no 10º cacho, pois o custo por caixa foi menor em todas essas parcelas. O menor lucro

nessas parcelas ocorreu ao se realizar a poda no 3º cacho, pois apresentaram o maior custo por caixa (Tabela 10), ou seja, em maiores espaçamentos entre plantas, a maior quantidade de cachos supostamente compensou a menor densidade de plantas.

Esses dados corroboram com os de Seleguini *et al.* (2006), Machado *et al.* (2007), Muhammad e Singh (2007), Mueller e Wamsler (2009), Azevedo *et al.* (2010) e Heine *et al.* (2015) que obtiveram maiores produtividades para menores espaçamentos entre plantas e explicam que o aumento no número total de frutos pelo maior número de plantas por hectare é responsável pelo aumento de produtividade encontrada.

Machado *et al.* (2007) e Mueller e Wamsler (2009) também estudaram a altura de despona de plantas de tomateiro e encontraram maiores produtividades conforme o aumento da altura de despona, como no presente trabalho. O aumento do número de frutos também é o responsável por esse acréscimo de produtividade, de acordo com esses autores.

A aplicação semanal de fungicida obteve maior lucro em todas as parcelas e nas parcelas em que não houve aplicação de fungicida ocorreram os menores lucros, independente do espaçamento utilizado (Tabela10).

Considerando-se o espaçamento de 45cm entre plantas com aplicação semanal de fungicida e com poda no 7º cacho como padrão, nota-se que o lucro só é maior em outras quatro parcelas do experimento: com 30cm de espaçamento entre plantas, poda no 3º cacho e aplicação semanal de fungicida; com espaçamento de 45cm entre plantas, poda no 10º cacho e com aplicação de fungicida (semanal ou quinzenal); com espaçamento de 75cm entre plantas, com poda no 10º cacho e aplicação semanal de fungicida (Tabela 10).

Os maiores lucros do experimento foram obtidos em parcelas com espaçamento de 45cm entre plantas com poda no 10º cacho e aplicação semanal (R\$156.128,50/ha) e quinzenal (R\$125.239,00/ha). Isso equivale a um acréscimo de 69,40 e 35,88% em relação ao padrão, respectivamente (Tabela 10). O maior número de cachos auxiliou nesse resultado.

Tabela 10 - Estimativa do custo, receita e lucro da produtividade (R\$/ha) do tomateiro em diferentes sistemas de cultivo.

Espaçamento entre plantas	30cm								
	sem aplicação			aplicação quinzenal			aplicação semanal		
	3º cacho	7º cacho	10º cacho	3º cacho	7º cacho	10º cacho	3º cacho	7º cacho	10º cacho
Aplicação de fungicida									
Poda									
Operações Mecanizadas (R\$/ha)	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00
Operações Manuais (R\$/ha)	11.581,20	15.508,20	17.424,00	11.581,20	15.508,20	17.424,00	11.581,20	15.508,20	17.424,00
Insumos (R\$/ha)	16.480,80	23.688,00	26.586,00	29.882,40	42.864,00	48.108,00	39.240,00	56.400,00	63.300,00
Comercialização (R\$/ha)	8.732,50	8.772,50	8.757,50	12.685,00	12.602,50	12.717,50	16.110,00	16.177,50	16.130,00
Custo Total (R\$/ha)	38.414,50	49.588,70	54.714,50	55.708,60	72.594,70	80.196,50	68.551,20	89.705,70	98.801,00
Produtividade (cx/ha)	3493	3509	3503	5074	5041	5087	6444	6471	6452
Custo/cx (R\$)	11,00	14,13	15,62	10,98	14,40	15,76	10,64	13,86	15,31
Custo de Mão-de-Obra/cx (R\$)	3,32	4,42	5,07	2,28	3,08	3,49	1,80	2,40	2,75
Custo de Insumos/cx (R\$)	4,72	6,75	7,59	5,88	8,50	9,46	6,09	8,72	9,81
Receita Total (R\$/ha)	87.325,00	87.725,00	87.575,00	126.850,00	126.025,00	127.175,00	161.100,00	161.775,00	161.300,00
Lucro (R\$/ha)	48.910,50	38.136,30	32.860,50	71.141,40	53.430,30	46.978,50	92.548,80	72.069,30	62.499,00
Espaçamento entre plantas	45cm								
	sem aplicação			aplicação quinzenal			aplicação semanal		
	3º cacho	7º cacho	10º cacho	3º cacho	7º cacho	10º cacho	3º cacho	7º cacho	10º cacho
Aplicação de fungicida									
Poda									
Operações Mecanizadas (R\$/ha)	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00
Operações Manuais (R\$/ha)	9.541,20	12.748,20	14.184,00	9.541,20	12.748,20	14.184,00	9.541,20	12.748,20	14.184,00
Insumos (R\$/ha)	10.987,20	15.792,00	17.724,00	19.881,60	28.576,00	32.072,00	26.160,00	37.600,00	42.200,00
Comercialização (R\$/ha)	6.122,50	6.115,00	6.050,00	7.775,00	12.955,00	19.235,00	9.607,50	16.015,00	23.792,50
Custo Total (R\$/ha)	28.270,90	36.275,20	39.578,00	38.817,80	55.899,20	67.111,00	46.928,70	67.983,20	81.796,50
Produtividade (cx/ha)	2449	2446	2420	3110	5182	7694	3843	6406	9517
Custo/cx (R\$)	11,54	14,83	16,35	12,48	10,79	8,72	12,21	10,61	8,59
Custo de Mão-de-Obra/cx (R\$)	3,90	5,21	5,86	3,07	2,46	1,84	2,48	1,99	1,49
Custo de Insumos/cx (R\$)	4,49	6,46	7,32	6,39	5,51	4,17	6,81	5,87	4,43
Receita Total (R\$/ha)	61.225,00	61.150,00	60.500,00	77.750,00	129.550,00	192.350,00	96.075,00	160.150,00	237.925,00
Lucro (R\$/ha)	32.954,10	24.874,80	20.922,00	38.932,20	73.650,80	125.239,00	49.146,30	92.166,80	156.128,50

Cont. Tabela 10

Espaçamento entre plantas	75cm								
	sem aplicação			aplicação quinzenal			aplicação semanal		
Aplicação de fungicida	3° cacho	7° cacho	10° cacho	3° cacho	7° cacho	10° cacho	3° cacho	7° cacho	10° cacho
Poda									
Operações Mecanizadas (R\$/ha)	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00	1.620,00
Operações Manuais (R\$/ha)	7.909,20	10.540,20	11.592,00	7.909,20	10.540,20	11.592,00	7.909,20	10.540,20	11.592,00
Insumos (R\$/ha)	6.592,32	9.475,20	10.634,40	11.928,96	17.145,60	19.243,20	15.696,00	22.560,00	25.320,00
Comercialização (R\$/ha)	3.272,50	6.500,00	10.727,50	4.060,00	6.762,50	10.045,00	7.155,00	11.997,50	15.702,50
Custo Total (R\$/ha)	19.394,02	28.135,40	34.315,90	25.518,16	36.068,30	42.242,20	32.380,20	46.717,70	53.976,50
Produtividade (cx/ha)	1309	2600	4291	1624	2705	4018	2862	4799	6281
Custo/cx (R\$)	14,82	10,82	8,00	15,71	13,33	10,51	11,31	9,73	8,59
Custo de Mão-de-Obra/cx (R\$)	6,04	4,05	2,64	4,87	3,90	2,82	2,76	2,20	1,80
Custo de Insumos/cx (R\$)	5,04	3,64	2,48	7,35	6,34	4,79	5,48	4,70	4,03
Receita Total (R\$/ha)	32.725,00	65.000,00	107.275,00	40.600,00	67.625,00	100.450,00	71.550,00	119.975,00	157.025,00
Lucro (R\$/ha)	13.330,98	36.864,60	72.959,10	15.081,84	31.556,70	58.207,80	39.169,80	73.257,30	103.048,50

5. CONCLUSÕES

O efeito da remoção de folhas doentes reduziu o progresso da pinta preta e aumentou a produtividade do tomateiro, sendo que a remoção de folhas com valores $\geq 16\%$ de severidade foi o mais efetivo, reduzindo o número de aplicações de fungicida, sem comprometer a eficácia de controle, e não reduzindo o crescimento (HAD e HAA) ou o lucro do tomateiro.

O efeito da condução de plantas no sistema vertical proporcionou maior produtividade, independente da remoção de inóculo e do intervalo de aplicação de fungicida, e menor AACPD quando ocorreu aplicação de fungicida.

No primeiro experimento, o tutoramento vertical, com aplicação quinzenal de fungicida e remoção de inóculo com severidade $\geq 16\%$ foi o mais eficaz.

O efeito da altura de poda influenciou no progresso da pinta preta do tomateiro, observando-se maior progresso em plantas podadas na altura do 3º cacho e menor progresso em plantas podadas na altura do 10º cacho.

O espaçamento influenciou as variáveis estudadas, sendo que essa variação ocorreu em função da altura de poda e intervalo de aplicação de fungicida. Observou-se maiores produtividades com espaçamentos de 45 e 75 cm entre plantas que foram podadas na altura do 7º e 10º cachos. No espaçamento de 30 cm, o lucro foi maior quando foi feita a poda no 3º cacho.

O espaçamento de 45 cm entre plantas com aplicação semanal de fungicida e poda na altura do 10º cacho foi o sistema mais eficaz no segundo experimento.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DO COMÉRCIO DE SEMENTES E MUDAS - ABCSEM. **Projeto para o levantamento dos dados socioeconômicos da cadeia produtiva de hortaliças no Brasil**. 22p. 2011.

ALMEIDA, V.S.; SILVA, D.J.H.; GOMES, C.N.; ANTONIO, A.C.; MOURA, A.D.; LIMA, A.L.R. Sistema Viçosa para o cultivo de tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.33, p.74-79, 2015.

ALVARENGA, M.A.R. **Tomate**: produção em campo, em casa-de-vegetação e em hidroponia. Lavras: Editora UFLA, 2013, 455 p.

ANDRIOLO, J.L. Fisiologia da produção de hortaliças em ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.26-33, suplemento julho, 2000.

ANTONIOLLI, L.R.; CASTRO, P.R.C. Tomateiro. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGR, R.A.; SESTARI, I. **Manual de fisiologia vegetal: fisiologia de cultivos**. Piracicaba: Editora agrônômica Ceres, 2008, p.747-762.

AZEVEDO, V.F.; ABOUD, A.C.S.; CARMO, M.G.F. Row spacing and pruning regimes on organically grown cherry tomato. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.389-394, 2010.

AZPILICUETA, M.; IRIGOYEN, I.; LASA, B.; MURO, J.; APARICIO-TEJO, P.M. Yield and quality of sugar snap pea in the Ebro Valley: sowing date and seed density. **Scientia Agricola**, v.69, p.320-326, 2012.

BEDENDO, I.P.; MASSOLA JUNIOR, N.S.; AMORIM, A. Controles cultural, físico e biológico de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: Princípios e conceitos**. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 2011. v.1, p.367-388.

BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Epidemiologia de doenças de plantas. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Piracicaba: Agrônômica Ceres, 2011. v.1, p.101-118.

BERGOUGNOUX, V. The history of tomato: from domestication to biopharming. **Biotechnology Advances**, 2013.

BLANCO, F.F.; FOLEGATTI, M.V. Um novo método para estimar o índice de área foliar de plantas de pepino e tomate. **Horticultura Brasileira**, v.21, p.666-669, 2003.

BLUME, E.; JARA, A.S.A. Moléstias em tomateiro cultivado em estufas plásticas em quatro municípios da região central do Rio Grande do Sul, Brasil. **Ciência Rural**, v.34, p.661-666, 2004.

BOFF, P. **Epidemiologia e controle químico da mancha de estenfilio (*Stemphylium solani* Weber) e da pinta preta (*Alternaria solani* (Ellis & Martin) Jones & Grout) em dois sistemas de condução do tomateiro**. 1988. 192 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 1988.

CALDAS, R.R.; SENO, S.; SELEGUINI, A.; FERNANDES, F.M.; JUNIOR, M.J.A.F. Característica de recipiente e densidade de plantas de pepino, cultivadas em substrato de fibra de coco com fertirrigação. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.4881-4885, 2008.

CAMARGO, F.P.; ALVES, H.S.; CAMARGO FILHO, W.P.; VILELA, N.J. Cadeia produtiva de tomate industrial no Brasil: resenha da década de 1990, produção regional e perspectivas. **Informações Econômicas**, v.36, n.11, p.7-20, 2006.

CAMARGO, L.S. **As hortaliças e seu cultivo**. Campinas: Fundação Cargil, 1981. 321p.

CAMARGOS, M.I.; FONTES, P.C.R.; CARDOSO, A.A.; CARNICELLI, J.H.A.A. Produção de tomate longa vida em estufa, influenciada por espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.18, p.563-564, 2000.

CAMPANHOLA, C.; BETTIOL, W. **Métodos alternativos de controle fitossanitário**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003. 279p.

CAMPOS, J.P.; BELFORT, C.C.; GALVÃO, V.D.; FONTES, P.C.R. Efeito da poda da haste e da população de plantas sobre a produção do tomateiro. **Revista Ceres**, v.34, p.198-208, 1987.

CANTERI, M.G.; GODOY, C.V. Influência da severidade de mancha angular na eficiência fotossintética da área foliar sadia de feijoeiro, sob condições de campo. **Semina: Ciências Agrárias**, v.26, n.2, p.179-186, 2005.

CARVALHO, L.A.; TESSARIOLI NETO, J. Produtividade de tomate em ambiente protegido, em função do espaçamento e número de ramos por planta. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.986-989, 2005.

CONSUEGRA, O.P.; MORALES, A.C.; LATERROT, H.E.; ANAÏS, G.B.J. **Mejora genética y manejo del cultivo del tomate para la producción en el caribe**. Habana: Ministerio de La Agricultura, 2000, 319p.

CORRÊA, C.V.; CARDOSO, A.I.I.; SOUZA, L.G.; ANTUNES, W.L.P.; MAGOLBO, L.A. Produção de beterraba em função do espaçamento. **Horticultura Brasileira**, v.32, p.140-144, 2014.

DILL, A.M. **Extratos vegetais no controle da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro**. 2009. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 2009.

FIFE, J.P.; NOKES, S.E. Evaluation of the effect of rainfall intensity and duration on the persistence of chlorothalonil on processing tomato foliage. **Crop Protection**, v.21, p.733-740, 2002.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa: Editora UFV, 2013. 421p.

FUNCK, G.; FERNANDES, J.M.; PIEROBOM, C. Doenças foliares, área verde sadia e peso de grãos em diferentes cultivares de trigo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.4, n.1, p.3-10, 2009.

GARBOR, B.; WIEB, W. **Tomato Diseases: a practical guide for seedsmen, growers and agricultural advisors**. Saticoiy, 1997.

GAÜMANN, E. **Principles of plant infection**. London: Crosby Lockwood and Sons, 1950.

GEIER, P.W. Management of insect pests. **Annual Review Entomology**, v.11, p.471-490, 1966.

GÓMEZ, O.; CASANOVA, A.; LATERROT, H.; ANAIS, G. **Mejora genética y manejo del cultivo de tomate para la producción en el Caribe**. La Habana: Instituto de Investigaciones Horticolas “Liliana Dimitrova”, 2000, 159p.

GRANGE, R.I.; HAND, D.W. A review of the effects of atmospheric humidity on the growth of horticultural crops. **Journal of Horticultural Science**, v.62, n.2, p.125-134, 1987.

GUIMARÃES, M.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; CALIMAN, F.R.B.; LOOS, R.A.; STRINGHETA, P.C. Produção e sabor dos frutos de tomateiro submetidos à poda apical de cachos florais. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.265-269, 2007.

GUIMARÃES, M.A.; SILVA, D.J.H.; FONTES, P.C.R.; MATTEDI, A.P. Produtividade e sabor dos frutos de tomate do grupo salada em função de podas. **Bioscience Journal**, v.24, p.32-38, 2008.

HEINE, A.J.M.; MORAES, M.O.B.; PORTO, J.S.; SOUZA, J.R.; REBOUÇAS, T.N.H.; SANTOS, B.S.R. Número de haste e espaçamento na produção e qualidade do tomate. **Scientia Plena**, v.11, n.9, 7p, 2015.

HIJMANS, R.J.; FORBES, G.A.; WALKERS, T.S. Estimating the global severity of potato late blight with GIS-link disease forecast models. **Plant Pathology**, v.49, p.697-705, 2000.

IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 28 de dezembro de 2016.

JARAMILLO, J.; RODRÍGUEZ, V.P.; GUZMÁN, M.; ZAPATA, M.; RENGIFO, T. **Manual Técnico: Buenas Prácticas Agrícolas en la Producción de tomate bajo condiciones protegidas**. Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, FAO, 2007. 331p.

JESUS JUNIOR, W.C.; POLANCZYK, R.; PRATISSOLI, D.; PEZZOPANE, J.E.M.; SANTIAGO, T. **Atualidades em defesa fitossanitária**. 1 ed. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2007a. v.1, p.307-326.

JESUS JUNIOR, W.C.; POZZA, E.A.; VALE, F.X.R.; MORA-AGUILERA, G. Análise temporal de epidemias. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L.

Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas. Belo Horizonte: Editora Perfill, 2004a. p.127-188.

JESUS JUNIOR, W.C.; RAMOS, F.A.; VALADARES JÚNIOR, R.; ZAMBOLIM, L. Clima como fator determinante no manejo de doenças de hortaliças. In: ZAMBOLIM, L.; LOPES, C.A.; PICANÇO, M.C.; COSTA, H. **Manejo integrado de doenças e pragas em hortaliças.** Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2007b, v.1, p.1-76.

KOGA, L.J.; CANTERI, M.G.; GODOY, C.V. Relação entre medidas de refletância e área foliar sadia, severidade da ferrugem asiática e produtividade da cultura da soja. **Semina: Ciências Agrárias**, v.28, n.4, p.571-580, 2007.

KUROZAWA, C.; PAVAN, M.A. Doenças do tomateiro. In: KIMATI, H.; AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A.; CAMARGO, L.E.A. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas.** São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. v.2, p.607-626.

LEITE, R.M.V.B.C.; AMORIM, L.; BERGAMIN FILHO, A. Relationships of disease and leaf area variables with yield in the *Alternaria helianthi*-sunflower pathosystem. **Plant Pathology**, v.55, p.73-81, 2006.

LOPES, C.A.; ÁVILA, A.C. **Doenças do tomateiro.** Brasília: Embrapa Hortaliças, 2005. 151p.

MACHADO, A.Q.; ALVARENGA, M.A.R.; FLORENTINO, C.E.T. Produção de tomate italiano (saladete) sob diferentes densidades de plantio e sistemas de poda visando ao consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.149-153, 2007.

MADDEN, L.V.; BOUDREAU, M.A. Effect of strawberry density on the spread of anthracnose caused by *Colletotrichum acutatum*. **Phytopathology**, v.87, p.828-838, 1997.

MALOY, O.C. **Plant disease control: principles and practice.** New York: John Wiley e Sons, 1993. 346p.

MANETTI, F.A. **Produtividade de linhagens unifloras e bifloras de ervilha (*Pisum sativum* L.) de vagens comestíveis em função da densidade de plantio.** 2010. 27f. Tese (Doutorado em). Botucatu: UNESP-FCA.

MARIM, B.G.; SILVA, D.J.H.; GUIMARÃES, M.A.; BELFORT, G. Sistemas de tutoramento e condução do tomateiro visando produção de frutos para consumo *in natura*. **Horticultura Brasileira**, v.23, p.951-955, 2005.

MATOS, E.S.; SHIRAHIGE, F.H.; MELO, P.C.T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.240-245, 2012.

MESSIAEN, C. **Enfermedades de las hortalizas**. Ediciones Mundi Prensa: Madri. 1995.

MINAMI, K.; HAAG, H.P. **O tomateiro**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1980. 397p.

MIZUBUTI, E.S.G.; BROMMONSCHENKEL, S.H. Doenças causadas por fungos em tomateiro. **Informe Agropecuário**, v.18, p.42-60, 1996.

MORAES, W.B.; MORAES, W.B.; COSER, S.M.; ARAUJO, G.L.; BELAN, L.L.; ALMEIDA, A.A.; JESUS JUNIOR, W.C. Distribuição espacial da pinta preta do tomateiro em diferentes partes de plantas conduzidas em dois sistemas de manejo. In: Encontro Latino Americano de Iniciação Científica, 14, 2010, São José dos Campos. **Anais...** São Paulo: Universidade do Vale do Paraíba, 2010, 5p.

MUELLER, S.; WAMSER, A.F. Combinação da altura de desponete e do espaçamento entre plantas de tomate. **Horticultura Brasileira**, v.27, p.64-69, 2009.

MUHAMMAD, A.; SINGH, A. Intra-row spacing and pruning effects on fresh tomato yield in Sudan Savanna of Nigeria. **Journal Plant Science**, v.2, p.153-161, 2007.

MUMFORD, J.D., NORTON, G.A. Economics of decision making in pest management. **Annual Review Entomology**, v.29, p.157-74, 1984.

NEITZKE, R.S.; BÜTTOW, M.V. Tomate. In: BARBIERI, R.L.; STUMPF, E.R.T. **Origem e evolução de plantas cultivadas**. Brasília: Embrapa Informações Tecnológicas. 2008, p.805-818.

NTAHIMPERA, N.; ELLIS, M.A.; WILSON, L.L.; MADDEN, L.V. Effects of a cover crop on splash dispersal of *Colletotrichum acutatum* conidia. **Phytopathology**, v.88, p.536-543, 1998.

- NUEZ, F. **El cultivo del tomate**. Madrid: Ediciones Mundi-Prensa. 2001. 793p.
- PARKER, S.K.; GLEASON, M.L.; NUTTER J.R. Influence of rain events on spatial distribution of septoria leaf spot of tomato. **Plant Disease**, v.79, p.148-152, 1995.
- PATTERSON, C.L. Importance of chlamydospores as primary inoculum for *Alternaria solani*, incitant of collar rot and early blight on tomato. **Plant Disease**, v.75, p.274-278, 1991.
- PATTERSON, J.M.; NOKES, S.E. Incorporation of chlorothalonil persistence on processing tomato into TOM-CAST. **Agricultural Systems**, v.64, p.171-187, 2000.
- PAUL, P.A. **Sistemas de manejo da pinta preta do tomateiro**. 1999. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1999.
- PEDROSO, D.C.; JUNGES, E.; MENEZES, V.; MULLER, J.; GIRARDI, L.B.; TUNES, L.M.; MUNIZ, M.F.B.; DILL, A. Crescimento micelial de *Alternaria solani* na presença de extratos vegetais. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.4256-4259, 2009.
- PÔRTO, D.R.Q.; CECÍLIO FILHO, A.B.; REZENDE, B.L.A.; BARROS JÚNIOR, A.P.; SILVA, G.S. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade de couve-flor cv. Verona 284. **Caatinga**, v.25, p.92-98, 2012.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing, 2011. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 16 de janeiro de 2017.
- ROLIM, P.R.R.; TOFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J.; ROSSI, F. Preparados homeopáticos no controle da pinta preta do tomateiro. **Horticultura Brasileira**, v.23, n.2, 2005.
- SANTOS, H.S.; PERIN, W.H.; TITATO, L.G.; VIDA, J.B.; CALLEGARI, O. Avaliação de sistemas de condução em relação à severidade de doenças e à produção do tomateiro. **Acta Scientiarum**, v.21, p.453-457, 1999.
- SCHIERENBECK, M.; FLEITAS, M.C; MIRALLES, D.J.; SIMÓN, M.R. Does radiation interception or radiation use efficiency limit the growth of wheat inoculated with tan spot or leaf rust? **Field Crops Research**, v.199, p.65-76, 2016.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; FARIA JÚNIOR, M.J.A. Espaçamento entre plantas e número de ráculos para tomateiro em ambiente protegido. **Acta Scientiarum**, v.28, p.359-363, 2006.

SELEGUINI, A.; SENO, S.; ZIZAS, G.B. Influência do espaçamento entre plantas e número de cachos por planta na cultura do tomateiro, em condições de ambiente protegido. **Horticultura Brasileira**, v.20, p.25-28, 2002.

SGN - **Solanaceae Genome Network**. 2012. Disponível em: <<http://sgn.cornell.edu/>>. Acesso em: 15 out. 2014.

SHANER, G.; FINNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v.67, p.1051-1056, 1977.

SHIRAHIGE, F.H.; MELO, A.M.T.; PURQUERIO, L.F.V.; CARVALHO, C.R.L.; MELO, P.C.T. Produtividade e qualidade de tomates Santa Cruz e Italiano em função do raleio de frutos. **Horticultura Brasileira**, v.28, p.292-298, 2010.

SHTIENBERG, D. Modelling: the basis for rational disease management. **Crop Protection**, v.19, p.747-752, 2000.

SONG, W.; MAA, X.; TANA, H.; ZHOU, J. Abscisic acid enhances resistance to *Alternaria solani* in tomato seedlings. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.49, n.7, p.693-700, 2011.

SPOONER, D.M.; ANDERSON, G.J.; JANSEN, R.K. Chloroplast DNA evidence for the interrelationships of tomatoes, potatoes, and pepinos (Solanaceae). **American Journal of Botany**, v.80, p.676-676, 1993.

STRECK, N.A.; BURIOL, G.A.; ANDRIOLO, J.L.; SANDRI, M.A. Influência da densidade de plantas e da poda apical drástica na produtividade do tomateiro em estufa de plástico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.33, p.1105-1112, 1998.

SUHERI, H.; LATIN, R.X. Retention of fungicides for control of *Alternaria* leaf blight of muskmelon under greenhouse conditions. **Plant Disease**, v.75, p.1013-1015, 1991.

TAKAHASHI, K.; CARDOSO, A.I.I. Plant density in production of mini lettuce cultivars in organic system management. **Horticultura Brasileira**, v.33, p.342-347, 2014.

TAVARES, A.E.B.; CLAUDIO, M.T.R.; NAKADA-FREITAS, P.G.; CARDOSO, A.I.I. Densidade de plantio na produção de ervilha-de-vagem. **Horticultura Brasileira**, v.34, p.289-293, 2016.

TOFOLI, J.G.; DOMINGUES, R.J. Alternarioses em hortaliças: sintomas, etiologia e manejo integrado. **Biológico**, v.66, n.1/2, p.23-33, 2004.

TSUMANUMA, G.M.; SOARES, A.R.; FANCELLI, A.L.; RODRIGUES, M.A.T.; BEGLIOMINI, E. Efeito de herbicidas e fungicidas nas curvas de progresso e quantificação de danos causados pela ferrugem asiática da soja. **Ciência Rural**, v.40, n.7, p.1485-1491, 2010.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; RODRIGUES, F.A.; COSTA, H.; SOUZA, C.A. Manejo de Doenças Fúngicas em Tomateiro. In: SILVA, D.J.H.; VALE, F.X.R. **Tomate - tecnologia de produção**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora Ltda, 2007. v.1, p.159-198.

VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. Natureza das epidemias. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perffil, 2004a. p.19-46.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; JULIATTI, F.C. Manejo integrado e medidas de controle. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfill, 2004b. p.463-526.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; COSTA, L.C.; LIBERATO, J.R.; DIAS, A.P.S. Influência do clima no desenvolvimento da doenças de plantas. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C; ZAMBOLIM, L. **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Editora Perfill, 2004c. p.47-88.

VALE, F.X.R.; ZAMBOLIM, L.; PAUL, P.A.; COSTA, H. Doenças causadas por fungos em tomate. In: ZAMBOLIM, L.; VALE, F.X.R. **Controle de doenças de plantas - hortaliças**. Viçosa: Gráfica Suprema, 2000. v.2, p.699-756.

VALERO, M.A.; VIDAL, A.; BURGOS, R.; CALVO, F.L.; MARTINEZ, C.; LUENGO, L.M.; CUERDA, C. MetaAnalysis on the role of lycopene in type 2 diabetes mellitus. **Nutricion Hospitalaria**, v.26, n.6, p.1236-1241, 2011.

van der WAALS, J.E.; KORSTEN, L.; AVELING, T.A.S.; DENNER, F.D.N. Influence of environmental factors on field concentrations of *Alternaria solani* conidia above a South African potato crop. **Phytoparasitica**, v.31, p.353-364, 2003.

VAUGHAN, J.G.; GEISSLER, C.A. **The new Oxford book of food plants: a guide to the fruit, vegetables, herbs and spices of the world**. New York: Oxford University Press, 1994, 239p.

VLOUTOGLOU, I.; KALOGERAKIS, S.N. Effects of inoculum concentration, wetness duration and plant age on development of early blight (*Alternaria solani*) and on shedding of leaves in tomato plants. **Plant Pathology**, v.49, p.339-345, 2000.

WAGGONER, P.E.; BERGER, R.D. Defoliation, disease and growth. **Phytopathology**, v.77, p.393-398, 1987.

WAMSER, A.F.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P.; MUELLER, S. Influência do sistema de condução do tomateiro sobre a incidência de doenças e insetos-praga. **Horticultura Brasileira**, v.26, p.180-185, 2008.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. Produção do tomateiro em função dos sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, v.25, p.238-243, 2007.

WAMSER, A.F.; MUELLER, S.; SUZUKI, A.; BECKER, W.F.; SANTOS, J.P. Produtividade de híbridos de tomate submetidos ao cultivo superadensado. **Horticultura Brasileira**, v.30, p.168-174, 2012.

WEESE, T.L.; BOHS, L. A three-gene phylogeny of the genus *Solanum* (*Solanaceae*). **Systematic Botany**, v.32, n.2, p.445-463, 2007.

ZAMBOLIM, L. JUNQUEIRA, N.T.V. Manejo integrado de doenças da mangueira. In: ROZANE, D.E.; DAREZZO, R.J.; AGUIAR, R.L.; AGUILERA, G.H.A.; ZAMBOLIM, L. **Manga: produção integrada, industrialização e comercialização**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. v.1, p.377-408.

ZARATE, N.A.H.; GASSI, R.P.; VIEIRA, M.C.; TABALDI, L.A.; TORALES, E.P.; FACCIN, F.C. Espaçamentos entre plantas e cobertura do solo com cama-de-frango na produção de ervilhas. **Bragantia**, v.71, p.42-46, 2012.