



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS  
ESCOLA DE AGRONOMIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**SISTEMAS DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO COMO  
FERRAMENTA NO MANEJO DE REQUEIMA E SEPTORIOSE EM  
TOMATEIRO PARA MESA**

**MYLLA CRYSTHYAN RIBEIRO ÁVILA**

Orientadora:

**Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento**

Março – 2020

**TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR  
VERSÕES ELETRÔNICAS DE TESES E DISSERTAÇÕES  
NA BIBLIOTECA DIGITAL DA UFG**

Na qualidade de titular dos direitos de autor, autorizo a Universidade Federal de Goiás (UFG) a disponibilizar, gratuitamente, por meio da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD/UFG), regulamentada pela Resolução CEPEC nº 832/2007, sem ressarcimento dos direitos autorais, de acordo com a Lei nº 9610/98, o documento conforme permissões assinaladas abaixo, para fins de leitura, impressão e/ou *download*, a título de divulgação da produção científica brasileira, a partir desta data.

O conteúdo das Teses e Dissertações disponibilizado na BDTD/UFG é de responsabilidade exclusiva do autor. Ao encaminhar o produto final, o(a) autor(a) e o(a) orientador(a) firmam o compromisso de que o trabalho não contém nenhuma violação de quaisquer direitos autorais ou outro direito de terceiros.

1. Identificação do material bibliográfico:     Dissertação     Tese

**2. Identificação da Tese ou Dissertação:**

Nome completo do(a) autor(a): Mylla Crysthyan Ribeiro Ávila

Título do trabalho: Sistemas de suporte à tomada de decisão como ferramenta no manejo de queima e septorrose em tomateiro para mesa.

**3. Informações de acesso ao documento:**

Concorda com a liberação total do documento  SIM     NÃO<sup>1</sup>

Independente da concordância com a disponibilização eletrônica, é imprescindível o envio do(s) arquivo(s) em formato digital PDF da tese ou dissertação.

Mylla Crysthyan Ribeiro Ávila  
Assinatura do(a) autor(a)<sup>2</sup>

Ciente e de acordo:

Abelina dos Reis Nascimento  
Assinatura do(a) orientador(a)<sup>2</sup>

Data: 20 / 04 / 2020

<sup>1</sup> Neste caso o documento será embargado por até um ano a partir da data de defesa. Após esse período, a possível disponibilização ocorrerá apenas mediante: a) consulta ao(a) autor(a) e ao(a) orientador(a); b) novo Termo de Ciência e de Autorização (TECA) assinado e inserido no arquivo da tese ou dissertação. O documento não será disponibilizado durante o período de embargo.

Casos de embargo:

- Solicitação de registro de patente;
- Submissão de artigo em revista científica;
- Publicação como capítulo de livro;
- Publicação da dissertação/tese em livro.

<sup>2</sup> As assinaturas devem ser originais sendo assinadas no próprio documento. Imagens coladas não serão aceitas.

**MYLLA CRYSTHYAN RIBEIRO ÁVILA**

**SISTEMAS DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO COMO  
FERRAMENTA NO MANEJO DE REQUEIMA E SEPTORIOSE EM  
TOMATEIRO PARA MESA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Goiás, como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

**Área de concentração:** Produção Vegetal.

Orientadora:

**Profa. Dra. Abadia dos Reis Nascimento**

Coorientador:

**Dr. Valdir Lourenço Junior**

Goiânia, GO – Brasil

2020

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UFG.

Ávila, Mylla Crysthyan Ribeiro

Sistemas de suporte à tomada de decisão como ferramenta no manejo de requeima e septoriose em tomateiro para mesa [manuscrito] / Mylla Crysthyan Ribeiro Ávila. - 2020. CVIII, 108 f.

Orientador: Profa. Abadia dos Reis Nascimento; co-orientador Dr. Valdir Lourenço Junior.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal de Goiás, Escola de Agronomia (EA), Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Goiânia, 2020.

Anexos. Apêndice.

1. Solanum lycopersicum. 2. Phytophthora infestans. 3. Septoria lycopersici. 4. controle químico. 5. redução de aplicação. I. Nascimento, Abadia dos Reis, orient. II. Título.

CDU 631/635



UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS

ESCOLA DE AGRONOMIA

### ATA DE DEFESA DE TESE

**Ata nº 19 da sessão de defesa de Tese de Mylla Crysthyan Ribeiro Ávila, que confere o título de Doutora em Agronomia, na área de concentração em Produção Vegetal.**

Aos vinte e seis dias do mês de março do ano de dois mil e vinte (26.03.2020), às 14h00min, no setor de Horticultura, da Escola de Agronomia da UFG, foram instalados os trabalhos pela orientadora e presidente da Banca Examinadora, Profª. Drª. Abadia dos Reis Nascimento - EA/UFG, com a participação presencial dos membros da Banca Examinadora, Prof. Dr. Wilson Mozena Leandro - EA/UFG, Dr. Robson Domingos Vieira - FAPEG e Dr. Ailton Reis - Embrapa Hortaliças, por web conferência, Profª Drª, Francine Neves Calil - EA/UFG e Dr. Valdir Lourenço Junior - Embrapa Hortaliças - co-orientador da Tese, para a realização da sessão pública da defesa de Tese intitulada: **SISTEMAS DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO COMO FERRAMENTA NO MANEJO DE REQUEIMA E SEPTORIOSE EM TOMATEIRO PARA MESA**, de autoria de **Mylla Crysthyan Ribeiro Ávila**, discente do curso de **Doutorado**, na área de concentração em **Produção Vegetal**, do Programa de Pós-Graduação em Agronomia da UFG. A presidente da sessão deu início aos trabalhos e em seguida passou a palavra a doutoranda que em quarenta minutos apresentou o seu trabalho. Após a exposição, a candidata foi arguida pelos membros da banca. Terminada a fase de arguição, procedeu-se à avaliação da defesa. De acordo com a Resolução CEPEC 1403/2016, de 10 de junho de 2016 que regulamenta os Programas de Pós-Graduação *Stricto Sensu* na UFG, a Banca Examinadora considerou a Tese "**APROVADA**", com as correções recomendadas, estando integralmente cumprido este requisito para fins de obtenção do título de **DOCTORA** em Agronomia, na área de concentração em **PRODUÇÃO VEGETAL**, pela Universidade Federal de Goiás. A doutoranda poderá efetuar as modificações sugeridas pela Banca Examinadora e encaminhar nova versão eletrônica da tese à Secretaria do PPGA, no prazo máximo de trinta dias após a data da defesa. A Banca Examinadora recomendou a publicação de artigos(s) científico(s), oriundo(s) dessa tese, em periódicos de circulação nacional e, ou, internacional, depois de acatadas as modificações sugeridas. Proclamados os resultados pela Profª. Drª. Abadia dos Reis Nascimento, Presidente da Banca Examinadora, foram encerrados os trabalhos e, para constar, lavrou-se a presente ata que é assinada pelos membros da Banca Examinadora, aos vinte e seis dias do mês de março do ano de dois mil e vinte (26.03.2020).

TÍTULO SUGERIDO PELA BANCA



Documento assinado eletronicamente por **Abadia Dos Reis Nascimento, Professor do Magistério Superior**, em 26/03/2020, às 19:13, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Wilson Mozena Leandro, Professor do Magistério Superior**, em 26/03/2020, às 19:14, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº](#)

 [8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Robson Domingos Vieira, Usuário Externo**, em 26/03/2020, às 19:15, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Ailton Reis, Usuário Externo**, em 26/03/2020, às 19:21, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Francine Neves Calil, Professora do Magistério Superior**, em 26/03/2020, às 20:53, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



Documento assinado eletronicamente por **Valdir Lourenço Junior, Usuário Externo**, em 27/03/2020, às 11:48, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015.](#)



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **1162395** e o código CRC **056AC33B**.

Referência: Processo nº 23070.007355/2020-53

SEI nº 1162395

“A tarefa não é tanto ver aquilo que ninguém viu, mas pensar o que ninguém ainda pensou sobre aquilo que todo mundo vê.”

**Arthur Schopenhauer**

“Dedico todo o esforço que depusitei neste trabalho ao meu avô Ivaldo Joaquim Ribeiro (*in memoriam*), que nos deixou há pouco tempo, mas fez tanto por mim ao longo de sua vida”.

**DEDICO**

## AGRADECIMENTOS

À Deus, por me iluminar e me conduzir até esse momento, proporcionando-me força e sabedoria para enfrentar todas as dificuldades a mim confiadas.

Aos meus pais, Gláucio Ávila de Souza e Almeire Maria Ribeiro por todo apoio sentimental e financeiro indispensáveis para a conclusão desta etapa.

À minha madrastra Cristina Ferreira Ávila, minhas irmãs Raquel Ferreira Ávila e Amanda Ferreira Ávila pelo apoio e carinho durante minha caminhada.

Aos meus familiares, avós, tios e primos por acreditarem em meu potencial e me fortalecerem com carinho e paciência nos momentos difíceis.

Às minhas amigas Laís Elias e Thayssa Monize por todo apoio, amizade e carinho durante todos este período.

À professora Dra. Abadia dos Reis Nascimento, pela oportunidade, confiança, orientação, e valiosos ensinamentos científicos e profissionais.

Ao pesquisador da Embrapa Hortaliças Dr. Valdir Lourenço Junior, pela co-orientação, e os valiosos ensinamentos científicos e profissionais a mim repassados.

Aos pesquisadores envolvidos no projeto de pesquisa Dr. Walter Ferreira Becker, Dra. Alice Maria Quezado-Duval, Dra. Monita Fiori de Abreu Tarazi e Dr. Lino Carlos Borges, pelos conselhos, sugestões e interesse em contribuir com o desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pela disponibilidade de participação e contribuição para melhoria do trabalho.

À Universidade Federal de Goiás e ao Programa de Pós-graduação em Agronomia pela excelente formação profissional.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação pelos ensinamentos, experiências e contribuição na minha formação pessoal e profissional.

Ao secretário do Programa de Pós-Graduação em Agronomia Wellington Barbosa Mota pelo auxílio de sempre nas questões burocráticas.

Às colegas de pós-graduação Jordana Guimarães, Raquel Faria, Jaqueline Lima, Carolina Senna e Érica Leão por todo apoio durante o curso.

Aos colegas de graduação, incluindo os membros do grupo de estudos GEAH e os meus alunos durante o período de estágio docência pela experiência a mim concedida.

Às amigas que conquistei durante este período, em especial Zeuxis Rosa Evangelista, Sara Raquel Mendonça, Mariana Vieira Nascimento, Mariana Aguiar e Silas Mendonça que pretendo levar para sempre em meu coração.

Aos pós-doutorandos Monita Fiori, Roberto Gomes e Luiz Fernandes pelo auxílio nas atividades e confecção deste trabalho.

A todos os servidores da Universidade, em especial aos da Horta o senhor Hélio Pereira e o Francisco Cardoso, sem vocês nada disso seria possível, o meu trabalho significa a nossa vitória.

Ao meu companheiro de sábados na faculdade Natal Eufrásio e a professora Eli Regina, pelos conselhos, carinho e atenção na rotina do setor de Horticultura.

À minha amiga querida Vânia Rosa, minha companheira fiel, aquela que nunca me deixou na mão, eu não teria chegado aqui sem você minha amiga.

Ao meu amigo Jorge Luís da Silva, por todo apoio, cuidado, carinho e paciência.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Enfim, a todos aqueles que de alguma forma contribuíram para o planejamento, execução e confecção deste trabalho.

Obrigada por me proporcionarem a força necessária para lutar e enfrentar todos os obstáculos, sem nunca desistir.

**Muito Obrigada!**

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE TABELAS</b> .....	12
<b>LISTA DE FIGURAS</b> .....	13
<b>LISTA DE APÊNDICES</b> .....	14
<b>RESUMO</b> .....	15
<b>ABSTRACT</b> .....	16
<b>1 INTRODUÇÃO</b> .....	17
<b>2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	20
2.1 A CULTURA DO TOMATEIRO ( <i>Solanum lycopersicum</i> L.) .....	20
2.1.1 <b>Origem e história</b> .....	20
2.1.2 <b>Aspectos botânicos e morfológicos da cultura</b> .....	22
2.1.3 <b>Importância econômica e nutricional do tomateiro</b> .....	25
2.2 DOENÇAS DO TOMATEIRO .....	27
2.2.1 <b>Requeima (<i>Phytophthora infestans</i>)</b> .....	28
2.2.2 <b>Septoriose (<i>Septoria lycopersici</i>)</b> .....	30
2.3 <b>CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DO TOMATEIRO</b> .....	33
2.4 <b>SISTEMAS DE PREVISÃO E ALERTA DE DOENÇAS</b> .....	35
2.5 <b>REFERÊNCIAS</b> .....	39
<b>3 SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DA REQUEIMA EM TOMATEIRO PARA MESA</b> .....	50
3.1 <b>INTRODUÇÃO</b> .....	51
3.2 <b>MATERIAIS E MÉTODOS</b> .....	53
3.3 <b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	55
3.4 <b>CONCLUSÕES</b> .....	59
3.5 <b>REFERÊNCIAS</b> .....	60
<b>4 SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DA SEPTORIOSE EM TOMATEIRO PARA MESA</b> .....	64
4.1 <b>INTRODUÇÃO</b> .....	66
4.2 <b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	68
4.3 <b>RESULTADOS</b> .....	73

4.4	DISCUSSÃO .....	78
4.5	REFERÊNCIAS .....	82
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>87</b>
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>88</b>
	<b>APÊNDICES .....</b>	<b>92</b>
	<b>ANEXO .....</b>	<b>108</b>

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 2

<b>TABELA 1</b>	Cálculo dos valores de severidade da doença (VSD), em função da umidade relativa e da temperatura média do ar.....	54
<b>TABELA 2</b>	Análises de variância do efeito dos tratamentos VSD 6, 8, 10, calendário fixo e testemunha em experimentos conduzidos nos períodos de maio a setembro de 2017 e 2018 no peso dos frutos (PF), número de frutos totais (NFT), número de frutos do tipo 1 (NFT1) e número de frutos do tipo (NFT2).....	58
<b>TABELA 3</b>	Número de pulverizações (NP), peso dos frutos (PF) e número de frutos totais (NFT) na testemunha e nos tratamentos VSD 6, 8, 10 e calendário fixo em experimentos conduzidos nos períodos de maio a setembro de 2017 e 2018. ....	58

### CAPÍTULO 3

<b>TABELA 1</b>	Cálculo dos valores de severidade da doença (VSD), em função do período de molhamento foliar e da temperatura média do ar.....	72
<b>TABELA 2</b>	Análises de variância do efeito dos tratamentos VSD 15, 20, 25, calendário fixo e testemunha em experimentos conduzidos nos períodos de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (experimento 1), outubro de 2018 a fevereiro de 2019 (experimento 2) e novembro de 2018 a março de 2019 (experimento 3) na área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), peso dos frutos (PF) e número de frutos do tipo 1 (NFT1).....	77
<b>TABELA 3</b>	Número de pulverizações (NP), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), taxa de progresso ( $r$ ), peso dos frutos (PF) e número de frutos do tipo 1 (NFT1) na testemunha e nos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo em experimentos conduzidos nos períodos de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (experimento 1), outubro de 2018 a fevereiro de 2019 (experimento 2) e novembro de 2018 a março de 2019 (experimento 3).....	77

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 2

- FIGURA 1** Precipitação, temperatura média do ar e umidade relativa monitorados diariamente por uma estação meteorológica durante a condução dos experimentos 2017 (A) e 2018 (B)..... 57

### CAPÍTULO 3

- FIGURA 1** Molhamento foliar, umidade relativa, temperatura média do ar e precipitação monitorados diariamente por uma estação meteorológica durante a condução dos experimentos 1(A), 2 (B) e 3 (C)..... 75
- FIGURA 2** Curvas de progresso de severidade da septoriose em tomateiro na testemunha e nos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo nos experimentos 1(A), 2 (B) e 3 (C). Cada barra representa o erro padrão da média para os tratamentos..... 76

## LISTA DE APÊNDICES

<b>APÊNDICE A</b>	Croqui dos experimentos referentes ao capítulo 2.....	92
<b>APÊNDICE B</b>	Croqui dos experimentos referentes ao capítulo 3.....	93
<b>APÊNDICE C</b>	Sistema de cultivo empregado nos experimentos referentes ao capítulo 2.....	95
<b>APÊNDICE D</b>	Sistema de cultivo empregado nos experimentos referentes ao capítulo 3.....	97
<b>APÊNDICE E</b>	Equipamentos utilizados para coleta de dados nos experimentos referentes ao capítulo 2 e 3.....	100
<b>APÊNDICE F</b>	Pesagem, contagem e classificação de frutos.....	101
<b>APÊNDICE G</b>	Lesões causadas por Septoriose em folhas de tomateiro.....	102
<b>APÊNDICE H</b>	Esquemas de pulverizações de fungicidas empregados nos tratamentos dos experimentos referentes aos capítulos 2 e 3.....	103

## RESUMO

ÁVILA, M. C. R. **Sistemas de suporte à tomada de decisão como ferramenta no manejo de requeima e septoriose em tomateiro para mesa.** 2020. 108 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Produção Vegetal) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.<sup>1</sup>

O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das mais expressivas culturas no cenário agrícola mundial. Por ser uma planta hospedeira com um número elevado de fitopatógenos, a ocorrência de doenças é um dos principais fatores limitantes na produção de tomate. Para controle das principais doenças como a requeima e septoriose os fungicidas são os principais produtos fitossanitários utilizados por produtores de tomate em sistemas convencionais de cultivo. O volume de fungicidas utilizado para o cultivo do tomateiro é elevado e contribui para a contaminação do ambiente. Neste sentido, o uso de sistemas de suporte à tomada de decisão é uma ferramenta importante para gerenciar o manejo racional das aplicações de fungicidas para o controle das principais doenças do tomateiro. Objetivou-se com este trabalho avaliar a eficiência de sistemas de suporte à tomada de decisão para manejo de requeima e septoriose em tomateiro para mesa e estabelecer Valores de Severidade Diários (VSDs) específicos para cada doença na região de estudo. Ambos os estudos foram realizados em delineamento experimental de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Para a avaliação do sistema de suporte à tomada de decisão no manejo de requeima em tomateiro, foram realizados dois experimentos a campo na estação experimental da empresa Biosolo em Goianápolis - GO. Os tratamentos para ambos os experimentos consistiram da aplicação de fungicidas conforme os VSD 6, 8 e 10, e no calendário fixo de aplicação semanal com fungicidas, comparados a uma testemunha sem aplicações. Foram avaliados a produção e os componentes de produção. Para este estudo o uso de sistemas de suporte à tomada de decisão se mostrou eficiente, pois todos os tratamentos baseados no sistema reduziram o número de aplicações comparados ao calendário fixo, sem influência na produção, em condições desfavoráveis a ocorrência da doença. Para a avaliação do sistema de suporte à tomada de decisão no manejo de septoriose em tomateiro foram realizados três experimentos a campo na Universidade Federal de Goiás em Goiânia-GO, onde os tratamentos consistiram na aplicação de fungicidas conforme os VSD 15, 20 e 25, e no calendário fixo de aplicação semanal com fungicidas, comparados a uma testemunha sem aplicações. Nos experimentos de septoriose foram avaliados os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), produção e os componentes de produção. Em relação à severidade da septoriose os maiores valores de AACPD foram detectados na testemunha e os menores valores foram observados nos tratamentos VSD 15 e calendário fixo. No segundo experimento a testemunha produziu menor quantidade de frutos comparada aos demais tratamentos. A maior quantidade de frutos de tipo 1 foi estimada no tratamento VSD 15 que também apresentou o maior número de pulverizações de fungicidas, em condições de alta favorabilidade à doença. Esses resultados reforçam a importância do ajuste de valores de severidade (VSD) para cada doença em determinada época e condição climática de cultivo do tomateiro para mesa.

*Palavras-chave:* *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, *Septoria lycopersici*, controle químico, redução de aplicação.

---

<sup>1</sup> Orientadora: Prof. Dra. Abadia dos Reis Nascimento. EA-UFG.  
Coorientador: Dr. Valdir Lourenço Junior. Embrapa Hortaliças.

## ABSTRACT

ÁVILA, M. C. R. **Decision-making support systems as tool in the management of late blight and septoria leaf spot in tomato for table.** 2020. 108 f. Thesis (PhD. In Agronomy: Crop Production) – Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2020.<sup>2</sup>

Tomato (*Solanum lycopersicum* L.) is one of the most significant crops in the world agricultural scenario. As a host plant of a high number of plant pathogens, the occurrence of diseases is one of the main limiting factors in tomato production. To control major diseases such as late blight and Septoria leaf spot, fungicides are the main products used by tomato growers in conventional crop systems. The volume of fungicides used for tomato cultivation is high and contributes to environmental contamination. Thus, the use of decision support systems are important tools to manage the fungicide applications to control these tomato diseases. The objective of this study was to evaluate the efficiency of decision support systems to the management of late blight and Septoria leaf spot on tomato plants and to establish disease-specific Severities Disease Values (SDVs) in the region. Both studies were conducted in a randomized complete block design with five treatments and four replications. To evaluate the decision support system for tomato blight management, two field experiments were carried out in the Biosolo experimental station at Goianápolis - GO. The treatments for both experiments consisted of the application of fungicides according to SDV 6, 8 and 10, and the weekly calendar schedule of fungicide application, compared to a control without fungicide. The production components were evaluated. For this study, the use of decision support systems was efficient with the reduction of applications compared to calendar schedule, without the effect on production, under unfavorable conditions the occurrence of the disease. To evaluate the decision support system to Septoria leaf spot, three field experiments were carried out in the Federal University of Goiás at Goiânia - GO, the treatments were composed by the application of fungicides according to SDV 15, 20 and 25, and the weekly calendar schedule of fungicides application. The values of the area under the disease progress curve (AUDPC) and yield components were evaluated. The highest AUDPC values were detected in the control and the lowest values were observed in SDV 15 and the weekly calendar schedule of fungicides application. In the second experiment, the control produced less fruit compared to the other treatments. The largest amount of type 1 fruits was estimated in the SDV 15 treatment which also presented the highest number of fungicide sprays under conditions of high disease favorability. These results reinforce the importance of adjusting SDV for each disease on tomato crop.

*Keywords:* *Solanum lycopersicum*, *Phytophthora infestans*, *Septoria lycopersici*, chemical control, application reduction.

---

<sup>2</sup> Advisor: Prof. Dra. Abadia dos Reis Nascimento. EA-UFG.

Co-advisor: Dr. Valdir Lourenço Junior. Embrapa Hortaliças.

# 1 INTRODUÇÃO

O tomate (*Solanum lycopersicum* L.) pertence à família das solanáceas e, ao lado da batata, está entre as culturas vegetais mais importantes cultivadas em todo o mundo (Dhivya, 2017). Dentre as hortaliças, o tomate tem destaque especial, tanto do ponto de vista econômico quanto social, pelo volume de produção e geração de empregos (Barros et al., 2014). O tomate é o ponto central da indústria hortícola, tanto para o mercado fresco quanto para o mercado de processamento (Nowicki et al., 2013).

Tomates para consumo *in natura* são produzidos em todo o território nacional, normalmente próximos a grandes centros de consumo e comercialização (Costa & Heuvelink, 2018). O Brasil está entre os dez maiores produtores mundiais de tomate com produção de 4,11 milhões de toneladas em 2018 (FAOSTAT, 2020). O estado de Goiás, atualmente, ocupa a liderança na produção nacional com cerca de 31,6% da produção nacional (IBGE, 2020).

Apesar de todo potencial econômico apresentado, o tomateiro é uma planta altamente sensível ao ataque de doenças. No geral cerca de 200 doenças já foram relatadas na cultura, acarretando perdas notáveis no rendimento (Dhal et al., 2017). As plantações de tomate podem ser infectadas por patógenos bacterianos, fúngicos ou virais causadores de doenças que reduzem além do rendimento, a qualidade do fruto, o prazo de validade e o conteúdo nutricional presente no fruto (Hanson et al., 2016).

A maior parte das doenças infecciosas do tomateiro é causada por fungos, que podem atacar todos os órgãos das plantas (Neri et al., 2019). A produção dessa hortaliça em muitos casos é ameaçada por problemas fitossanitários ocasionados pelas doenças fúngicas (Santos et al., 2017). Entre as doenças fúngicas de maior importância que afetam a cultura do tomateiro e podem comprometer sua produtividade estão: a requeima (*Phytophthora infestans*), a pinta preta (*Alternaria solani*), a septoriose (*Septoria lycopersici*), a mancha de *Stemphylium* (*Stemphylium solani*) e a murcha de *Fusarium* (*Fusarium oxysporum*) (Kurozawa & Pavan, 2005).

A requeima causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary é uma das principais ameaças à produção de tomate no mundo (Mulugeta et al., 2019). Esse patógeno pode infectar e danificar todos os órgãos superiores do tomateiro, incluindo caules, folhas e frutos, podendo resultar na morte de plantas (Foolad et al., 2014). A doença pode ocorrer a qualquer momento do desenvolvimento da cultura, levando à esporulação do patógeno e formando lesões com aspecto de embebidas em água (Park et al., 2013). Quando não tratada, a doença pode destruir toda a lavoura de tomate dentro de sete a dez dias após a infecção (Nowicki, 2012).

A mancha-de-septória ou septoriose é uma doença foliar do tomateiro causada pelo fungo *Septoria lycopersici* Speg., sua infecção ocorre em qualquer estágio do desenvolvimento da planta, mas aparece com mais frequência no início da estação quente e chuvosa (Monteiro, 2019). Apresenta sintomas de lesões circulares que aparecem primeiramente na parte inferior das folhas, posteriormente no caule, pecíolos e se espalha até o ápice, o que pode causar completo desfolhamento levando a uma perda significativa de rendimento (Joshi, 2015).

Na ausência de cultivares resistentes, em cultivos convencionais de tomateiro o controle de doenças é feito basicamente com a aplicação de fungicidas protetores e sistêmicos (Nowicki et al., 2013). Apesar de ser o principal método de controle de doenças, as condições climáticas de certas regiões podem comprometer a eficácia do controle químico através de fungicidas (Silva et al., 2018). O não gerenciamento de pulverizações acarreta no uso de grandes quantidades de produtos químicos sintéticos na cultura, sendo a maioria prejudicial aos ecossistemas, bem como seus resíduos em frutos, podendo causar sérias ameaças à saúde humana e ambiental (Santos et al., 2014).

A utilização do controle químico de maneira abusiva e indiscriminada gera uma questão importante para a pesquisa científica, aumentando cada vez mais a necessidade pela busca de novas ferramentas de manejo fitossanitário que nos permita obter alimentos seguros, tanto para a saúde humana quanto para o meio ambiente (Lima et al., 2018). Principalmente para os cultivos em regiões e épocas de condições climáticas altamente favoráveis à ocorrência de doenças, produtores e pesquisadores buscam a adoção de novas ferramentas de monitoramento de doenças e suas implicações ao controle químico (Do Vale et al., 2013).

Uma ferramenta alternativa que vem sendo estudada para auxiliar no gerenciamento de pulverizações de fungicidas é o uso de sistemas de suporte à tomada de

decisão. Com base em informações geradas pelas condições climáticas, estes sistemas indicam o período de condições favoráveis para a ocorrência de determinada doença e definem o momento mais apropriado para aplicação de fungicidas (Colturato & Chavier, 2018).

No tomate de mesa são realizadas entre 20 a 40 aplicações de fungicidas durante o ciclo da cultura, estratégia seguida por muitos produtores como um calendário fixo de aplicações. Adotando sistemas de suporte à tomada de decisão eficazes os produtores estarão munidos de dados que integram e organizam as informações disponíveis sobre o patógeno, a influência climática observada sobre a doença, bem como a característica e eficácia de fungicidas, necessários para tomar decisões relativas à gestão de pulverizações (Small et al., 2015).

São vários os relatos de sucesso no uso de sistemas de suporte à tomada de decisão no controle de doenças para a cultura do tomateiro cultivado em regiões brasileiras. Entretanto, as pesquisas voltadas para a utilização destes sistemas precisam ser avaliadas para cada época de cultivo e região produtora, a fim de reduzir os riscos da adoção destes sistemas em programas de manejo de doenças. Diante do exposto, o presente estudo teve como objetivo avaliar sistemas de suporte à tomada de decisão para aplicação de fungicidas no manejo de requeima e septoriose em tomateiro para mesa.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A CULTURA DO TOMATEIRO (*Solanum lycopersicum* L.)

#### 2.1.1 Origem e história

Historicamente o tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é um dos vegetais do tipo fruto mais importantes e populares do mundo (Salim et al., 2018). Seu centro de origem primário é referido a um estreito território que possui limite ao norte do Equador, passando pela Colômbia, Peru, Bolívia, até a região norte do Chile (Alvarenga, 2013). Evidências da diversidade do tomate cultivado sugerem que o tomate foi originalmente domesticado no México, classificado como seu centro de origem secundário (Filgueira, 2013). Logo após a descoberta do novo mundo, o tomate foi levado para a Europa e, gradualmente, espalhado por todo o mundo (Lin et al., 2014).

O tomateiro foi introduzido na Europa pelos espanhóis no início do século XVI em uma tentativa de aproveitamento da planta, sendo inicialmente desprezados os frutos, o consumo alimentar consistia apenas das folhas e ramos (Alvarenga, 2013). Segundo Filgueira (2013), o tomateiro então foi tratado como uma planta ornamental, já que por muito tempo o fruto foi tido como venenoso decorrente da associação de povos antigos à coloração avermelhada a toxicidade ao consumo.

No Brasil, a introdução da cultura ocorreu através de imigrantes europeus, principalmente, italianos, espanhóis e portugueses, no final no século XIX, sendo a difusão, incremento da produção e consumo iniciados após a primeira guerra mundial, por volta de 1930 (Alvarenga, 2013). O hábito de comer tomate foi trazido ao país pelos primeiros imigrantes de origem italiana, e no início do século XX, já surgiam indícios aos primeiros sinais de importação de extrato de tomate de países como a Itália e Argentina (Minami & Mello, 2017).

Atualmente o tomate ocupa posição de grande importância tanto pelo consumo do fruto no seu estado natural, quanto no estado processado (Junior et al., 2016). Entretanto, segundo Minami & Mello (2017) inicialmente o tomate para consumo *in natura* enfrentou problemas no estabelecimento da produção e consumo nacionalmente,

principalmente pelas pequenas áreas destinadas ao cultivo, denominadas hortas, a forma de comercialização, em mercados e feiras livres e ao baixo período de vida útil do produto, acarretando em perdas principalmente durante o transporte, na época ainda pouco desenvolvido.

O tomate foi a primeira hortaliça a ser industrializada devido a suas características, de forma diferente dos condimentos. Inicialmente, a preparação era caseira (conserva ou massa), passando depois aos processos industriais (Camargo et al., 2006). O mercado de tomate para processamento tem crescido mais do que o de tomate para mesa, e ambos tiveram crescimento maior que a taxa de expansão da população mundial (Camargo Filho & Camargo, 2017).

Difícilmente haverá uma cultura mais cosmopolita que o tomateiro e uma cultura olerácea mais amplamente disseminada. Em contraposição, não há na agricultura brasileira outra cultura de tão grande complexidade, do ponto de vista agrônomo (Filgueira, 2013). O sistema de produção de tomate passou por muitas mudanças significativas e ainda continua a mudar, sempre para melhor e mais moderno. Por outro lado, a exigência do consumidor acompanha esta mudança, sendo assim o tomaticultor precisou acompanhar este progresso para não ficar desatualizado e marginalizado dentro do agronegócio do tomate (Minami & Mello, 2017).

As transformações que ocorreram na cadeia produtiva brasileira do tomate para mesa desde o final da década passada seguem uma orientação para a modernização e aumento da produtividade, sendo que medidas adotadas pelos tomaticultores têm por objetivo aumentar a produção por hectare de frutos de maior qualidade e valor comercial, principalmente por meio de mudanças nos sistemas de condução e tutoramento das plantas em campo (Matos et al., 2012).

Para a obtenção de maior produtividade e manutenção da qualidade do produto ao final do ciclo, muitos produtores de tomate de mesa atualmente adotam o cultivo em ambiente protegido. Segundo Reis et al. (2009) o cultivo em ambiente protegido no Brasil vem se desenvolvendo e ganhando espaço entre produtores devido à maior proteção quanto aos fenômenos climáticos, proteção do solo contra a lixiviação e redução dos custos com fertilizantes e defensivos, este melhor controle reflete em produção, já que as colheitas realizadas nesses ambientes excedem as que se obtêm no cultivo a céu aberto.

Na década de 1980 as pesquisas em relação ao tomate de mesa voltaram-se para estudos visando prolongar a vida útil pós-colheita dos frutos de tomateiro. Surgiu a

partir de então o termo “longa vida”, designado para os tipos de frutos de tomate que demoram mais tempo para iniciar o processo de deterioração após a colheita. Este fato contribuiu principalmente na questão de transporte e comércio do produto, entretanto, alguns consumidores demonstraram insatisfação ao produto, dizendo haver mudança de gosto no fruto (Alvarenga, 2013).

Apesar do desenvolvimento e avanço tecnológico a principal ferramenta ainda adotada por muitos tomaticultores é o uso de agrotóxicos para controle de pragas e doenças. Esse fato preocupa os consumidores quanto a problemas referentes ao consumo de hortaliças propensas ao uso indiscriminado de agrotóxicos e sua difícil remoção dos alimentos (Craveiro et al., 2019). Atualmente o uso indiscriminado de agrotóxicos é visto como um fator de risco toxicológico na cadeia produtiva do tomateiro tanto ao meio ambiente quanto a saúde humana (Tomazoni et al., 2017).

### **2.1.2 Aspectos botânicos e morfológicos da cultura**

O tomateiro é uma espécie dicotiledônea pertencente à família Solanaceae que teve sua classificação filogenética revisada recentemente e o gênero *Lycopersicon* se reintegrou no gênero *Solanum* com sua nova nomenclatura. Isso fez com que se fixasse a espécie como *Solanum lycopersicum* L., perdurando até a atualidade (Alvarenga, 2013). Esta família botânica é considerada como uma das famílias de plantas mais importante dentre as hortaliças cultivadas (Quinet et al., 2019).

A família Solanaceae possui espécies de plantas daninhas, plantas medicinais e plantas produtoras de alimento. Entre as espécies mais conhecidas e exploradas economicamente dessa família, além do tomateiro, estão a batata (*Solanum tuberosum* L.), a pimenta (*Capsicum* spp.), a berinjela (*Solanum melongena* L.), o fisális (*Physalis peruviana* L.) e a jurubeba (*Solanum variabile* Mart.) (Minami & Mello, 2017).

O tomateiro é uma solanácea, herbácea, de porte arbustivo ou rasteiro, perene, cultivado como anual (Alvarenga, 2013). Seu sistema radicular é do tipo pivotante, podendo atingir até 90 cm de profundidade, entretanto, cerca de 80% de todo o sistema radicular encontra-se nos primeiros 45 cm de solo (Minami & Mello, 2017). É uma planta de caule redondo, piloso e macio quando jovem tornando-se fibroso com o passar do tempo, as folhas são alternadas, compostas, com um grande folíolo terminal, com cerca de seis a oito folíolos laterais (Alvarenga, 2013).

As flores são hermafroditas, hipógeas, apresentando-se em cachos. Pode ser considerada uma planta autógama, apesar de que possa ocorrer pequena taxa de polinização cruzada. Normalmente as flores, são pequenas e amarelas, o cálice possui cinco pétalas lanceoladas e largas, de cinco ou mais sépalas. Os frutos são bagas carnosas, com dois ou mais lóculos, contendo sementes pilosas, pequenas e envoltas por mucilagem (Filgueira, 2013).

Por ser uma planta originária de regiões próximas a linha do equador, adapta-se melhor ao cultivo em regiões de clima tropical de altitude e subtropical ou temperado (Filgueira, 2013). A temperatura influencia em todos os processos de crescimento e desenvolvimento do tomateiro, apresentando necessidades variáveis em cada fase do ciclo. As variações ótimas para o tomateiro estão na faixa de 27 °C durante o dia e 18 °C durante a noite, em todo o ciclo da cultura (Melo et al., 2014). Altas temperaturas podem acarretar em quebras das paredes celulares dos frutos, aumentando a liberação de carotenoides (Hwang et al., 2012).

Atualmente existe uma grande diversidade de tipos de frutos, o que permite a classificação do tomate em diferentes grupos comerciais: Santa Cruz, Caqui, Salada, Saladete e Minitomate. As diferenças entre os tomates do tipo Santa Cruz, Caqui e Salada são basicamente associadas ao formato arredondado e peso do fruto, sendo todos utilizados para consumo *in natura*, enquanto o grupo Saladete (Italiano) caracteriza-se por apresentar tomates mais compridos, com diâmetro reduzido, sendo predominantemente utilizados na indústria. O minitomate difere-se dos demais por apresentar frutos de menor tamanho e sabor mais adocicado (Alvarenga, 2013).

De maneira geral, o tomateiro pode ser cultivado no campo ou em ambiente protegido (Pinheiro et al., 2017). O cultivo em ambiente protegido apresenta vantagens em relação ao campo, tais como a amenização de variações climáticas, economia de água e diminuição da incidência de pragas e doenças (Reis et al., 2012). Segundo Melo et al. (2014), a planta do tomateiro apresenta dois hábitos de crescimento distintos, que condicionam a forma de condução da cultura e caracteriza a arquitetura da planta, o determinado e o indeterminado.

A característica do hábito de crescimento do tomateiro possui herança monogênica com dominância completa do alelo SP (Self-Pruning) sobre o alelo sp (self-pruning), sendo o fenótipo hábito determinado condicionado pelo gene recessivo (Boiteux et al., 2012). No hábito de crescimento indeterminado o caule ou ramo principal cresce

mais que as ramificações laterais apresentando dominância apical (Alvarenga, 2013). Essas plantas são apropriadas para o cultivo de tomate para o consumo *in natura* e exigem mais práticas culturais, como as podas, tutoramento das plantas e sucessivas colheitas (Pinheiro et al., 2017).

O processo de colheita em plantas de crescimento indeterminado inicia-se logo após o início da maturação do fruto, quando há a mudança de transição da cor da baga, sendo realizadas em várias etapas, constituindo a maturação completada normalmente no pós-colheita. Este processo é possível devido ao tomate ser um fruto do tipo climatérico, ou seja, após o início da maturação, a respiração aumenta fortemente estimulando a produção de etileno que estimula a maturação (Alvarenga, 2013).

Plantas de crescimento determinado são caracterizadas pela ausência de dominância apical, apresentando crescimento do eixo principal semelhante às ramificações laterais, sendo limitado por um cacho de flores na extremidade, essa característica, acarreta na formação de plantas menos vigorosas, assumindo forma de moita (Filgueira, 2013). No segmento de produção para processamento industrial, geralmente opta-se por plantas de crescimento determinado, devido ao seu porte reduzido e maior uniformidade de maturação, facilitando a colheita mecanizada (Luz et al., 2016).

Difícilmente haverá outra cultura anual, na agricultura brasileira, mais exigente em tratamentos culturais que o tomateiro de crescimento indeterminado, o que onera consideravelmente o custo de produção (Filgueira, 2013). Estes tratamentos consistem basicamente no manejo da cultura no campo visando otimizar a produção e evitar problemas relacionados a fatores abióticos e bióticos, como umidade, temperatura, pragas e doenças (Pinheiro et al., 2017). Os principais tratamentos culturais restritos e básicos para a cultura do tomateiro tutorado são as desbrotas e o tutoramento, que variam para cada tipo de sistema de cultivo (Fontes, 2005).

Por se tratar de uma planta herbácea de caule flexível e de crescimento indeterminado faz-se essencial a prática do tutoramento principalmente para manter a planta ereta. É necessário guiá-la em alguma estrutura física, para facilitar os tratamentos culturais, melhorar a aeração e luminosidade na planta e manter os frutos fora do contato com o solo (Filgueira, 2013). Segundo Minami & Mello (2017), o tipo de tutoramento adotado na lavoura de tomate pode variar de acordo com a arquitetura da planta, o tempo disponível para execução de tal prática, o custo destinado a finalidade e aos materiais disponíveis pelo produtor.

As desbrotas são operações muito usadas na cultura do tomate tutorado, tanto em cultivo aberto como fechado e consistem na retirada mecânica de órgãos do tomateiro na intenção de limitar ou cessar o desenvolvimento (Minami & Mello, 2017). De acordo com Filgueira (2013), as desbrotas promovem melhor equilíbrio entre a frutificação e a vegetação, aumenta o tamanho e melhora a qualidade dos frutos. Podem ser realizadas de dois tipos: “desbrota”, que consiste na retirada de brotos laterais, evitando que atuem como drenos, e a “desponta” ou “capação” que elimina o broto terminal da haste, rompendo a dominância apical, o que suspende o crescimento vegetativo e diminui o número de cachos.

Segundo Shirahige et al. (2010), associar e adequar as práticas culturais básicas, como tutoramento e condução para as diferentes morfologias de plantas de tomateiro é importante para contribuir positivamente com a qualidade e aparência dos frutos, agregando valor e conseqüentemente maior lucratividade, podendo garantir a continuidade de produtores no ramo do agronegócio.

### **2.1.3 Importância econômica e nutricional do tomateiro**

O tomate é uma das hortaliças mais produzidas e consumidas nacionalmente, entretanto não assume papel restrito a importância econômica. A cadeia produtiva de tomate tem assumido grande importância socioeconômica na agricultura, principalmente pelo volume de produção, geração de emprego e renda a produtores (Nick & Silva, 2016). Essa importância da cultura do tomateiro surgiu principalmente devido ao seu alto valor nutricional na dieta humana, sendo reconhecidos inúmeros benefícios do consumo a saúde (Amador et al., 2017).

Atualmente a Ásia é responsável por 61,1% da produção mundial de tomate, seguido pela Europa, América, África e Oceania, que produzem 13,5%, 13,4%, 11,8% e 0,2%, respectivamente. O país líder em produção mundial é a China com produção de 61,6 milhões de toneladas de tomates no ano de 2018, seguido pela Índia com produção de 19,3 milhões de toneladas e em terceiro lugar USA com 12,6 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2020).

O Brasil está em décimo lugar nesse ranking com produção de 4,11 milhões de toneladas com área plantada de 57.166 hectares e área colhida de 57.134 hectares no ano de 2018 (FAOSTAT, 2020). Os maiores estados produtores de tomate se encontram na região Sudeste e Centro-oeste do país. Em 2018 o estado de Goiás liderou com 31,65% da

produção nacional, São Paulo com 21,11%, Minas Gerais com 12,84%, Bahia com 6,77% e o estado do Paraná com 5,81% (IBGE, 2020).

Em 2019 a produção total de tomate no estado de Goiás foi de 1,29 milhões de toneladas. Em 2017 foram produzidos no estado de Goiás 1,2 milhões de toneladas de tomate industrial, em uma área colhida de 15.635 hectares e 52 mil toneladas de tomate de mesa em uma área colhida de 622 hectares. Entre os cinco maiores municípios produtores de tomate de mesa do estado de Goiás estão Alexânia, Santa Rosa de Goiás, Anápolis, Goianápolis e Corumbá, responsáveis por respectivamente 25%, 20%, 19%, 15% e 11% da produção do estado (IMB, 2020).

Grande parte do sucesso econômico do tomate é devido ao fato de ser uma hortaliça versátil principalmente para fins culinários. Dentre os atributos mais importantes relacionados à qualidade e preferência do consumidor de tomate, estão a aparência, o sabor, o aroma, a textura, as substâncias antioxidantes presentes no fruto, o valor nutricional e a facilidade no modo de preparo (Alvarenga, 2013). O teor de cada elemento presente no tomate depende da variedade, nutrição e das condições de cultivo (Squariz et al., 2017).

No mercado de tomate é difícil encontrar cultivares que possuam todas as características em níveis considerados ideais de cultivo e consumo ao natural, ou mesma para industrialização. Normalmente são encontradas cultivares com diferentes características agrônômicas e industriais, como o teor de sólidos solúveis (°Brix), a coloração, a cobertura foliar, a firmeza do fruto, resistência a doenças, retenção do pedúnculo na planta e principalmente produtividade (Santos et al., 2018).

O cotidiano dos consumidores também é um fator a ser considerado em relação ao espaço de mercado conquistado pelo tomate. As pessoas não estão tendo muito tempo para dedicar-se ao preparo de suas refeições, assim, acabam optando pelo consumo de alimentos práticos, de fácil e rápido preparo e com qualidades nutricionais. O tomate maduro é consumido fresco, ou utilizado na fabricação de uma ampla gama de produtos processados, como pasta, pó, ketchup, molho, sopa e frutos inteiros enlatados, como os verdes usados para picles e conservas (Salim et al., 2018).

Do ponto de vista alimentar a importância nutritiva do tomate é atribuída ao seu alto valor biológico e ao baixo valor energético (Uher, 2014). O tomate apresenta grande aceitação, principalmente por suas características nutricionais, pois é um alimento rico em vitaminas e em sais minerais, como potássio e magnésio, que são importantes a

nutrição humana (Melo et al., 2014). Juntamente com outros nutrientes, o tomate contém  $\beta$ -caroteno, vitamina C e compostos fenólicos, que oferecem muitos benefícios à saúde dos consumidores (Martí et al., 2016).

Os frutos do tomateiro possuem a coloração vermelha devido à produção de um carotenoide denominado licopeno (Filgueira, 2013). O tomate constitui a maior fonte de licopeno, este que é classificado como um dos carotenoides antioxidantes mais poderosos, e atualmente é amplamente exigido pelas indústrias cosmética, alimentícia e farmacêutica (Scaglia et al., 2019). O crescente interesse na atividade do licopeno se deve à alegação de que esse poderoso antioxidante combate os radicais livres, retarda o envelhecimento e pode proteger contra o câncer, inclusive o de próstata (Balsarani & Bueno, 2017).

## 2.2 DOENÇAS DO TOMATEIRO

Ao se consultar a literatura são encontradas muitas definições ou afirmativas sobre a natureza das doenças de plantas. Segundo Amorim et al. (2018), as doenças de plantas podem ser caracterizadas como fenômenos biológicos que promovem algum tipo de interferência em processos fisiológicos, de modo contínuo, sendo prejudicial e levando ao aparecimento de injúrias na planta. A existência de doenças de plantas pode trazer prejuízos à agricultura, ao afetar a produtividade e a qualidade de uma lavoura (Lopes & Vaz, 2019).

O tomateiro é a espécie dentre as hortaliças cultivadas mais sujeita a ocorrência de problemas fitossanitários, sendo os agentes de natureza variada (Figueira, 2013). Cerca de duzentas doenças, de causas bióticas e abióticas, que afetam a cultura do tomateiro já foram identificadas em todo o mundo (Lopes & Ávila, 2005). Entre os principais agentes causais de doenças em tomateiro estão os fungos, bactérias, nematoides e vírus (Alvarenga, 2013).

Os fungos podem ser classificados como os grandes vilões da tomaticultura, sendo indispensável a adoção de medidas de controle eficientes no cultivo (Lopes & Ávila, 2005). As doenças fúngicas são as principais causas de perdas de produção na cultura do tomateiro, no Brasil. Há registros de que cerca de 40% das perdas seja decorrente da ação de fungos (Santa Catharina et al., 2020). Segundo Neri et al. (2019), os fungos fitopatogênicos ocorrentes na cultura do tomateiro podem afetar todos os órgãos das plantas.

A ação de fungos fitopatogênicos pode ocasionar danos e injúrias variáveis na planta de tomateiro, como podridões, murchas e manchas foliares. Entre as doenças fúngicas foliares de maior importância que afetam a cultura do tomateiro e podem comprometer sua produtividade estão a requeima (*Phytophthora infestans*) e a septoriose (*Septoria lycopersici*) (Quezado-Duval & Lourenço Junior, 2018).

A correta identificação da doença e o conhecimento a respeito de sua epidemiologia são indispensáveis para se obter medidas de manejo da doença (Neri et al., 2019). Para tomada de decisão em relação às medidas de manejo é importante o conhecimento dos fatores ambientais, do patógeno, do hospedeiro e suas relações, que pode determinar a incidência e desenvolvimento da doença (Alvarenga, 2013).

### **2.2.1 Requeima (*Phytophthora infestans*)**

A requeima ou mela, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* é uma das doenças mais importantes da cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) e tomate (*Solanum lycopersicum* L.) (Mulugeta et al., 2019). Esta doença foi descrita pela primeira vez em 1847, no Brasil a doença afeta a cultura do tomateiro desde a década de 1950, e hoje está disseminada em praticamente todas as regiões do mundo onde se cultivam tomate (Alvarenga 2013).

A doença é temida pela maioria dos tomaticultores, tamanha sua severidade, e por desencadear sérios prejuízos à cultura, principalmente em regiões de clima ameno e de elevada umidade relativa (Pereira et al., 2013). É uma doença que pode ocorrer em qualquer época do ano, desde que condições climáticas de baixa temperatura e alta umidade do ar se coincidam, formando condições ideais para o desenvolvimento da doença (Filgueira, 2013).

A requeima é uma doença totalmente dependente de condições climáticas favoráveis para ocorrência e manifestação. Em condições de temperatura variando de 18 a 22 °C e umidade relativa do ar maior ou igual a 90%, a doença tem seu desenvolvimento favorecido (Kurozawa & Pavan, 2005). A alta umidade do ar associada a chuvas finas e frequentes, com ventos frios e regiões sujeitas a nevoeiros, representam condições altamente favoráveis à ocorrência da doença (Costa & Ventura, 2010). Em temperaturas constantes acima de 30 °C, a doença dificilmente aparece, entretanto o oomiceto permanece vivo, podendo provocar danos assim que as condições se tornarem favoráveis (Lopes & Ávila, 2005; Alvarenga, 2013).

A alta capacidade de permanência do patógeno em áreas cultiváveis é decorrente da produção de estruturas de resistência conhecidas como oósporos, que têm papel importante em sua sobrevivência, até que as condições tornem-se novamente favoráveis. Os oósporos são capazes de sobreviver no solo na ausência de uma planta hospedeira, constituindo-se em inóculo inicial, com papel importante na epidemiologia da doença (Pereira et al., 2013).

O oomiceto produz esporângios hialinos, com formato de limão e papilados. Os esporangióforos são bem desenvolvidos, com ramificação simpodial, que emergem através dos estômatos em número variável de três a cinco. Os esporângios são formados apenas em condições ótimas de temperatura e umidade do ar, podendo germinar diretamente ou produzir zoósporos biflagelados. Cada zoósporo pode nadar num filme de água sobre o tecido da planta, encistar, germinar e penetrar diretamente por meio de apressório, iniciando um novo ciclo. A disseminação ocorre por meio de ventos, chuvas e insetos (Kurozawa & Pavan, 2005).

A requeima pode ocorrer em qualquer fase do desenvolvimento do tomateiro e afetar severamente todos os órgãos da parte aérea da planta (Lopes & Ávila, 2005). Afeta preferencialmente os tecidos mais jovens da planta, podendo se manifestar em folhas, hastes, inflorescências e frutos verdes e maduros (Costa & Ventura, 2010). Os primeiros sintomas aparecem nas folhas, com manchas grandes de aparência úmida, que se tornam marrons ao secarem. Sob alta umidade as manchas na superfície inferior da folha ficam esbranquiçadas pela esporulação do fungo (Lopes & Ávila, 2005).

As lesões em pecíolos e caules são normalmente de coloração preta e podem causar a quebra da parte superior do caule, causando a morte do ponteiro da planta (Alvarenga, 2013). Nos frutos as lesões aparecem como manchas escuras de coloração marrom-pardo, de aspecto oleoso e consistência firme, podendo aumentar de tamanho e estender-se por toda a superfície do fruto, causando podridão dura, sem provocar sua queda (Pereira et al., 2013).

Devido à rápida evolução da doença, principalmente em condições favoráveis, o produtor não pode ser negligente na adoção de medidas de controle, sob pena de perda total da produção, em questão de dias (Alvarenga, 2013). O manejo da requeima ainda prevê a adoção de medidas preventivas de controle, como evitar plantios em épocas altamente favoráveis e em áreas reincidentes da doença, ou mesmo perto de lavouras abandonadas e evitar irrigação por aspersão (Costa & Ventura, 2010). Considerando a

susceptibilidade de variedades e híbridos disponíveis no mercado, em caso de ocorrência da doença o método mais eficiente de controle se torna o químico (Kurozawa & Pavan, 2005).

De acordo com Alvarenga (2013), o controle químico a partir de fungicidas de ação sistêmica específicos é o mais recomendado e eficiente para o controle de requeima em tomateiro. Já Kurozawa e Pavan (2005) recomendam a aplicação preventiva de fungicidas protetores, adotando fungicidas sistêmicos somente quando as condições climáticas forem favoráveis a ocorrência da doença. Alguns dos principais fungicidas protetores recomendados para o controle da requeima em tomateiro são: os cúpricos, mancozebe, clorotalonil, fluazinan, propinebe, captana, mandipropamid, zoxamida e ciazofamida, e os principais fungicidas sistêmicos são: cimoxanil, fenamidona, dimetomorfe, famoxadona, metalil-M e benalaxil (Pereira et al., 2013).

Pelo alto poder destrutivo da requeima e pela sua alta dependência de fatores climáticos para a ocorrência de epidemias, mais do que para qualquer outra doença de planta conhecida, sistemas de previsão e alerta de doenças vem conquistando espaço no manejo da doença em tomateiro. Eles têm sido desenvolvidos e aperfeiçoados em todo o mundo, visando otimizar e racionalizar a aplicação de fungicidas no controle da doença, após validações regionais (Alvarenga, 2013).

### **2.2.2 Septoriose (*Septoria lycopersici*)**

Entre as doenças foliares do tomateiro a septoriose ou mancha-de-septória, causada pelo fungo *Septoria lycopersici* Spegazzini, é uma das doenças foliares mais importantes e devastadoras da cultura (Joshi, 2015). É principalmente uma doença do tomateiro, entretanto tem sido relatada em outros hospedeiros pertencentes a família Solanaceae, como berinjela, jiló, batata e algumas plantas daninhas (Alvarenga, 2013). É uma doença que ocorre em praticamente todas as regiões produtoras de tomate do mundo (Pereira et al., 2013).

Segundo o levantamento de doenças em tomateiro em regiões produtoras no Brasil realizados por Quezado-Duval et al. (2013) com base na sintomatologia, a septoriose merece papel de destaque entre as doenças fúngicas, estando presente em 27,2% das lavouras avaliadas. Nas lavouras visitadas no segmento para mesa foram observados sintomas de septoriose no CE, DF, GO, MG, ES, SP e SC. Já nas lavouras para a indústria

foi observada nos três estados amostrados GO, SP e MG, estando presente em 23,5% das lavouras, sendo a doença fúngica de maior ocorrência.

A doença reduz a área foliar responsável pela fotossíntese, reduzindo a produtividade, além de expor os frutos à queimadura de sol, tornando-os impróprios para consumo (Lopes & Ávila, 2005). As maiores perdas são observadas quando a doença ocorre na fase inicial da cultura, 25 a 40 dias após o transplante no campo (Costa & Ventura, 2010). Em condições de ambiente quente e úmido a desfolha severa da planta pode ocasionar perdas que ultrapassam os 50% (Alvarenga, 2013).

A infecção e subsequente desenvolvimento desta doença são altamente afetados pela umidade relativa do ar, temperatura e luminosidade. A septoriose é uma doença que sofre forte influência das condições climáticas no processo infeccioso. Normalmente sua ocorrência é relatada mais frequentemente no início do período quente e chuvoso, sendo mais comum no verão (Filgueira, 2013). Surtos da doença são observados principalmente após as primeiras chuvas, em especial quando estas são acompanhadas de aumento de temperatura (Alvarenga, 2013).

Os esporos desse fungo são denominados de conídios. Os conidióforos são curtos e os conídios são filiformes, multi-septados com comprimento variando de 35-137  $\mu$ m. São liberados dos picnídios através de cirros hialinos, agregados entre si por uma substância mucilaginosa sendo dispersos e disseminados através das gotas de água (Kurozawa & Pavan, 2005). Na presença de água livre na superfície da planta, os conídios germinam e a infecção ocorre através dos estômatos se a umidade relativa se mantiver em torno de 100% durante um período de 48 horas, contínuas ou acumuladas por vários dias (Alvarenga, 2013).

Além da umidade relativa e a presença de água livre nas folhas, a temperatura é outro fator de influência no desenvolvimento da doença e disseminação do patógeno. As temperaturas ótimas para infecção, manifestação de sintomas e desenvolvimento de conídios estão entre 20 e 25 °C (Kurozawa & Pavan, 2005). Mantendo-se as condições ideais os conídios germinam, penetram e colonizam as folhas, sendo notados os primeiros sintomas, normalmente em folhas mais velhas, a partir dos seis dias após a infecção (Alvarenga, 2013).

As folhas inferiores são infectadas primeiro e a doença progride para cima podendo afetar o caule, hastes e flores, mas raramente os frutos (Sanoubar & Barbanti, 2017). Os primeiros sintomas se desenvolvem na face abaxial da folha como manchas

pequenas, encharcadas, de formato circular a ovalado. Com o progresso as lesões evoluem para manchas com o centro de cor palha e as bordas de coloração marrom-escuras circundadas por um halo clorótico. (Alvarenga, 2013).

Uma característica marcante desta doença é a presença de picnídios no centro das lesões. Estes são pontuações pretas, que contrastam a cor clara do centro das lesões, facilmente visualizadas a olho nu ou com uso de lupas portáteis (Alvarenga, 2013). A presença de picnídios pode facilitar o diagnóstico da doença, entretanto não é recomendado esperar a ocorrência de picnídios na área para a efetivação de medidas de controle da doença (Costa & Ventura, 2010).

Por ser patógeno altamente agressivo e com rápida e abundante produção de inóculo a septoriose pode evoluir rapidamente a uma epidemia na área, o que reforça a necessidade de uma eficiente diagnose da doença (Alvarenga, 2013). Apesar da característica marcante da presença de picnídios nas lesões a doença pode facilmente ser confundida com outras doenças, principalmente a pinta-preta (*Alternaria solani*), quando suas lesões ainda não estão totalmente desenvolvidas (Lopes & Ávila, 2005).

O controle da septoriose pode se tornar difícil após a doença se instalar na lavoura, o que pode exigir do produtor a adoção de medidas integradas de controle, prevenindo a evolução da epidemia, como por exemplo, remover restos culturais para eliminar fontes de inóculo inicial, retirar tiguerras, especialmente as pertencentes a família das Solanáceas, evitar irrigação por aspersão, promover rotação de culturas com espécies de famílias distintas, evitar plantios adensados e se possível não efetuar plantios em épocas favoráveis à ocorrência da doença (Alvarenga, 2013).

Atualmente não existem cultivares ou híbridos comerciais de tomate disponíveis com níveis satisfatórios de resistência. Isto torna o controle químico a partir da pulverização de fungicidas, o principal método de controle de septoriose adotado em cultivos convencionais de tomateiro (Filgueira, 2013). O controle da septoriose é realizado comumente com a aplicação foliar de fungicidas de contato e sistêmicos, muitas vezes já utilizada no controle da pinta-preta (*Alternaria* sp.) e da requeima (*Phytophthora infestans*) (Pereira et al., 2013).

A pulverização de fungicidas de contato ou protetores deve ser iniciada antes do aparecimento dos primeiros sintomas, sendo repetida em intervalos de 7, 10 ou 14 dias, dependendo das condições climáticas. Entretanto a aplicação isolada de fungicidas protetores pode não controlar a doença de forma adequada, principalmente em condições

altamente favoráveis. Nestas condições a associação de fungicidas de contato e sistêmicos podem garantir um controle mais eficiente da epidemia (Alvarenga, 2013).

Atualmente existem cerca de 90 fungicidas entre orgânicos e inorgânicos registrados junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) para o controle de septoriose em tomateiro como os cúpricos, triazóis, benzimidazol, isoftalonitrila, clorotalonil, ditiocarbamatos e estrobilurinas (AGROFIT, 2020). O uso indiscriminado e de forma irracional destes produtos deve ser evitado pelo risco de contaminação do alimento e do ambiente, oferecendo risco a saúde dos consumidores.

Quando a doença já se encontra instalada, principalmente em cultivares muito suscetíveis, e as condições ambientais são extremamente favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, o controle químico pode não ser eficiente no controle da doença (Pereira et al., 2013). Novas estratégias de manejo estão surgindo buscando otimizar a pulverização de fungicidas para controle de septoriose em tomateiro, como os sistemas de previsão adotado por Becker (2019a) na região de Caçador, SC. Estes por ocasião precisam ser avaliados e validados para cada condição climática regional de cultivo.

### 2.3 CONTROLE QUÍMICO DE DOENÇAS DO TOMATEIRO

O Brasil é um dos maiores produtores agropecuários do mundo e o segundo país que mais exporta esses produtos, desempenhando um importante papel na economia. Para manter tal produção, este setor utiliza intensivamente de insumos químicos, como os agrotóxicos, em sua extensa área de cultivo buscando atender a exigência em quantidade e qualidade da produção, esse fato permitiu que o Brasil fosse o maior consumidor de agrotóxicos no mundo (Pignati et al., 2017; Lopes & Albuquerque, 2018).

Os agrotóxicos podem ser definidos como produtos e agentes de processos físicos, químicos ou biológicos, destinados ao uso na produção, armazenamento e beneficiamento de produtos agrícolas, nas pastagens, na proteção de florestas e outros ecossistemas, bem como de ambientes urbanos, hídricos ou industriais, cuja finalidade seja alterar a composição da flora ou da fauna, a fim de preservá-las da ação de seres considerados nocivos (Silva et al., 2011).

Comparando a média de aumento mundial no consumo de agrotóxicos com o consumo nacional, tendo como base os números de vendas de pesticida, entre os anos de 2000 e 2010, cresceu em 100% o uso de pesticidas no planeta, no mesmo período em que o aumento no Brasil chegou a quase 200%, com isso cerca de 20% de todo agrotóxico

comercializado no mundo é consumido no Brasil (Bombardi, 2017). Segundo Silva Junior & Behlau (2018), o total de agrotóxicos comercializados no Brasil a partir de 2012 tem variado entre 9 e 12 bilhões de dólares ao ano.

Entre os anos de 2012 a 2014 a região centro-oeste obteve a maior média anual de consumo de agrotóxico no Brasil com cerca de 335 mil toneladas, sendo o estado de Goiás o terceiro colocado no consumo anual de agrotóxicos com cerca de 90 mil toneladas, sendo obtido a partir da relação entre a média anual do uso de agrotóxico em kg, e a área agrícola da região, o consumo de 12,23 a 16,69 kg/ha de agrotóxicos no estado (Bombardi, 2017).

O controle químico ainda é um dos métodos importantes no manejo de doenças de plantas cultivadas. Devido à complexidade agrícola em um clima tropical que favorece doenças cada vez mais severas, os fungicidas passaram a ser a classe de produtos mais comercializada no País em 2016, representando de 33% do total de US\$ 9,6 bilhões comercializados com agrotóxicos, entretanto os fungicidas representaram apenas 16% do total de 377 mil toneladas de ingrediente ativo de agrotóxicos vendidos (Silva Junior & Behlau, 2018).

O uso de fungicidas no controle de doenças é um método eficiente, economicamente viável, garante altas produtividades e qualidade da produção. Os fungicidas são moléculas químicas orgânicas ou inorgânicas, obtidas naturalmente ou sintetizadas, utilizadas para evitar os processos de sobrevivência, disseminação, infecção, colonização e reprodução de fungos e dos oomiceto causadores de doenças de plantas (Silva Junior & Behlau, 2018).

Na cultura do tomateiro por ser uma planta hospedeira de um número elevado de fitopatógenos, a ocorrência de doenças é um dos principais fatores limitantes na produção, principalmente no segmento do consumo *in natura* (Quezado-Duval & Lourenço Junior, 2018). Em geral, grande parte das doenças do tomateiro têm sido controladas pela aplicação de fungicidas. Entretanto o uso dessas substâncias pode ocasionar o aumento no custo da produção, o desenvolvimento de linhagens de patógenos resistentes, além de oferecer riscos toxicológicos tanto ao meio ambiente, quanto à saúde humana (Tomazoni et al., 2017).

A busca da garantia da qualidade e aparência do produto geralmente leva o produtor a realizar elevados números de aplicações de fungicidas para o controle das doenças, que são responsáveis por danos diretos e indiretos na produção (Kobayashi &

Amaral, 2018). O elevado número de pulverizações, podendo chegar a três por semana, decorre principalmente 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).

Os frutos do tomateiro estão classificados dentro do grupo de alto risco em relação à exposição aos agrotóxicos, por serem necessárias um grande número de práticas agronômicas para a sua produção (Cardoso et al., 2010). Ao serem consumidos, os agrotóxicos podem ser bioacumulados na cadeia alimentar, atuando sobre os sistemas biológicos vitais dos seres vivos, como o sistema nervoso e sistema respiratório, tornando-se potencialmente tóxicos para os seres humanos (Matsadiq et al., 2011).

Tratando-se de um fruto muito consumido *in natura*, principalmente em saladas, aumentam as preocupações com a saúde dos consumidores. Em estudos realizados pela ANVISA o tomate encontra-se entre os dez alimentos com maior percentual residual de agrotóxicos. No último levantamento realizado em 2012, divulgado em 2014, a alface, seguido da abobrinha, tomate e uva, estão entre os alimentos que apresentaram os maiores percentuais de irregularidades devido à presença resíduos de agrotóxicos com concentrações acima do permitido (ANVISA, 2014).

No geral, a conscientização referente aos problemas causados pelo uso indiscriminado de agrotóxicos em lavouras de tomateiro ainda é baixa, já que para a maioria dos produtores de tomate, o controle efetivo de doenças só é possível através de pulverizações de fungicidas. Porém, a recente preocupação ambiental e alimentar com relação ao uso de fungicidas tem estimulado o interesse de se reduzir a frequência das aplicações, mesmo que levando em consideração apenas a eficiência do produto (Reis Filho et al., 2009).

Essa preocupação abre espaço para o conhecimento e uso de novas ferramentas como sistemas de previsão e alerta de doenças que vêm conquistando espaço, pois se apoiam em modelos epidemiológicos que permitem identificar períodos de condições ambientais favoráveis à ocorrência de doenças e estabelecer um esquema eficiente de aplicação de fungicidas, reduzindo significativamente o número de pulverizações.

#### 2.4 SISTEMAS DE PREVISÃO E ALERTA DE DOENÇAS

Muitas das doenças do tomateiro têm sido controladas por métodos empíricos com conseqüente uso desnecessário de agrotóxicos. O controle exclusivo através de

pulverizações periódicas curativas ou preventivas de fungicidas a partir de um calendário fixo de aplicação normalmente promove excessos de pulverizações. Esta prática eleva o custo de produção, promove o surgimento de patógenos resistentes a fungicidas, além de aumentar o risco de contaminação ambiental, do alimento, colocando em risco a saúde da população (Santos, 2000).

A dificuldade de controle, principalmente em condições climáticas favoráveis alerta produtores e pesquisadores, para adoção de novas ferramentas de monitoramento de doenças e suas implicações ao controle químico (Do Vale et al., 2013). Acredita-se que à medida que os conhecimentos a respeito dos sistemas de previsão e alerta de doenças estiverem disponíveis e acessível aos profissionais e produtores envolvidos com a cultura do tomate, a ideia do uso de calendário fixo de pulverizações possa ser abolida (Zambolim et al., 2014).

Os sistemas de previsão e alerta surgem como uma ferramenta promissora no controle de doenças de plantas. Estes sistemas podem ser definidos como qualquer sistema que prevê o início ou o desenvolvimento de uma doença a partir de informações acerca das condições meteorológicas ou ambientais, do hospedeiro, do patógeno ou da própria doença, pode ser considerado um sistema de previsão ou alerta a ocorrência da doença (Bergamim Filho & Amorim, 2018).

Normalmente os tipos mais comuns de sistemas de previsão e alerta utilizados no manejo de doenças de plantas se baseiam no monitoramento das condições climáticas regionais, para determinar o risco de ocorrência da doença, de forma que, se tais condições tornarem-se favoráveis ao desenvolvimento do patógeno, o usuário verificará a necessidade de aplicação dos defensivos. Caso contrário, ele não necessitará fazer uso de fungicidas (Zambolim et al., 2011).

Estes sistemas quando em operação tornam-se ferramentas de apoio capazes de fornecer informações referentes ao manejo de doenças, notadamente com relação ao uso de fungicidas. Um sistema de alerta para ser considerado bem sucedido deve estar baseado em sólidos dados biológicos e climáticos, e deve ter sido testado e validado para o objetivo específico ao qual se destina, como por exemplo, a cultura de interesse e a região de cultivo (Bergamim Filho & Amorim, 2018).

Normalmente ao se estabelecer sistemas de previsão e alerta no manejo de doenças de uso comercial para determinada região, exige-se investimentos principalmente em relação a coleta e armazenamento de dados meteorológicos (Bergamim Filho &

Amorim, 2018). Esses sistemas operam, em sua maioria, a partir da coleta de dados climáticos, por meio de estações meteorológicas portáteis instaladas na área de produção. Estes são os dados que fomentam análises por programas epidemiológicos que estimam a possibilidade e o risco de ocorrência da doença, orientando o momento certo para realizar pulverizações (Santos, 2000).

Para desenvolver um sistema de previsão e alerta, além dos investimentos em equipamentos é necessário que a doença satisfaça quatro requisitos básicos: causar perdas economicamente significativas na qualidade ou na quantidade da produção; variar entre cada estação de cultivo; dispor de medidas de controle disponíveis e economicamente viáveis; e ter a disponibilidade de informação suficiente a respeito da natureza da dependência da doença em relação às condições meteorológicas (Bergamim Filho & Amorim, 2018).

O uso de sistemas de previsão e alerta de doenças no gerenciamento de doenças foliares do tomateiro é uma prática moderna, que vem sendo utilizada com sucesso em diversos países, inclusive no Brasil. Normalmente os sistemas adotados para a cultura do tomateiro tiveram seu uso previamente voltado para estudos de controle de doenças na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). Exemplos disso são os sistemas voltados para o manejo de requeima (*Phytophthora infestans*), hoje adotados para batata e tomate (Santos, 2000).

Entre os principais modelos de sistemas de previsão e alerta para a requeima (*Phytophthora infestans*), comumente usados para a cultura do tomateiro está o de Wallin (1962), no qual se atribuiu valores de severidade diários (VSD's) em quatro níveis de infecção, (1= ausência de traços de infecção; 2= traços leves de infecção; 3= infecção leve a moderada e 4= infecção moderada a severa), determinados diariamente em função das horas de umidade relativa do ar igual ou maior que 90% e da temperatura média do período.

Os VSD's calculados diariamente com base nos dados climáticos obtidos diretamente na lavoura ou através de equipamentos eletrônicos são fixos a partir da condição de severidade da doença, estabelecido pelo sistema, mas são variáveis e determinados a um valor limite e diferente para cada região, sendo pré-estabelecido para cada região de cultivo, na determinação na condição ideal de pulverização (Santos, 2000).

A partir da adequação de modelos de previsão e alerta e validações em condições regionais de cultivo, a cultura do tomateiro atualmente dispõe de vários estudos

envolvendo estes sistemas no manejo de doenças como a requeima (Duarte et al., 2007), septoriose (Becker, 2019a), pinta preta (Santos, 2000; Becker, 2019b) e mancha bacteriana (Marcuzzo et al., 2015).

Levando-se em conta a quantidade de áreas produtoras ainda são escassos os estudos voltados para a validação de sistemas de previsão e alerta de doenças na cultura do tomateiro. A maioria das validações de sistemas de previsão e alerta de doenças em tomateiro para mesa é para o manejo da requeima (Becker, 2010; Becker et al., 2011). Para a septoriose em tomateiro o cenário de publicações é ainda mais restrito. Normalmente os sistemas de previsão para esta doença são adaptados de modelos previstos para outras doenças.

Entre os principais sistemas de previsão e alerta para septoriose está o programa TOM-CAST (Pitblado, 1992), neste modelo adaptado do modelo FAST (Madden et al., 1978) os valores de severidade de doença (VSD), que variam de 0 a 4, de menor a maior severidade da doença, são calculados em função da duração do período de molhamento foliar e da temperatura média do ar durante os períodos de molhamento.

Estudo realizado por Becker (2019a) avaliando sistemas de previsão para septoriose em tomateiro tutorado na região de caçador SC, analisando os VSD 10, VSD 15 e VSD 20 comparados à aplicação semanal mostraram uma redução no número de pulverização para os tratamentos estabelecidos pelo sistema de previsão em dois dos três experimentos realizados.

Atualmente, o Brasil conta com vários sistemas de previsão e alerta de doenças de plantas em operação. O Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (CIRAM) é uma ferramenta desenvolvida pela Epagri de Santa Catarina que atualmente auxilia tomaticultores da região a realizar um manejo mais preciso de doenças ocorrentes na região, reduzindo o número de pulverizações de fungicidas. Com base em informações coletadas em 241 estações meteorológicas, o sistema de monitoramento Agroconnect é uma plataforma que emite alertas de risco de ocorrência de doenças em sem risco, risco leve, risco moderado e risco severo, indicando o momento correto para aplicação de fungicidas nas lavouras (Bergamim Filho & Amorim, 2018).

Utilizando conhecimentos a respeito da interação entre parâmetros climáticos e o desenvolvimento de epidemias, torna-se possível adaptar, validar e desenvolver sistemas de previsão e alerta para doenças, que podem ajudar tomaticultores de diferentes regiões a

realizar um manejo mais preciso de doenças, reduzindo o número de aplicações de fungicidas, consequentemente gerando menos problemas de contaminação alimentar e ambiental.

## 2.5 REFERÊNCIAS

AGROFIT. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Disponível em: [http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit\\_cons/principal\\_agrofit\\_cons](http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons). Acessado em fevereiro 15, 2020.

ALVARENGA, M. A. R. Origem, botânica e descrição da planta. In: ALVARENGA, M. A. R. **Tomate: produção em campo, casa de vegetação e hidroponia**. 2. ed. Lavras: Editora universitária de Lavras, 2013. cap. 1. p. 13-21.

AMADOR, M. B.; REYES-PÉREZ, J. J.; HERNÁNDEZ-MONTIEL, L. G.; RUEDA-PUENTE, E. O.; DE LUCIA, B.; BELTRÁN-MORALES, F. A.; RUIZ-ESPINOZA, F. H. Physiological responses to salinity in *Solanum lycopersicum* L. varieties. **Pakistan Journal Botany**, Karachi, v. 49, n. 3, p. 809-818, 2017.

AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. 5. ed. Ouro Fino: Agronômica Ceres, 2018. 573 p.

ANVISA, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Programa de análise de resíduos de agrotóxicos em alimentos (PARA). 2014. Relatório complementar relativo à segunda etapa das análises de amostras coletadas em 2012. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/111215/446359>. Acessado em fevereiro 16, 2020.

BALSARINI, I.; BUENO, S. M. Desenvolvimento e análise sensorial de pastel vegano sabor rúcula com tomate seco. **Revista Científica**, Butantã, v. 1, n. 1, 2017.

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

BECKER, W. F. Validação de um sistema de previsão para a pinta preta na produção integrada do tomateiro. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 32, n. 2, p. 62-67, 2019b.

BECKER, W. F. Validação dos sistemas de alerta Machardy e Colpam 40® para previsão da requeima do tomateiro em Caçador, SC. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 36, n. 3, p. 210-215, 2010.

BECKER, W. F.; MUELLER, S.; SANTOS, J. P.; WAMSER, A. F.; SUZUKI, A.; MARCUZZO, L. L. Viability of a prediction system for tomato late blight in the integrated production of tomato in Caçador, Brazil. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 4, p. 520-525, 2011.

BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. Sistemas de previsão e avisos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. 5. Ed. Ouro fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1, cap.16, p. 239-260.

BOITEUX, L. S.; FONSECA, M. E. N.; GIORDANO, L. B.; MELO, P. C. T. Melhoramento genético. In: CLEMENTE, FMVT; BOITEUX, LS. (Ed.). **Produção de tomate para processamento industrial**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2012. V. 1, cap. 2, p. 31-50.

BOMBARDI, L. M. **Geografia do uso de agrotóxicos no Brasil e conexões com a União Europeia**. 1. ed. São Paulo: FFLCH, 2017. 296 p.

CAMARGO FILHO W. P.; CAMARGO F. P. Evolução das cadeias produtivas de tomate industrial e para mesa no Brasil, 1990-2016. **Informações econômicas**, São Paulo, v. 47, n. 1, p. 50-59, 2017.

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**, São Paulo, v. 36, n. 11, p. 7-20, 2006.

CARDOSO, M. H. W. M.; GOUVÊA, A. V.; NÓBREGA, A. W. D.; ABRANTES, S. D. M. P. Validação de método para determinação de resíduos de agrotóxicos em tomate: uma experiência laboratorial. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 30, n. 8, p. 63-72, 2010.

COSTA, H.; VENTURA, J. A. Doenças do tomateiro no Estado do Espírito Santo. In: **Tomate**. Instituto Capixaba de pesquisa, assistência técnica e extensão rural. Vitória: Incaper, 2010. v. 1, cap. 10, p. 227-316.

CRAVEIRO, A. A.; RIBEIRO, L. D. M.; CRAVEIRO, A. C. Removal of pesticides in peppers and tomatoes with the use of chitosan. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 5, n. 7, p. 10218-10227, 2019.

DO VALE, F. X. R.; LOPES, C. A.; ALVARENGA, M. A. R. Doenças fúngicas, bacterianas e causadas por nematoides. In: **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2013, cap. 10, p.227-323.

DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, L.; JESUS JUNIOR, W. C. Manejo da requeima do tomateiro industrial empregando sistema de previsão. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 33, n. 4, p. 328-334, 2007.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Database Results Crop statistics. Available at: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em janeiro 21, 2020.

FILGUEIRA, F. A. R. Solanáceas II: Tomate, a hortaliça cosmopolita. In: FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. rev. Viçosa: UFV, 2013. cap. 13, p. 194-241.

FONTES, P. C. R. **Olericultura teoria e prática**. Viçosa: Suprema, 2005. 486 p.

HWANG, E. S.; STACEWICZ-SAPUNTZAKIS, M.; BOWEN, P. E. Effects of heat treatment on the carotenoid and tocopherol composition of tomato. **Journal of food science**, Urbano, v. 77, n. 10, p. 1109- 1114, 2012.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. SIDRA. Produção Agrícola Municipal. Tabela 5457. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acessado em janeiro 19, 2020.

IMB – Instituto Mauro Borges. Estatísticas municipais. 2017. Disponível em: [http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91&Itemid=219](http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=219). Acessado em janeiro 19, 2020.

JOSHI, B. K.; LOUWS, F. J.; YENCO, G. C.; SOSINSKI, B. R.; ARELLANO, C.; PANTHEE, D. R. Molecular Markers for Septoria Leaf Spot (*Septoria lycopersicii* Spag.) Resistance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Nepal Journal of Biotechnology**, Tribhuvan, v. 3, n. 1, p. 40-47, 2015.

JUNIOR, O. M. P.; RIBEIRO, V. A.; MILHOMEM, A. M. P. Avaliação de mudas do tomateiro sob influência de bioestimuladores. **Científic@-Multidisciplinary Journal**, Goianésia, v. 3, n. 2, p. 37-45, 2016.

KOBAYASHI, B. F.; AMARAL, D. R. Efeito de extratos vegetais de plantas do Cerrado para controle de pinta-preta em tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 44, n. 2, p. 189-192, 2018.

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. p. 607-626.

LIN, T.; ZHU, G.; ZHANG, J.; XU, X.; YU, Q.; ZHENG, Z.; HUANG, Z. Genomic analyses provide insights into the history of tomato breeding. **Nature genetics**, Nova York, v. 46, n. 11, p. 1220-1226, 2014.

LOPES, C. V. A.; ALBUQUERQUE, G. S. C. D. Agrotóxicos e seus impactos na saúde humana e ambiental: uma revisão sistemática. **Saúde em Debate**, Rio de Janeiro, v. 42, n. 117, p. 518-534, 2018.

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

LOPES, L. A.; VAZ, M. S. M. G. Modelo entidade-relacionamento e objeto-relacional para a gestão de doenças em plantas. **Revista de engenharia e tecnologia**, Ponta Grossa v. 11, n. 2, p. 194-200, 2019.

LUZ, J. M.; BITTAR, C. A.; OLIVEIRA, R. C.; NASCIMENTO, A. R.; NOGUEIRA, A. P. Desempenho e divergência genética de genótipos de tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 4, p. 483-490, 2016.

MADDEN, L.; PENNYPACKER, S.; MACNAB, A. FAST, a forecast system for *Alternaria solani* on tomato. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 68, n. 9, p. 1354-1358, 1978.

MARCUZZO, L. L.; BECKER, W. F.; FERNANDES, J. M. C. Validação de um sistema de previsão para a mancha bacteriana do tomateiro. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 41, n. 3, p. 214-218, 2015.

MARTÍ, R.; ROSELLÓ, S.; CEBOLLA-CORNEJO, J. Tomato as a source of carotenoids and polyphenols targeted to cancer prevention. **Cancers**, Houston, v. 8, n. 6, p. 58, 2016.

MATOS, E. S.; SHIRAHIGE, F. H.; DE MELO, P. C. T. Desempenho de híbridos de tomate de crescimento indeterminado em função de sistemas de condução de plantas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 2, p. 240-245, 2012.

MATSADIQ, G.; HU, H.; REN, H.; ZHOU, Y.; LIU, L.; CHEN, J. Quantification of multi-residue levels in peach juices, pulps and peels using dispersive liquid-liquid microextraction based on floating organic droplet coupled with gas chromatography-electron capture detection. **Journal of Chromatography B**, Lincoln, v. 879, n. 22, p. 2113-2118, 2011.

MELO, P. C. T.; MELO, A. M. T.; NASCIMENTO, W. M.; FREITAS, R. A. Produção de Tomate. In: NASCIMENTO, W. M. **Produção de sementes de hortaliças**. 1. ed. Brasília: Embrapa, 2014. v. 2, cap. 8, p.235-263.

MINAMI, K.; MELLO, S. C. **Taxonomia e relações filogenéticas**. 1. ed. Curitiba: SENAR, 2017. 122 p.

MULUGETA, T.; ABREHA, K.; TEKIE, H.; MULATU, B.; YESUF, M.; ANDREASSON, E.; LILJEROTH, E.; ALEXANDERSSON, E. Phosphite protects against potato and tomato late blight in tropical climates and has varying toxicity depending on the *Phytophthora infestans* isolate. **Crop Protection**, Kidlington, v. 121, n. 20, p. 139-146, 2019.

NERI, A. G.; DOS SANTOS ARCI, A.; FIRMIANO, S. A. C.; DE FREITAS, A. S.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M. Fertilizante orgânico comercial na redução do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* do tomateiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Betim, v. 16, n. 3, 2019.

NICK, C.; SILVA, D. J. H. Melhoramento de tomate. In: NICK, C., BORÉM, A. (ed.) **Melhoramento de Hortaliças**. 1. ed. Viçosa: UFV, Viçosa, 2016. v. 1, cap. 13, p.396-431.

PEREIRA, R. B.; DE CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B. **Recomendações para o manejo da septoriose em tomateiro**. Comunicado Técnico, Brasília, v. 1, n. 96, p. 1-4, 2013.

PEREIRA, R. B.; DE CARVALHO, A. D. F.; PINHEIRO, J. B. Requeima no tomate: Vilã temida. **Revista Cultivar Hortaliças e Frutas**, Pelotas, v. 11, n. 78, p. 20-22, 2013.

PIGNATI, W. A.; LIMA, F. A. N. D. S.; LARA, S. S. D.; CORREA, M. L. M.; BARBOSA, J. R.; LEÃO, L. H. D. C.; PIGNATTI, M. G. Distribuição espacial do uso de agrotóxicos no Brasil: uma ferramenta para a Vigilância em Saúde. **Ciência & Saúde Coletiva**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 10, p. 3281-3293, 2017.

PINHEIRO, D. T.; COSTA, L. C. D.; GAMA, G. F. V.; TEIXEIRA, M. F. F.; BARROS, Y. T. V. Aspectos tecnológicos e qualitativos da produção de sementes de tomate. **Revista Espaios**, Caracas, v. 38, n. 34, p. 10-24, 2017.

PITBLADO, R. E. **The development and implementation of TOMCAST - a weather-timed fungicide spray program for field tomatoes**. Ministry of Agriculture and Food, Ridgetown College of Agricultural Technology, Ridgetown, 1992. 22p.

QUEZADO-DUVAL, A. M.; INOUE-NAGATA, A. K.; REIS, A.; PINHEIRO, J. B.; LOPES, C. A.; ARAÚJO, E. R.; FONTENELLE, M. R.; COSTA, J. R.; GUIMARÃES, C. M. N.; ROSSATO, M.; BECKER, W. F.; COSTA, H.; FERREIRA, M. A. S. V.; DESTÉFANO, S. A. L. **Levantamento de doenças e mosca-branca em tomateiro em regiões produtoras no Brasil**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, Brasília, v. 1, n. 100, p. 1-36, 2013.

QUEZADO-DUVAL, A. M.; LOURENÇO JUNIOR, V. Os desafios da Olericultura. Manejo de doenças foliares do tomateiro. **Hortaliças em Revista**, Brasília, v. 1, n. 24, p. 12-13, 2018.

QUINET, M.; ANGOSTO, T.; YUSTE-LISBONA, F. J.; BLANCHARD-GROS, R.; BIGOT, S., MARTINEZ, J-P.; LUTTS, S. Tomato Fruit Development and Metabolism. **Frontiers in Plant Science**, Melbourne, v. 10, n. 1554, p. 1-46, 2019.

REIS FILHO, J. S.; MARIN, J. O. B; FERNANDES, P. M. Os agrotóxicos na produção de tomate de mesa na região de Goianópolis, Goiás. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 307-316, 2009.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do tomate caqui cultivado em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.13, n. 3, p. 289-296, 2009.

REIS, L. S.; SOUZA, J. L.; AZEVEDO, C. A. V.; LYRA, G. B.; JUNIOR, R. A. F.; LIMA, V. L. A. Componentes da radiação solar em cultivo de tomate sob condições de ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 16, n. 7, p. 739-744, 2012.

SALIM, M. M. R.; RASHID, M. H.; HOSSAIN, M. M.; ZAKARIA, M. Morphological characterization of tomato (*Solanum lycopersicum* L.) genotypes. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, Riyadh, v. 17, n. 4, p. 1-8, 2018.

SANOUBAR, R; BARBANTI, L. Fungal diseases on tomato plant under greenhouse condition. **European Journal Biological Reserch**, Poznań, v. 7, n. 4, p. 299-308, 2017.

SANTA CATHARINA, C. M.; BRETSCHEIDER, F. G. B.; PIVA, B., WEBER, C. I.; STADLER, F., ROMIO, A. P.; MACHADO-LUNKES, A. Edible coating containing carvacrol for postharvest microbiological conservation of tomato. **Brazilian Journal of Development**, São José dos Pinhais, v. 6, n. 1, p. 4786-4794, 2020.

SANTOS, J. M. S. M.; FIGUEIREDO, S. N.; RAMOS, V. C.; SANTANA, S. F.; CERQUEIRA, R. M. S.; DA SILVA, J. M.; OLIVEIRA JÚNIOR, L. G.; FREITAS, M. I. Qualidade pós-colheita de duas variedades de tomates. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Rio Largo, v. 3, n. 1, p. 6550, 2018.

SANTOS, J. R. M. **Desenvolvimento do sistema de previsão e aviso “PAST” para requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), pinta-preta (*Alternaria solani* (Ellis & Martin) L. r. Jones) e septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.) em tomateiro e sua avaliação no controle da pinta-preta**. 2000. 129 f. Tese (Doutorado em Fitopatologia). UNB, Brasília, DF, 2000.

SCAGLIA, B.; D'INCECCO, P.; SQUILLACE, P.; DELL'ORTO, M., DE NISI, P.; PELLEGRINO, L.; BOTTOC, A.; CAVICCHI, C.; ADANI, F. Development of a tomato pomace biorefinery based on a CO<sub>2</sub>-supercritical extraction process for the production of a high value lycopene product, bioenergy and digestate. **Journal of Cleaner Production**, Brno, v. 17, n. 2, p. 1-46, 2019.

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**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 292-298, 2010.

SILVA JUNIOR, G. J.; BEHLAU, F. Controle químico. In: AMORIM, L.; REZENDE, J. A. M.; BERGAMIM FILHO, A. **Manual de fitopatologia**. 5. Ed. Ouro fino: Agronômica Ceres, 2018. v. 1, cap.16, p. 239-260.

SILVA, L. M. F.; DE ARAÚJO, G. T.; DA SILVA, A. D. V.; JUNIOR, M. V.; DE CARVALHO, C. M. Levantamento dos agrotóxicos utilizados na horticultura no município de Ubajara-CE. **Revista brasileira de agricultura irrigada-RBAI**, Fortaleza, v. 5, n. 4, p. 280-285, 2011.

SQUARIZ, J. C. O.; RESENDE, J. T. V.; TOLOMEOTTI, K. R. B. Avaliação da microsporogênese em acessos de Mini Tomate. **Ambiência**, Guarapuava, v. 13, n. 2, p. 342-355, 2017.

TOMAZONI, E. Z.; RIBEIRO, R. T. S.; SCHWAMBACH, J. Potencial fungitóxico dos óleos essenciais de *schinus molle* l. e *schinus terebinthifolius raddi* contra fungos patogênicos do tomateiro. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Recife, v. 12, n. 2, p. 1-7, 2017.

UHER, A. The effect of the length of storage on the amount of lycopene in the fruits of tomato (*Lycopersicon esculentum* L.). **Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis**, Brno, v. 56, n. 2, p. 245-250, 2014.

WALLIN, J. R. Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States and Canada. **American Potato Journal**, Ames, v. 39, n. 4, p. 306–312, 1962.

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**, Brasília, v. 6, n. 2, p.180-185, 2008.

ZAMBOLIM, L.; JUNIOR, W. C. J. Sistema de alerta de doenças de plantas. In: ZAMBOLIM, L., JUNIOR, W. C. J., RODRIGUES, F.A. **O essencial da Fitopatologia: Epidemiologia de Doenças de Plantas**. Viçosa: UFV, 2014, cap. 11, p. 371-395.

ZAMBOLIM, L.; DUARTE, H. S. S.; ZAMBOLIM, E. M. Medidas integradas de controle das doenças fúngicas da batata. In: Zambolim, L. **Produção integrada da batata**. Viçosa: UFV, 2011. cap. 3, p. 411-438.

## CAPÍTULO 2

### **SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DA REQUEIMA EM TOMATEIRO PARA MESA<sup>1</sup>**

Mylla Crysthyan R Ávila<sup>2</sup>; Valdir Lourenço Junior<sup>3</sup>; Alice Maria Quezado-Duval<sup>3</sup>; Walter F Becker<sup>4</sup>; Monita F de Abreu Tarazi<sup>2</sup>; Lino Carlos Borges<sup>5</sup>; Abadia dos Reis Nascimento<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Capítulo elaborado conforme as normas do periódico científico (*Semina: Ciências Agrárias*).

<sup>2</sup> Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa Hortaliças. Brasília, DF. Brasil.

<sup>4</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Caçador, SC, Brasil.

<sup>5</sup> Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária. Goiânia, GO, Brasil.

### 3 SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DA REQUEIMA EM TOMATEIRO PARA MESA

#### Resumo

A requeima, causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*, é uma doença altamente severa para a cultura do tomateiro, capaz de dizimar lavouras inteiras em curto período de tempo, principalmente em regiões de condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento do patógeno. Apesar de ser uma doença muito estudada, o controle da requeima ainda é considerado difícil, sendo baseado normalmente na aplicação de fungicidas. Várias medidas têm sido estudadas visando tornar a cultura do tomateiro mais rentável ao produtor, além da otimização do uso de fungicidas para o controle da doença. Dentre essas medidas, destaca-se o emprego de sistemas de suporte à tomada de decisão para o manejo de requeima em tomateiro. Objetivou-se com o estudo avaliar níveis de severidade diários (VSD), para ajuste do sistema de suporte à decisão no manejo da requeima em tomateiro para mesa. Foram conduzidos dois experimentos de campo no município de Goianópolis - GO nos períodos de 05/2017 a 09/2017 e 05/2018 a 09/2018. O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de fungicidas conforme os VSD 6, 8 e 10, e no calendário fixo de aplicação semanal, comparados a uma testemunha sem aplicação. Os frutos foram contados, pesados e classificados. Os tratamentos baseados no sistema de suporte à tomada de decisão reduziram o número de pulverizações comparados ao calendário fixo de aplicação semanal. Não houve diferença estatística para as variáveis de produção. Não houve ocorrência da epidemia de requeima durante a condução dos experimentos. Não foi possível o ajuste de um VSD aplicável para o manejo de requeima adotando o sistema de suporte à tomada de decisão nestas condições experimentais.

**Palavras-chave:** *Phytophthora infestans*, *Solanum lycopersicum*, epidemiologia, condições climáticas.

29 **Decision-making support system for fungicide application in the management of late blight in**  
30 **tomato for table**

31

32

**Abstract**

33

34 Late blight, caused by the oomycete *Phytophthora infestans*, is a highly destructive disease in  
35 tomato culture, capable of decimating whole crops in a short period of time, especially in regions  
36 with favorable climatic conditions for the development of the pathogen. Despite being a widely  
37 studied disease, the control of late blight is still considered difficult, normally based on the  
38 application of fungicides. Several measures have been studied to make the tomato crop more  
39 profitable to the producer, in addition to optimizing the use of fungicides to control the disease.  
40 Among these measures, the use of decision support systems for tomato late blight management has  
41 been highlighted. The objective of this study was to evaluate daily severity values (DSV) for the  
42 adjustment of the decision support system in the late blight management on tomato. Two field  
43 experiments were conducted in Goianópolis - GO from 05/2017 to 09/2017 and 05/2018 to  
44 09/2018. The experimental design was a randomized complete block with five treatments and four  
45 replications. The treatments consisted of the application of fungicides according to DSV 6, 8 and  
46 10, and the weekly calendar schedule of fungicide application, compared to a control without  
47 fungicide treatment. The fruits were counted, weighted and classified. The treatments based on the  
48 decision support system reduced the number of sprays compared to the fixed weekly application  
49 schedule. There was no statistical difference for the production variables. There was no occurrence  
50 of the blight epidemic during the conduct of the experiments. It was not possible to adjust an  
51 applicable VSD for the management of late blight by adopting the decision support system under  
52 these experimental conditions.

53 **Key words:** *Phytophthora infestans*, *Solanum lycopersicum*, epidemiology, climate conditions.

54

55 3.1 INTRODUÇÃO

56 O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma hortaliça de grande importância  
57 econômica em escala mundial (Zhao et al., 2019). O Brasil encontra-se entre os dez maiores  
58 produtores de tomate com produção de mais de 4,11 milhões de toneladas em 2018 (FAOSTAT,  
59 2020). O estado de Goiás é o maior produtor de tomate do Brasil, incluindo a produção de tomate  
60 industrial e de mesa (IBGE, 2020). Especificamente para o tomate de mesa, em 2017 o estado de  
61 Goiás produziu 52.069 toneladas, em uma área plantada de 622 hectares (IMB, 2020).

62 Apesar do grande potencial produtivo do tomateiro, as várias doenças que acometem a  
63 cultura causam grande redução da produtividade e qualidade de frutos. A requeima, causada pelo  
64 oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, é uma das principais doenças do tomateiro,

65 altamente prejudicial ao cultivo, causando em situações de alta severidade perdas de produtividade  
66 e aumento de custo de produção decorrente das pulverizações frequentes de fungicidas para o  
67 controle da doença (Colturato & Chavier, 2019).

68 A requeima ocorre em praticamente todos os locais onde o tomate é cultivado, sendo  
69 mais severa em períodos frios e úmidos. O desenvolvimento da doença é influenciado pela alta  
70 umidade relativa do ar e temperaturas entre 16 e 22°C (Olanya et al., 2006). Segundo Sanoubar e  
71 Barbanti (2017), o progresso da doença é rápido em condições climáticas favoráveis, entretanto  
72 altas temperaturas e baixa umidade durante os períodos de produção do tomateiro dificulta o  
73 desenvolvimento da doença.

74 O controle da requeima pode ser bastante complexo, envolvendo diversos fatores,  
75 como clima, resistência e residual de fungicidas. O controle químico semanal com fungicidas ainda  
76 é a principal estratégia de manejo utilizada em sistemas convencionais de cultivo para o controle de  
77 requeima em tomateiro (Danies et al., 2013). As aplicações de fungicidas se tornam, em geral,  
78 excessivas por serem realizadas de forma empírica (Bosco et al., 2010). Muitos produtores apostam  
79 nessa forma de controle pela dificuldade em reconhecer as relações complexas entre fatores  
80 climáticos e a ameaça de surtos de epidemia da doença (Liu et al., 2018).

81 Esta complexidade cria uma oportunidade para sistemas de suporte à tomada de  
82 decisão de fornecer informações de base científica no controle da requeima em tomateiro (Small et  
83 al., 2015). Estes sistemas operam com base nas condições meteorológicas, fornecendo dados para o  
84 risco de ocorrência da doença, definindo assim o momento mais apropriado para aplicação de  
85 fungicidas (Colturato & Chavier, 2019). Podem ser classificados como ferramentas alternativas de  
86 controle que podem ser combinadas ao tratamento convencional, buscando racionalizar e reduzir a  
87 quantidade de fungicidas empregados no controle de requeima (Liljeroth et al., 2016).

88 O emprego de sistemas de suporte à tomada de decisão no manejo de doenças tem se  
89 destacado como alternativa para otimizar o uso de fungicidas, isto porque o manejo leva em  
90 consideração a biologia do patógeno e suas interações com as variáveis climáticas (Duarte et al.,  
91 2007). Dentre os principais resultados obtidos com aplicação de sistemas de suporte no manejo de  
92 doenças destacam-se a redução do número de pulverizações, possibilidade de maior lucro ao  
93 produtor, o decréscimo do risco de ocorrência de epidemias e a redução da poluição ambiental  
94 (Bergamim Filho & Amorim, 2018).

95 Estudos realizados por Becker et al. (2011) analisando a viabilidade de diferentes  
96 sistemas de suporte à tomada de decisão no manejo da requeima na produção integrada de tomate  
97 de mesa observaram que a adoção destes sistemas é uma valiosa ferramenta no manejo da requeima  
98 na região de Caçador, SC, reduzindo o número de pulverizações de fungicidas e os custos de  
99 controle da doença comparado às aplicações estabelecidas pelo calendário semanal de aplicações.

100 Embora vários sistemas de suporte à tomada de decisão no manejo de requeima já  
101 tenham sido avaliados em condições de campo no Brasil, mais experimentos científicos são  
102 necessários para atender as exigências requeridas para a validação destes sistemas para a doença  
103 regiões produtoras específicas. Diante deste fato, objetivou-se com este estudo avaliar valores de  
104 severidade da doença (VSD's) para o ajuste de um sistema de suporte à tomada de decisão para  
105 aplicação de fungicidas no manejo de requeima em tomateiro para mesa.

106

### 107 3.2 MATERIAIS E MÉTODOS

108 Os experimentos foram conduzidos em condição de campo durante as safras 2017/05  
109 (16 de maio a 21 de setembro de 2017) e 2018/05 (17 de maio a 21 de setembro de 2018) na  
110 estação experimental da empresa Biosolo Consultoria e Projetos LTDA no município de  
111 Goianápolis – GO, com altitude local de 1030 m, de latitude 16°29'54" S e longitude 48°58' 11,9"  
112 O. O clima regional é classificado como Mesotérmico Úmido (Cwa) no Sistema Internacional de  
113 Köppen, com precipitação anual de 1750 mm. A escolha da área de execução dos experimentos  
114 partiu do pressuposto da ocorrência natural da doença, devido ao histórico de infecções em cultivos  
115 antecedentes.

116 O solo no local dos ensaios foi caracterizado como de textura média franco arenosa  
117 com 54% de areia, 9% de silte e 37% de argila. A análise química de solo do experimento 2017  
118 apresentou pH em CaCl<sub>2</sub>: 5,8 e teores de Al<sup>3+</sup>, H+Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> de 0,0; 1,7; 3,8; 1,3; e 0,41  
119 cmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Para o P e MO, os teores foram de 56,0 mg dm<sup>-3</sup> e 15 g dm<sup>-3</sup>,  
120 respectivamente. Para o experimento de 2018, a análise química apresentou pH em CaCl<sub>2</sub>: 5,2 e  
121 teores de Al<sup>3+</sup>, H+Al<sup>3+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> de 0,0; 3,8; 4,5; 1,0; e 0,44 cmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente.  
122 Para o P e MO, as teores foram de 141,1 mg dm<sup>-3</sup> e 26,0 g dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

123 A recomendação de adubação de plantio de acordo com a análise de solo para os  
124 experimentos de 2017 e 2018 foram 100 e 62 kg ha<sup>-1</sup> de N, 250 e 200 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 100 e 150  
125 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, respectivamente. As adubações de cobertura foram iniciadas aos 14 dias após o  
126 transplante das mudas, sendo realizadas semanalmente via fertirrigação totalizando para N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>,  
127 K<sub>2</sub>O, Ca, Mg e B de 215; 200; 550; 165; 45 e 18 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para ambos os  
128 experimentos.

129 Utilizou-se as mudas do híbrido Predador (Topseed Premium), com características de  
130 crescimento indeterminado, ciclo médio de 115 dias, frutos do tipo caqui com peso médio de 230  
131 gramas. As mudas foram produzidas em viveiro comercial credenciado pela Agrodefesa até o  
132 ponto de transplante. As mudas foram transplantadas quando apresentavam de quatro a cinco pares  
133 de folhas definitivas, 35 dias após a semeadura. No experimento 2017 as plantas foram conduzidas  
134 sob palhada de gramíneas, resultante da dessecação da vegetação de ocorrência natural na área. No  
135 experimento 2018 a cobertura para o plantio foi estabelecida a partir de palhada de arroz.

136 O espaçamento utilizado foi de 0,5 m entre plantas e 1,20 m entre linhas, em fila  
 137 simples, com tutor vertical via fitilho para uma planta com duas hastes. Os tratos culturais como  
 138 controle de pragas, podas, desbrotas e capação foram realizados de acordo com o desenvolvimento  
 139 e necessidade da cultura. A irrigação para ambos os experimentos foram realizadas através de fitas  
 140 de gotejo, de acordo com a necessidade da cultura, estabelecida por sensores Irrigás básicos.

141 Dados de temperatura máxima, média e mínima, umidade relativa do ar e precipitação  
 142 foram coletados em intervalo de uma hora com o auxílio de uma estação meteorológica portátil  
 143 Davis Vantage Vue Pro 2, modelo 6250, instalada na área de cultivo. Os dados coletados pela  
 144 estação foram processados e utilizados para estabelecer o valor diário de severidade da doença  
 145 (VSD), conforme a metodologia adaptada de Wallin (1962). Os tratamentos baseados no sistema de  
 146 suporte à tomada de decisão foram programados conforme o acúmulo de VSD (Tabela 1).

147

148 **Tabela 1.**

149 Cálculo dos valores de severidade da doença (VSD), em função da umidade relativa e da  
 150 temperatura média do ar.

Temperatura média (°C)		Tempo (horas) com umidade > 85% (UR > 85%)				
I	7,2 - 11,6°C	≤ 15	16 – 18	19 – 21	22 - 24	
II	11,7 - 15,0°C	≤ 12	13 – 15	16 – 18	19 - 21	> 22
III	15,1 - 26,6°C	≤ 9	10 a 12	13 – 15	16 - 18	> 19
Valores de severidade		0	1	2	3	4

151 Tabela adaptada de Wallin (1962). Valores de severidade da doença variando de zero (condições de ambiente  
 152 desfavorável ao desenvolvimento) a quatro (condições de maior favorabilidade).

153

154 O VSD é atribuído arbitrariamente à relação específica entre a duração de tempo com  
 155 umidade relativa do ar superior a 85% e da temperatura média, variando de 0 a 4 conforme menor  
 156 ou maior favorabilidade à doença, respectivamente. A contagem dos VSD's diários foi iniciada aos  
 157 sete dias após o transplantio das mudas, sendo acumulados até atingirem a faixa previamente fixada  
 158 para cada tratamento. A contagem do VSD foi reiniciada no momento da pulverização ou quando  
 159 não atingido o valor de severidade estabelecido para cada tratamento em um intervalo de dez dias  
 160 (Wallin, 1962).

161 O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados (DBC),  
 162 com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta por dez plantas dispostas em  
 163 fileira simples, sendo uma planta de cada extremidade da fileira, descartada como bordadura,  
 164 resultando em oito plantas úteis por parcela. Entre os canteiros dos tratamentos foram cultivadas  
 165 linhas simples do mesmo híbrido, com a finalidade de bordadura. Avaliou-se os seguintes  
 166 tratamentos: 1. Calendário fixo com pulverização alternada de fungicidas sistêmicos e protetores a  
 167 cada sete dias; 2. VSD 6: valor acumulado de severidade 6; 3. VSD 8: valor acumulado de

168 severidade 8; 4. VSD 10: valor acumulado de severidade 10 e 5. Testemunha absoluta, sem  
169 nenhum tipo de pulverização.

170 Os fungicidas empregados de forma alternada para as aplicações nos tratamentos  
171 baseados no sistema e calendário fixo para o experimento de 2017 foram: mancozeb + metalaxil-M  
172 (1,15 kg i.a ha<sup>-1</sup>); famoxadone + mancozebe (600 g i. a ha<sup>-1</sup>); cymoxanil + famoxadone (126 g i. a  
173 ha<sup>-1</sup>); dimetomorfe + clorotalonil (900 g i. a ha<sup>-1</sup>), cloridrato de propamocarbe + fluopicolide (812  
174 g i. a ha<sup>-1</sup>) e metiram + piraclostrobina (1,1 kg i. a ha<sup>-1</sup>). Para o experimento 2018 o fungicida  
175 famoxadone + mancozebe foi substituído por mandipropamida (125 g i. a ha<sup>-1</sup>). Para as  
176 pulverizações dos fungicidas de ação sistêmica foram associadas aplicações de mancozebe (2,25 kg  
177 i. a ha<sup>-1</sup>) e o clorotalonil (792 g i. a ha<sup>-1</sup>), ambos protetores. As pulverizações foram realizadas com  
178 o auxílio de um pulverizador costal a bateria Jacto PJB de 20 litros de capacidade, equipado com  
179 bico de pulverização do tipo cone vazio, com volume de calda de 600 L/ha<sup>-1</sup>.

180 Para coleta de dados de produção, a colheita foi realizada semanalmente, a partir do  
181 início do amadurecimento dos frutos. Os frutos foram contados, pesados e classificados quanto ao  
182 tipo (tipo 1: 50 a 60 mm de diâmetro transversal) e (tipo 2: de 40 a 50 mm de diâmetro transversal).  
183 Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância utilizando o software SAS (SAS  
184 Institute, Cary, NC, versão 9.1).

185

### 186 3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

187 Para ambos os experimentos não houve diferença estatística significativa para as  
188 variáveis de produção e componentes de produção de frutos de tomate entre os tratamentos e a  
189 testemunha (Tabela 2). Não houve ocorrência de requeima em ambos os experimentos realizados.  
190 Esse fato impossibilitou à avaliação dos tratamentos baseados no sistema de suporte à tomada de  
191 decisão, comparados à testemunha sem aplicação e ao calendário fixo de aplicação semanal e seus  
192 efeitos na produção do tomateiro.

193 No experimento de 2017, os valores médios de umidade relativa, temperatura diária e  
194 precipitação total durante o ciclo de cultivo foram de 63,4%, 19,9 °C e 46,9 mm, respectivamente  
195 (Figura 1A). O período com umidade relativa do ar acima de 85% foi em média de 12,1 horas com  
196 temperatura média de 16,5 °C. Apesar da condição favorável, o número reduzido de horas com  
197 umidade >85% e a classe da temperatura média do período resultaram no baixo acúmulo de valores  
198 de severidade. A temperatura média diária variou de 14,1 a 25,8 °C durante o ciclo, apresentando  
199 médias superiores a 20 °C após os 72 dias após transplântio. Os maiores índices de precipitação  
200 ocorreram até os 20 dias após o transplântio das mudas, mantendo níveis mais altos de umidade  
201 relativa durante este período.

202 Apesar das condições pouco favoráveis a ocorrência da doença no experimento de  
203 2017, o acúmulo de valores de severidade da doença resultou em pulverizações em dois dos três

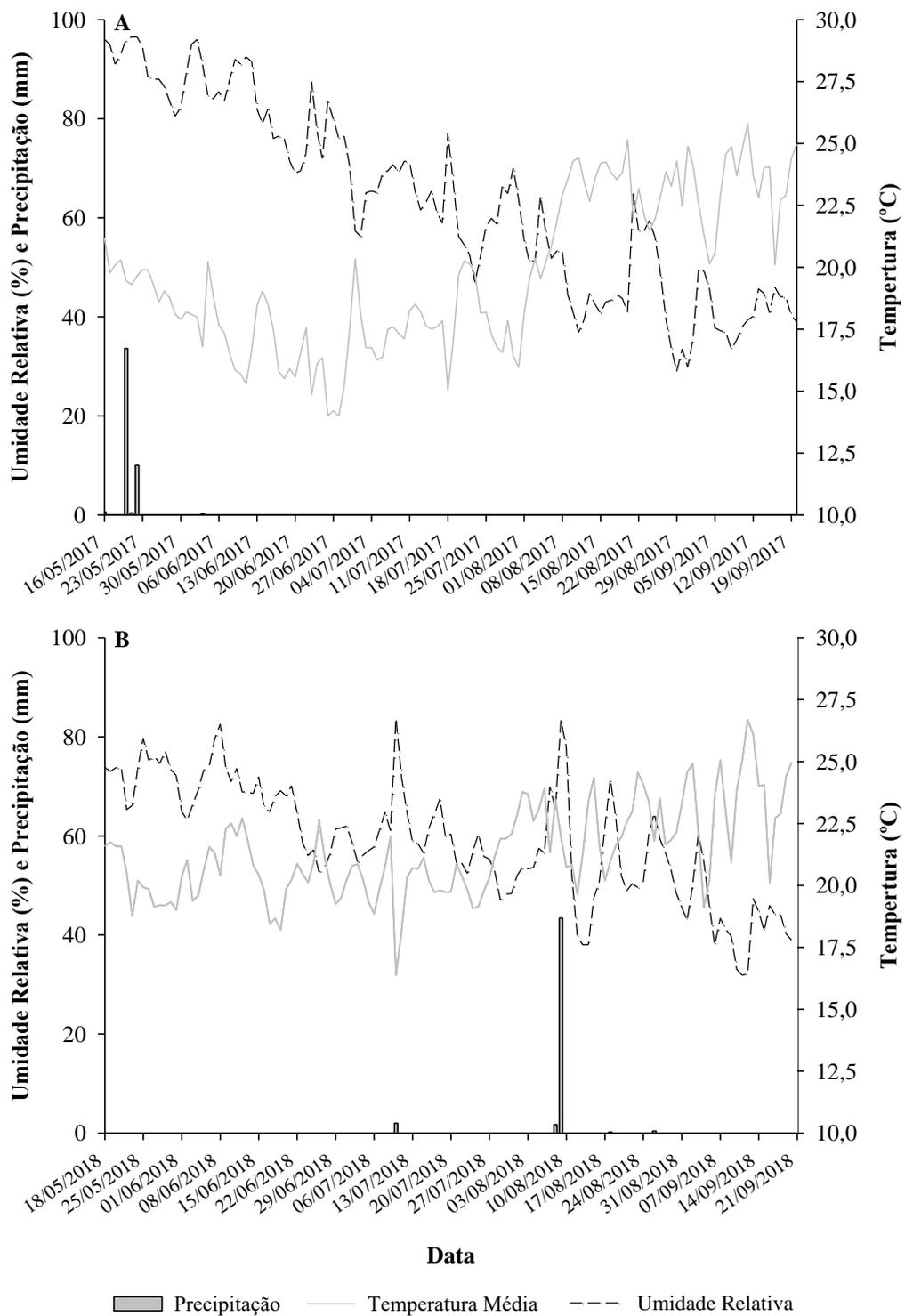
204 tratamentos estabelecidos pelo sistema de suporte à tomada de decisão (Tabela 3). Foram realizadas  
205 duas aplicações para o tratamento VSD 6 e uma aplicação para o tratamento VSD 8, reduzindo  
206 aproximadamente 87 e 93%, respectivamente, o número de pulverizações comparado ao calendário  
207 fixo. Para o tratamento VSD 10, os valores acumulados não alcançaram o valor estabelecido para o  
208 tratamento, resultando em nenhuma aplicação para este tratamento.

209           No experimento 2018 os valores médios de umidade relativa, temperatura diária e  
210 precipitação total durante o ciclo de cultivo foram de 59,3%, 22,0 °C e 44,4 mm, respectivamente  
211 (Figura 1B). A variação quanto à temperatura média diária foi de 18,1 a 26,0 °C durante o ciclo. O  
212 período com umidade relativa do ar acima de 85% foi de 11,6 horas com temperatura média de  
213 17,1 °C. Neste experimento, as chuvas se concentraram no início do período de frutificação. A  
214 classe da temperatura média e o número reduzido de horas com umidade >85% garantiu baixo  
215 acúmulo de valores de severidade no experimento 2018, reduzindo aproximadamente 93% o  
216 número de pulverizações, comparado ao calendário fixo, com apenas uma alerta emitido no  
217 tratamento VDS 6 (Tabela 3). Nos demais tratamentos baseados no sistema não foi realizada  
218 nenhuma aplicação, resultado do não acúmulo de valores de severidade durante o ciclo para  
219 emissão de alerta de pulverizações, o que proporcionou uma redução de 100% no número de  
220 pulverizações.

221           As altas temperaturas e baixa umidade relativa do ar ao longo dos experimentos  
222 podem ter impedido o desenvolvimento do patógeno, limitando assim o desenvolvimento da  
223 epidemia da doença. Segundo Sanoubar e Barbanti (2017), *Phytophthora infestans* é um patógeno  
224 favorecido por noites frias e dias com temperaturas mais amenas, ambos os períodos sob influência  
225 de alta umidade relativa do ar. Em condições favoráveis, a dispersão e germinação de esporos  
226 ocorrem imediatamente e o desenvolvimento da doença é rápido. Normalmente temperaturas  
227 quentes e baixa umidade relativa do ar vigentes durante os períodos de produção de tomate  
228 dificultam a ocorrência da doença.

229           Estudos realizados por Batista et al. (2006) para validação de sistemas de suporte à  
230 tomada de decisão no manejo de requeima em batata em condições brasileiras observou-se que a  
231 eficiência desses sistemas pode variar de acordo com as condições meteorológicas, já que em seu  
232 primeiro experimento também não houve ocorrência da doença, mesmo assim foram recomendadas  
233 de quatro a oito pulverizações pelo sistema, tornando as aplicações desnecessárias.

234           Em estudos realizados por Becker et al. (2011) foram avaliadas duas formas de  
235 cultivo, para manejo de requeima em tomate de mesa, uma baseada na produção integrada com  
236 adoção de sistemas de alerta e outra baseada na produção convencional com pulverizações  
237 efetuadas pelo calendário semanal, nos dois ciclos de cultivo, houve um decréscimo na aplicação  
238 de fungicidas, não somente no número de aplicação (23%-28%) como na quantidade de ingrediente  
239 ativo (34,5-60,9%) nos tratamentos baseados em sistemas de alerta.



240  
241  
242  
243

**Figura 1.** Precipitação, temperatura média do ar e umidade relativa monitorados diariamente por uma estação meteorológica durante a condução dos experimentos 2017 (A) e 2018 (B).

244  
245  
246  
247

**Tabela 2.**

Análises de variância do efeito dos tratamentos VSD 6, 8, 10, calendário fixo e testemunha em experimentos conduzidos nos períodos de maio a setembro de 2017 e 2018 no peso dos frutos (PF), número de frutos totais (NFT), número de frutos do tipo 1 (NFT1) e número de frutos do tipo (NFT2).

Experimento	Fonte de variação	GL	PF			NFT			NFT1			NFT2		
			QM	F	P>F	QM	F	P>F	QM	F	P>F	QM	F	P>F
2017	Tratamentos	4	75,16	1,07	0,4113 <sup>ns</sup>	692,17	1,2	0,3597 <sup>ns</sup>	764,42	0,99	0,452 <sup>ns</sup>	486,92	0,63	0,648 <sup>ns</sup>
2018	Tratamentos	4	30,19	1,06	0,4174 <sup>ns</sup>	299,07	0,53	0,7166 <sup>ns</sup>	223,00	0,3	0,8732 <sup>ns</sup>	306,57	0,19	0,9397 <sup>ns</sup>

248  
249  
250  
251  
252  
253  
254  
255  
256

**Tabela 3.**

Número de pulverizações (NP), peso dos frutos (PF) e número de frutos totais (NFT) na testemunha e nos tratamentos VSD 6, 8, 10 e calendário fixo em experimentos conduzidos nos períodos de maio a setembro de 2017 e 2018.

Tratamento	Experimento 2017			Experimento 2018		
	NP	PF (Kg/planta)	NFT (Frutos/planta)	NP	PF (Kg/planta)	NFT (Frutos/planta)
Calendário Fixo	15	4,67	36	15	4,44	31
VSD 6	2	5,24	37	1	3,83	31
VSD 8	1	4,20	36	0	3,63	30
VSD 10	0	3,86	33	0	3,64	30
Testemunha	0	4,16	35	0	4,11	29
CV%	-	23,58	8,42	-	16,95	9,90

257 Comparados ao calendário fixo de pulverizações, todos os tratamentos baseados no  
258 sistema de suporte à tomada de decisão reduziram o número de pulverizações. O calendário fixo de  
259 aplicações empregado neste trabalho foi bastante moderado, com apenas uma aplicação semanal,  
260 totalizando 15 aplicações durante o ciclo para ambos os experimentos (Tabela 3). Normalmente em  
261 condições favoráveis à ocorrência da doença são realizadas de duas a três pulverizações por  
262 semana, o que onera os custos de produção e aumenta os riscos de contaminação ao meio ambiente.

263 Becker (2010) buscando validar os sistemas de alerta McHardy e Colpam 40, este com  
264 VS igual a 8 e 10 comparando-os ao sistema convencional de cultivo no manejo de requeima em  
265 tomateiro na região de Caçador, SC, observou que não houve diferença na produtividade entre os  
266 tratamentos no segundo ciclo. Contudo, houve redução do número de pulverizações de 39,2 % para  
267 o sistema de McHardy. Para o sistema de Colpam 40 a redução foi de 42,8% e 60,7% no VS de 8 e  
268 10, respectivamente.

269 Segundo Trentin et al. (2009), dependendo das condições meteorológicas do período  
270 de cultivo é possível reduzir o número de pulverizações no controle da requeima, sem riscos de  
271 perda de produção, proporcionando um incremento nos lucros do produtor, pela redução dos custos  
272 através da redução do número de aplicações de fungicidas, além de contribuir significativamente  
273 para a diminuição dos riscos à saúde humana e ao ambiente.

274 Indo de encontro ao que muitos produtores adotam no controle de requeima,  
275 proporcionando elevados números de pulverizações, mesmo em condições não favoráveis a  
276 ocorrência da doença, os resultados obtidos neste trabalho reforça a funcionalidade do sistema de  
277 suporte à tomada de decisão no manejo de requeima, não emitindo alerta quando a condição  
278 climática não favorável à ocorrência da epidemia, evitando aplicações de fungicidas  
279 desnecessárias, reduzindo os custos de produção, o residual nos frutos, além de reduzir os riscos de  
280 contaminação ambiental e alimentar.

281

### 282 3.4 CONCLUSÕES

283 O sistema de suporte à tomada de decisão é eficiente na redução do número de  
284 pulverizações de fungicidas comparado ao calendário fixo de aplicações semanais. Nas condições  
285 de execução destes experimentos não foi possível ajustar o VSD aplicável para o manejo de  
286 requeima adotando o sistema de suporte à tomada de decisão. Novos estudos se fazem necessários  
287 em condições favoráveis à ocorrência da epidemia, para se estabelecer VSD's aplicáveis no sistema  
288 para o manejo de aplicações de fungicidas no controle de requeima em tomateiro em regiões  
289 produtoras de Goiás.

## AGRADECIMENTOS

290

291

292

293

294

295

296

297 3.5 REFERÊNCIAS

298

299

300

301

302

303

304

305

306

307

308

309

310

311

312

313

314

315

316

317

318

319

320

321

322

323

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo financiamento do projeto de pesquisa aprovado pelo Programa Primeiros Projetos (PPP) (Processo: 201610267001008). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

Batista, DC, Lima, MA, Haddad, F, Maffia, LA & Mizubuti, ESG. (2006). Validation of decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian conditions. *Crop Protection* 25 (7), 664-670. doi:10.1016/j.cropro.2005.09.009

Becker, WF. (2010). Validação dos sistemas de alerta Machardy e Colpam 40® para previsão da requeima do tomateiro em Caçador, SC. *Summa Phytopathologica*, 36 (3), 210-215. doi: 10.1590/S0100-54052010000300004

Becker, WF, Mueller, S, Santos, JP, Wamser, AF, Suzuki, A & Marcuzzo, LL. (2011). Viability of a prediction system for tomato late blight in the integrated production of tomato in Caçador, Brazil. *Horticultura Brasileira* 29 (4), 520-525. doi: 10.1590/S0102-05362011000400013

Bergamim Filho, A. e Amorim, L. (2018). Sistemas de previsão e avisos. Em *Manual de fitopatologia* (pp. 239-260). Ouro fino, MG: Agronômica Ceres.

Bosco, LC, Heldwein, AB, Blume, E, Trentin, G, Grimm, EL, Lucas, DDP & Radons, SZ. (2010). Sistemas de previsão de requeima em cultivos de batata em Santa Maria, RS. *Bragantia* 69 (3), 649-660. doi:10.1590/S0006-87052010000300017

Colturato, AB e Chavier, LFC. (2019). Decision support system for late blight in tomato and potato. *Acta Horticulturae* 1233, 19–26. doi: 10.17660 / actahortic.2019.1233.4

Danies, G, Small, IM, Myers, K, Childers, R & Fry, WE. (2013). Phenotypic characterization of recent clonal lineages of *Phytophthora infestans* in the United States. *Plant Disease* 97(7), 873–881. doi:10.1094/pdis-07-12-0682-re

324 Duarte, HDSS, Zambolim, L, Junior, J. (2007). Manejo da requeima do tomateiro industrial  
325 empregando sistema de previsão. *Summa Phytopathologica*, 33 (4), 328-334. doi:  
326 10.1590/S0100-54052007000400002  
327

328 FAO/STAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, (2017). *Database Results*  
329 *Crop statistics*. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em janeiro  
330 19, 2020.  
331

332 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). SIDRA. *Produção Agrícola*  
333 *Municipal*. Tabela 5457. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acessado em  
334 janeiro 19, 2020.  
335

336 IMB – Instituto Mauro Borges. (2019). *Estatísticas municipais*. Disponível em:  
337 [http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91&Itemid=219](http://www.imb.go.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=219)  
338 . Acessado em janeiro 19, 2020.  
339

340 Liljeroth, E, Lankinen, Å, Wiik, L, Burra, DD, Alexandersson, E & Andreasson, E. (2016).  
341 Potassium phosphite combined with reduced doses of fungicides provides efficient protection  
342 against potato late blight in large-scale field trials. *Crop Protection* 86 (16), 42-55.  
343 doi:10.1016/j.cropro.2016.04.003  
344

345 Liu, Y, Langemeier, M, Small, I, Joseph, L, Fry, W, Ristaino, J, Preckel, P. (2018). A Risk  
346 Analysis of Precision Agriculture Technology to Manage Tomato Late Blight. *Sustainability*  
347 10 (9), 3108. doi: 10.3390 / su10093108  
348

349 Olanya, OM, Starr, GC, Honeycutt, CW, Griffin, TS & Lambert, DH. (2007). Microclimate and  
350 potential for late blight development in irrigated potato. *Crop Protection* 26 (9), 1412–1421.  
351 doi:10.1016/j.cropro.2006.12.002  
352

353 Sanoubar, R e Barbanti, L. (2017). Fungal diseases on tomato plant under greenhouse condition.  
354 *European Journal Biological Reserch* 7 (4), 299-308. doi: 10.5281/zenodo.1011161  
355

356 Small, IM, Joseph, L, Fry, WE. (2015). Evaluation of the BlightPro Decision support system for  
357 management of potato late blight using computer simulation and field validation.  
358 *Phytopathology* 105 (12), 1545–1554. doi:10.1094/PHYTO-05-15-0117-R

- 359 Trentin, G, Heldwein, AB, Streck, L, Maass, GF, Radons, SZ & Trentin, R. (2009). Controle da  
360 requeima em batata cv. ‘Asterix’ como base para modelos de previsão da doença. *Ciência*  
361 *Rural* 39 (2), 393-399. doi:10.1590/S0103-84782009000200012  
362
- 363 Wallin, JR. (1962). Summary of recent progress in predicting late blight epidemics in United States  
364 and Canada. *American Potato Journal* 39 (8), 306–312. doi:10.1007/BF02862155  
365
- 366 Zhao, C, Sun, K, Chen, S, Liang, C, Meng, J, Tang, Y & Song, S. (2019). Characterization the  
367 complete chloroplast genome of the tomato (*Solanum lycopersicum* L.) from China.  
368 *Mitochondrial DNA Part B*, 4 (1), 1374–1376. doi:10.1080/23802359.2019.1598300

## CAPÍTULO 3

### **SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DA SEPTORIOSE EM TOMATEIRO PARA MESA<sup>1</sup>**

Mylla Crysthyan R Ávila<sup>2</sup>; Valdir Lourenço Junior<sup>3</sup>; Alice Maria Quezado-Duval<sup>3</sup>; Walter F Becker<sup>4</sup>; Monita F de Abreu Tarazi<sup>2</sup>; Lino Carlos Borges<sup>5</sup>; Abadia dos Reis Nascimento<sup>2</sup>

---

<sup>1</sup> Capítulo elaborado conforme as normas do periódico científico (*Crop Protection*).

<sup>2</sup> Escola de Agronomia, Universidade Federal de Goiás. Goiânia, GO, Brasil.

<sup>3</sup> Embrapa Hortaliças. Brasília, DF. Brasil.

<sup>4</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina. Caçador, SC, Brasil.

<sup>5</sup> Agência Goiana de Assistência Técnica, Extensão Rural e Pesquisa Agropecuária. Goiânia, GO, Brasil.

# 4 SISTEMA DE SUPORTE À TOMADA DE DECISÃO PARA A APLICAÇÃO DE FUNGICIDAS NO MANEJO DA SEPTORIOSE EM TOMATEIRO PARA MESA

## RESUMO

A septoriose, causada pelo fungo *Septoria lycopersici*, é uma das principais doenças em tomateiro. Como o uso de fungicidas químicos é o principal método de controle da doença, o uso de um sistema de suporte à tomada de decisão é importante para o emprego racional de fungicidas. Dessa forma, o objetivo deste estudo foi avaliar níveis de severidade diários (VSD) para o ajuste do sistema de suporte à tomada de decisão para o manejo da septoriose em tomateiro para mesa. Foram conduzidos três experimentos a campo na Universidade Federal de Goiás, Goiânia, nos períodos de 10/2017 a 02/2018, 10/2018 a 02/2019 e 11/2018 a 03/2019 utilizando-se o híbrido Totalle. O delineamento experimental foi o de blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram da aplicação de fungicidas conforme os VSD 15, 20 e 25, e no calendário fixo de aplicação semanal com fungicidas. A testemunha foi composta por plantas sem tratamento com fungicidas. Os valores da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), a produção e os componentes de produção (diâmetro, massa e número total) foram calculados. Os maiores valores de AACPD foram detectados na testemunha. Os menores valores de AACPD foram observados nos tratamentos VSD 15 e calendário fixo. No terceiro experimento houve diferença na taxa de progresso entre os

22 tratamentos com calendário fixo e VSD 15. No segundo experimento a testemunha  
23 produziu menor quantidade de frutos comparada aos demais tratamentos. A maior  
24 quantidade de frutos de tipo 1 foi estimada no tratamento VSD 15. O tratamento VSD 15  
25 apresentou o maior número de pulverizações de fungicidas.

26

27 Palavras-chave: *Septoria lycopersici*, *Solanum lycopersicum*, controle químico,  
28 epidemiologia de doenças de plantas.

29

30 **Decision-making support system for fungicide application in the**  
31 **management of *Septoria* leaf spot on tomato for table**

32

33 **ABSTRACT**

34 The *Septoria* leaf spot, a disease caused by the fungus *Septoria lycopersici*, is one of the  
35 main tomato diseases. The use of fungicides is the main method of disease control, the use  
36 of a decision support system is important for the rational use of fungicides. Thus, the  
37 objective of this study was to evaluate daily severity levels (DSV) for adjusting the  
38 decision support system for the management of *Septoria* leaf spot on tomato plants. Three  
39 field experiments were conducted in the Federal University of Goiás, Goiânia, from  
40 10/2017 to 02/2018, 10/2018 to 02/2019 and 11/2018 to 03/2019 using the hybrid 'Totalle'.  
41 The experimental design was a randomized complete block with five treatments and four  
42 replications. The treatments consisted of the application of fungicides according to VSD  
43 15, 20 and 25, and the weekly schedule calendar of fungicides application. The control  
44 consisted of plants without fungicide treatment. The values of the area under the disease  
45 progress curve (AUDPC), the disease rate progress and the yield components (diameter,

46 mass and total and commercial number of fruits) were calculated. The highest AUDPC  
47 values were detected in the control. Lower AUDPC values were observed in DSV 15 and  
48 fixed calendar treatments. In the third experiment, there was a difference in the disease rate  
49 progress between treatments with fixed calendar and DSV 15. In the second experiment the  
50 control produced less fruit compared to the other treatments. The largest amount of type 1  
51 fruits was estimated in the DSV treatment 15. The DSV 15 treatment presented the highest  
52 number of fungicide sprays.

53

54 Keywords: *Septoria lycopersici*, *Solanum lycopersicum*, chemical control, epidemiology of  
55 plant diseases

56

#### 57 4.1 INTRODUÇÃO

58 O tomateiro (*Solanum lycopersicum* L.) é uma das hortaliças economicamente  
59 mais importante, amplamente cultivado e consumido no mundo (Yuqing et al., 2018). Em  
60 2018, o Brasil produziu cerca de 4,11 milhões de toneladas de tomate, distribuídos em uma  
61 área plantada de aproximadamente 57 mil hectares (FAOTAST, 2020).

62 Atualmente a tomaticultura brasileira está presente em todas as regiões do país,  
63 sendo as regiões Centro-Oeste e Sudeste os principais produtores, concentrando 75% da  
64 produção nacional. Sem distinção de tomate de mesa e tomate industrial, o estado de Goiás  
65 é o maior produtor de tomate do Brasil (IBGE, 2020). Especificamente para o tomate de  
66 mesa, em 2017 o estado de Goiás produziu 52.069 toneladas, em uma área plantada de 622  
67 hectares (IMB, 2020).

68 Apesar disso, a produção de tomate é limitada principalmente pela ocorrência  
69 de doenças. A septoriose, causada pelo fungo *Septoria lycopersici* Speg., é uma das  
70 doenças foliares mais importantes na cultura do tomateiro. A doença é favorecida por

71 temperaturas entre 20 e 25 °C, umidade relativa alta e longos períodos de molhamento  
72 foliar devido à irrigação por aspersão, chuva e orvalho (Sanoubar & Barbanti, 2017).

73 Os fungicidas são os principais produtos fitossanitários utilizados pelos  
74 produtores de tomate em sistemas convencionais de cultivo para o controle de doenças. No  
75 entanto, sistemas de alerta e suporte à tomada de decisão têm sido desenvolvidos para  
76 fornecer informações de base científica para auxiliar usuários a determinar o momento  
77 adequado para a aplicação de fungicidas no controle de doenças (Small et al., 2015).  
78 Segundo Batista et al., 2006 sistemas de suporte à tomada de decisões são ferramentas  
79 capazes de reduzir a quantidade de pulverizações de fungicidas, tornando-se importantes  
80 no controle de doenças de plantas.

81 Os sistemas de suporte à tomada de decisão são amplamente utilizados e  
82 conhecidos na agricultura (Mir & Quadri, 2009). Estes se baseiam no monitoramento das  
83 condições climáticas locais, de forma que, se tais condições tornarem-se favoráveis ao  
84 desenvolvimento da doença, o usuário verificará a necessidade de aplicação dos  
85 defensivos, caso contrário, ele não necessitará fazer uso de fungicidas (Zambolim et al.,  
86 2011). O resultado esperado de um eficiente sistema de alerta e suporte à tomada de  
87 decisão é que este capacite produtores a decidir o melhor momento para realizar o controle  
88 da doença, reduzindo os riscos de epidemias severas, evitando pulverizações  
89 desnecessárias, reduzindo os custos e minimizando os riscos de poluição ambiental  
90 (Colturato & Chavier, 2019).

91 A justificativa normalmente fornecida para o desenvolvimento ou  
92 implementação de um sistema de suporte à tomada de decisão é a redução do uso de  
93 fungicidas. Esta justificativa parece desalinhada com a forma como as decisões de gestão  
94 são feitas por muitos agricultores atualmente, que usam fungicidas para maximizar o  
95 retorno do investimento e como um seguro contra falhas no controle da doença (Gent et al.,

96 2013). Sistemas de suporte à tomada de decisão surgem como uma ferramenta de auxílio a  
97 produtores na realização de pulverizações para controle de doenças (Wallhead & Zhu,  
98 2017).

99           Ainda são poucos os estudos científicos voltados para a avaliação de sistemas  
100 de suporte à tomada de decisão para manejo de septoriose em tomateiro para mesa. Um  
101 exemplo é o sistema de alerta fitossanitário para septoriose da Epagri/CIRAM, em uso  
102 atualmente em Santa Catarina. Becker (2019a) observou que o emprego do sistema de  
103 alerta, comparado ao esquema de pulverização semanal reduziu de 12,5 a 70% o número  
104 de pulverizações adotando o índice de valor de severidade da doença (VSD) 20 para  
105 septoriose em tomateiro tutorado.

106           A experimentação faz-se ainda necessária para que sistemas de suporte à  
107 tomada de decisão para manejo de doenças sejam avaliados em diferentes regiões. É  
108 importante ressaltar que os sistemas de tomada de decisão precisam ser validados  
109 estabelecendo novos VSD's de acordo com as condições de incidência locais da doença.  
110 Diante do contexto apresentado, o objetivo deste estudo foi avaliar níveis de VSD's para o  
111 ajuste de um sistema de suporte à tomada de decisão no manejo de septoriose em tomateiro  
112 para mesa, nas condições de cultivo do estado de Goiás.

113

#### 114 4.2 MATERIAL E MÉTODOS

115           Para a avaliação do sistema de suporte à tomada de decisão no manejo de  
116 septoriose em tomateiro foram realizados três experimentos a campo no Setor de  
117 Horticultura da Escola de Agronomia na Universidade Federal de Goiás, em Goiânia,  
118 Goiás, Brasil. A altitude local é de 730 m, com latitude 16°35'48.56"S e longitude  
119 49°16'53.50"W. A área de instalação dos experimentos possui condições ambientais  
120 favoráveis para a ocorrência natural da doença.

121 Os experimentos foram conduzidos nos períodos de 10/2017 a 02/2018,  
122 10/2018 a 02/2019 e 11/2018 a 03/2019. O solo no local dos experimentos foi  
123 caracterizado por textura média franco argilosa com 39% de areia, 11% de silte e 50% de  
124 argila. A análise química do solo apresentou pH em CaCl<sub>2</sub>: 5,9 e doses de Al<sup>3+</sup>, H+Al<sup>3+</sup>,  
125 Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e K<sup>+</sup> de 0, 1,7, 3,4, 1,1 e 0,13 cmol dm<sup>-3</sup>, respectivamente. Para o P e MO, as  
126 doses foram de 100,0 mg dm<sup>-3</sup> e 19 g dm<sup>-3</sup>, respectivamente.

127 Para os três experimentos foram realizadas correções do solo com calcário  
128 dolomítico Filler<sup>®</sup>, PRNT 100% (Pirecal, Goianésia, Brasil) elevando a saturação de bases  
129 a 80%. A adubação de plantio foi realizada a lanço por canteiro com 100 kg ha<sup>-1</sup> de  
130 nitrogênio, 300 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 80 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O. As adubações de cobertura foram  
131 iniciadas aos 30 dias após o transplântio das mudas, sendo realizada semanalmente a  
132 aplicação de 30 gramas do formulado Hortimax Cobertura<sup>®</sup> (13:3:25 +micro) (Adubos  
133 Araguaia, Anápolis, Brasil) por cova, manualmente.

134 Para condução do primeiro experimento foram utilizadas mudas do híbrido  
135 Totalle<sup>®</sup> (Nunhems, Campinas, Brasil), tomate tipo saladete, ciclo médio de 120 dias, peso  
136 médio do fruto de 200 gramas. Para o segundo e terceiro experimentos as mudas do híbrido  
137 Totalle foram enxertadas sobre o híbrido Green Power<sup>®</sup> (Takii Seeds, Barueri, Brasil),  
138 porta enxerto com alta resistência à murcha bacteriana causada por *Ralstonia*  
139 *solanacearum*. Para o primeiro experimento as mudas foram transplantadas aos 35 dias  
140 após a semeadura, para o segundo e terceiro as mudas foram transplantadas aos 50 dias,  
141 após estabelecimento do enxerto.

142 As plantas foram conduzidas sob *mulching* em fileiras duplas cruzadas no  
143 canteiro com espaçamento de 0,7 x 0,8 m (planta e linha) e 1,5 entre linhas duplas. Entre  
144 os canteiros de tomateiro foram dispostas bordaduras de linhas duplas de milho em torno  
145 dos blocos experimentais, para atuar como quebra ventos e evitar deriva de produtos nas

146 aplicações. A condução dos tomateiros foi realizada em haste dupla, com tutoramento  
147 vertical em fitilho plástico com proteção UV. Os tratos culturais como podas, desbrota e  
148 capação foram realizados de acordo com o desenvolvimento e necessidade da cultura. A  
149 irrigação de todos os experimentos foi realizada através de fitas de gotejo, de acordo com a  
150 necessidade da cultura.

151 Realizou-se a pulverização de inseticidas como Tiametoxam e Lambda-  
152 Cialotrina (141 g/L;106 g/L); Chlorantraniliprole (200 g/L); Clorfenapir (240 g/L);  
153 Espinetoram (250 g/kg); Triflumuron (480 g/L); Fenpropathrin (300 g/L); Metomil (215  
154 g/L) e Abamectina (36 g/L) intercalando-se os produtos e conforme a necessidade da  
155 cultura, em termos de nível de dano econômico. Foram realizadas duas aplicações  
156 semanais, iniciadas aos 10 dias após o transplante até o término da colheita. Para o  
157 controle de plantas invasoras foram realizadas capinas manuais em toda a área  
158 experimental.

159 O delineamento experimental adotado foi o de blocos completos casualizados  
160 (DBC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Cada parcela foi composta por doze  
161 plantas dispostas em fileira dupla, sendo uma planta de cada extremidade da fileira,  
162 descartada como bordadura, resultando em oito plantas úteis por parcela. Avaliou-se os  
163 seguintes tratamentos: 1. Calendário fixo com aplicação alternada de fungicidas sistêmicos  
164 e protetores a cada sete dias; 2. VSD 15: valor acumulado de severidade 15; 3. VSD 20:  
165 valor acumulado de severidade 20; 4. VSD 25: valor acumulado de severidade 25 e 5.  
166 Testemunha absoluta sem nenhum tipo de aplicação. As pulverizações foram realizadas  
167 com o auxílio de um pulverizador costal a bateria Jacto PJB (Pompéia – SP, Brasil) de 20  
168 litros de capacidade, equipado com bico de pulverização do tipo cone vazio, com volume  
169 de calda de 600 l/ha<sup>-1</sup>.

170 Os fungicidas empregados de forma alternada para as aplicações nos  
171 tratamentos baseados no sistema e calendário fixo para o primeiro experimento foram:  
172 Metiram + Piraclostrobina (1,1 kg i. a ha<sup>-1</sup>); Difenconazol (75 g i. a ha<sup>-1</sup>); Azoxistrobina  
173 (40 g i. a ha<sup>-1</sup>); Metconazole (43,2 g i. a ha<sup>-1</sup>); Propineb (2,1 kg i. a ha<sup>-1</sup>). Para o segundo  
174 experimento os fungicidas Metconazole e Propineb foram substituídos por Piraclostrobina;  
175 Fluxapirroxade (99,1 g i. a ha<sup>-1</sup>) e Tebuconazole (200 g i. a ha<sup>-1</sup>). No segundo e terceiro  
176 experimentos as aplicações de fungicidas sistêmicos passaram a ser intercaladas com  
177 Propineb (2,1 kg i. a ha<sup>-1</sup>) e Mancozeb (2,25 kg i. a ha<sup>-1</sup>), ambos fungicidas protetores.

178 Monitorou-se a temperatura, umidade relativa do ar e precipitação com uma  
179 estação meteorológica Davis Vantage (Pro 2, Davis, Hayward, USA). Para o  
180 monitoramento do molhamento foliar, utilizou-se dois sensores LWS-L (Decagon,  
181 Pullman, USA) de dimensões 12,0 x 5,8 x 0,8 cm próximo ao terço inferior e superior das  
182 plantas. Os dados de temperatura média do ar e molhamento foliar foram utilizados para  
183 calcular o VSD conforme a metodologia adaptada de Madden et al. (1978).

184 No sistema de suporte à tomada de decisão, os tratamentos foram programados  
185 conforme o acúmulo de VSD (Tabela 1). O VSD é atribuído arbitrariamente à relação  
186 específica entre a duração do período de molhamento foliar e a temperatura média,  
187 variando de zero a quatro conforme menor ou maior favorabilidade à doença,  
188 respectivamente. Assim, após o transplântio das mudas de tomate iniciou-se a contagem  
189 dos VSD's diários, sendo acumulados até atingirem a faixa previamente fixada para cada  
190 tratamento. Após a pulverização, a contagem do VSD era reiniciada. Não sendo atingido o  
191 valor de severidade estabelecido para cada tratamento no intervalo de dez dias, a contagem  
192 era reiniciada.

193 Avaliou-se a severidade da doença em todas as plantas da parcela útil  
194 semanalmente, a partir do surgimento dos primeiros sintomas da doença nas folhas. A

195 severidade foi estimada em dois folíolos nos terços superior, médio e inferior das plantas  
 196 com o uso de uma escala diagramática adaptada de mancha-de-estenfílio (Boff et al., 1991)  
 197 (Anexo A).

198

Temperatura média (°C)	Molhamento foliar (horas)				
13.0 – 17.5	0 a 6	7 a 15	16 a 20	21+	
17.6 – 20.5	0 a 3	4 a 8	9 a 15	16 a 22	23+
20.6 – 25.5	0 a 2	3 a 5	6 a 12	13 a 20	21+
25.6 – 29.5	0 a 3	4 a 8	9 a 15	16 a 22	23+
Valores de severidade	0	1	2	3	4

Tabela adaptada de Madden et al. (1978). Valores de severidade da doença variando de zero (condições de ambiente desfavorável ao desenvolvimento) a quatro (condições de maior favorabilidade).

199  
 200  
 201  
 202

**Tabela 1**

Cálculo dos valores de severidade da doença (VSD), em função do período de molhamento foliar e da temperatura média do ar.

203  
 204  
 205  
 206  
 207  
 208  
 209

A avaliação estendeu-se ao longo do ciclo da cultura até o encerramento da colheita. Os valores médios de severidade de cada tratamento foram utilizados para calcular a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). O modelo das curvas de progresso e os valores da taxa de progresso da doença (*r*) foram analisados (Campbell e Madden, 1990). Após a frutificação e amadurecimento dos frutos, a colheita foi realizada semanalmente. Os frutos foram contados, pesados e classificados quanto ao tipo (tipo 1: 50 a 60 mm de diâmetro transversal).

210  
 211  
 212

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Fisher (LSD) a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o software SAS (SAS Institute, Cary, NC, versão 9.1).

### 213 4.3 RESULTADOS

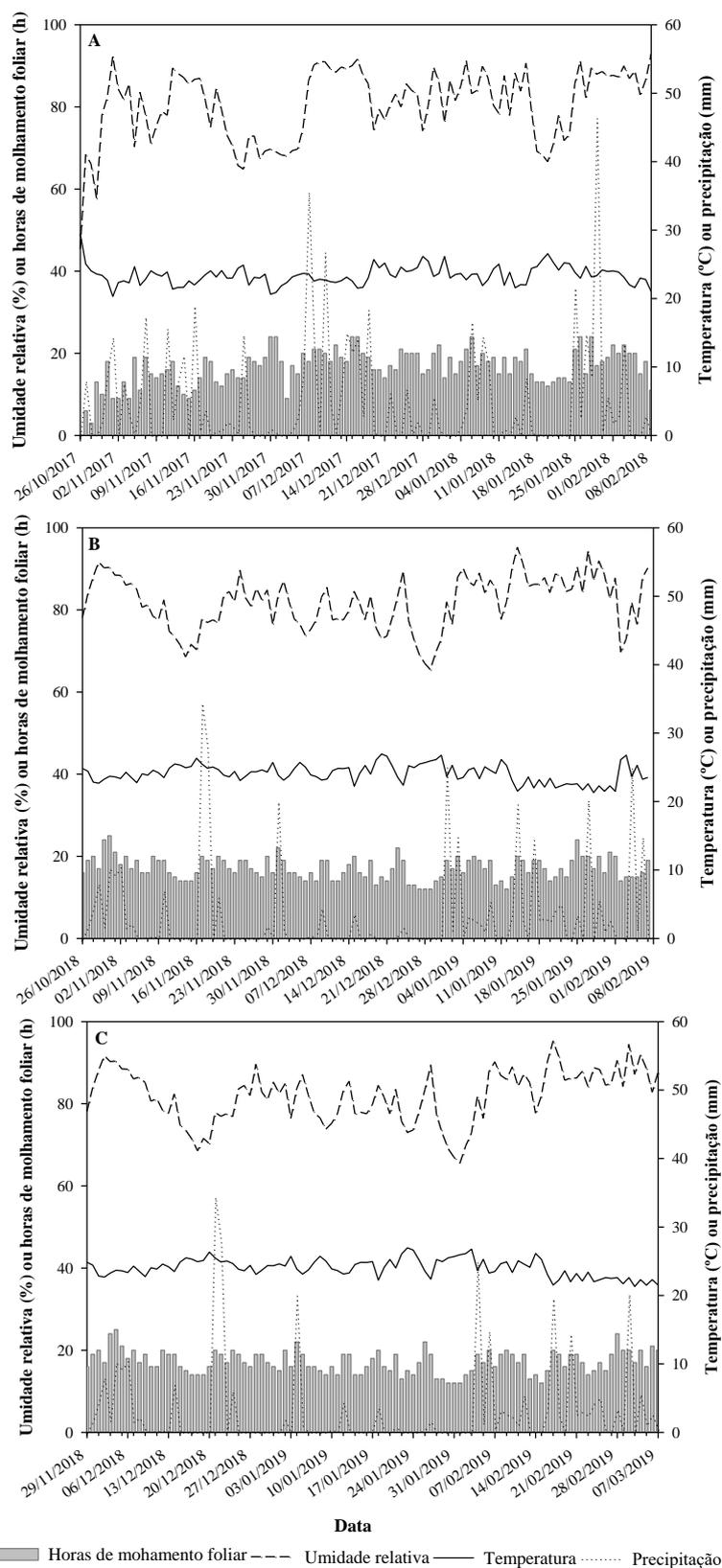
214 As condições ambientais foram favoráveis à ocorrência da septoriose em todos  
215 os experimentos (Figura 1). O modelo de Gompertz foi o mais adequado para a descrição  
216 dos dados de progresso da septoriose em tomateiro, obtendo-se a partir deste os valores da  
217 taxa de progresso.

218 No primeiro experimento, os valores médios do período de molhamento foliar,  
219 umidade relativa, temperatura diária e precipitação total durante o ciclo de cultivo foram de  
220 16,5 horas, 81%, 23,4 °C e 522,1, respectivamente (Figura 1A). O aparecimento dos  
221 primeiros sintomas ocorreu 16 dias após o plantio (DAP) atingindo a severidade máxima  
222 de 32% e 28% na testemunha e no tratamento VSD 25 aos 107 DAP, respectivamente  
223 (Figura 2A). Os menores valores de severidade foram estimados nos tratamentos VSD 15,  
224 20 e calendário fixo (Figura 2A). Os maiores valores de AACPD e taxa de progresso foram  
225 detectados na testemunha (Tabela 3). Menores valores de AACPD e taxa de progresso  
226 foram observados nos tratamentos VSD 15, 20 e calendário fixo (Tabela 3). Contudo, não  
227 houve diferenças nos componentes de produção de frutos de tomate entre os tratamentos e  
228 a testemunha (Tabela 2). Houve maior número de pulverizações com fungicidas no  
229 tratamento VSD 15 (Tabela 3).

230 As condições ambientais foram similares no segundo experimento (Figura 1B).  
231 Os valores médios do período de molhamento foliar, umidade relativa, temperatura diária e  
232 precipitação total durante o ciclo de cultivo foram de 15,3 horas, 82%, 24,2 °C e 455,6 mm  
233 (Figura 1 B). Os primeiros sintomas iniciaram aos 23 DAP com a severidade máxima de  
234 25,33% estimada aos 100 DAP na testemunha (Figura 2B). A severidade da doença foi  
235 menor nos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo (Figura 2B). Os valores de  
236 AACPD e taxa de progresso foram maiores na testemunha que foi distinto dos outros  
237 tratamentos (Tabela 3). Os menores valores de AACPD foram calculados nos tratamentos

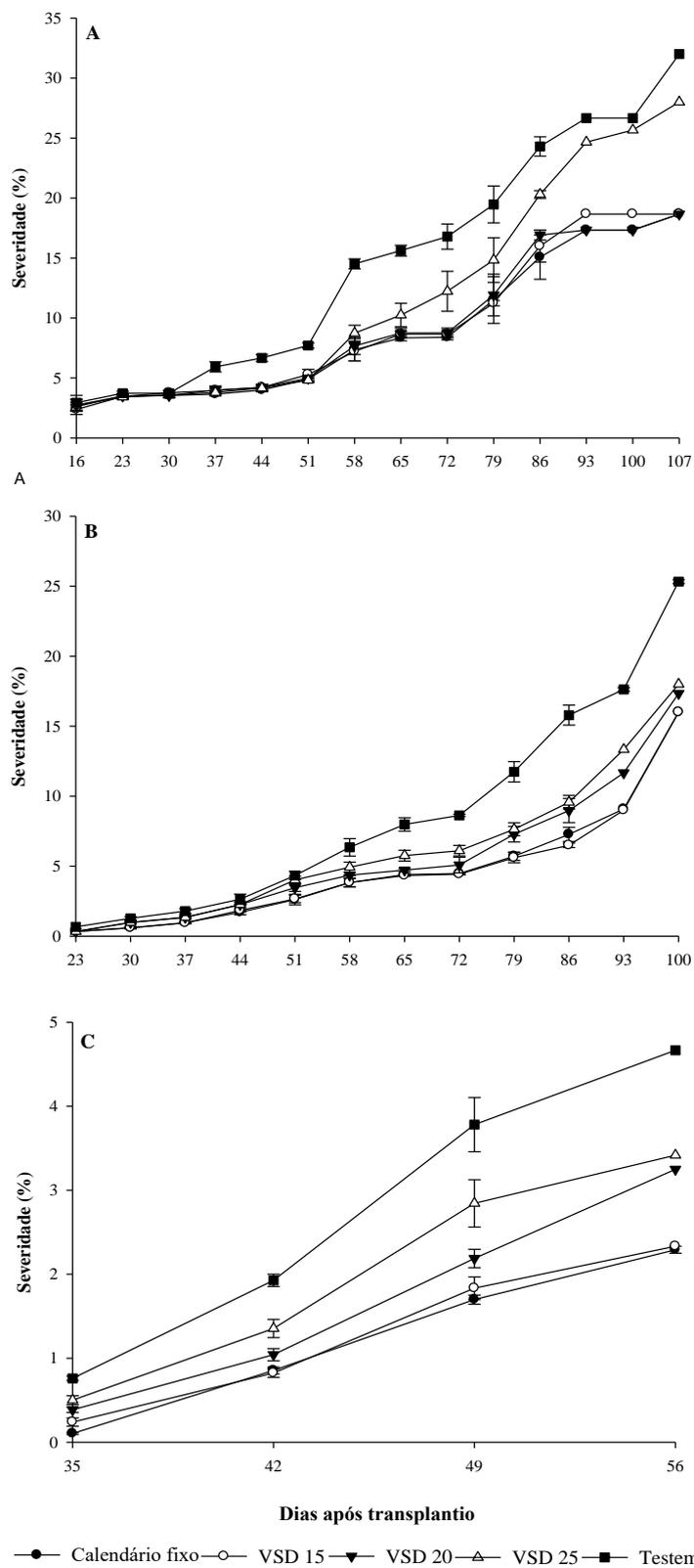
238 VSD 15 e calendário fixo (Tabela 3). Os valores da taxa de progresso foram similares entre  
239 os tratamentos. Houve diferença significativa entre os tratamentos e a testemunha para a  
240 produção e classificação de frutos do tipo 1 (Tabela 2). A testemunha produziu menor  
241 quantidade de frutos comparada aos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo. A maior  
242 quantidade de frutos de tipo 1 foi estimada no tratamento VSD 15 com o maior número de  
243 pulverizações de fungicidas (Tabela 3).

244           No terceiro experimento, os valores médios do período de molhamento foliar,  
245 umidade relativa, temperatura diária e precipitação total durante o ciclo de cultivo foram de  
246 14,2 horas, 80%, 24,0 °C e 306,6 mm, respectivamente (Figura 1 C). Os primeiros  
247 sintomas da doença foram observados aos 35 DAP. Como houve alta incidência de mancha  
248 bacteriana, causada por *Xanthomonas* sp., foi necessário finalizar as avaliações de  
249 severidade aos 56 DAP com o valor máximo de 4,67% atingido pela testemunha (Figura  
250 2C). Houve menor severidade da doença nos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo  
251 (Figura 2C). O maior valor de AACPD foi calculado na testemunha que foi distinto dos  
252 outros tratamentos (Tabela 3). Menores valores de AACPD foram detectados nos  
253 tratamentos VSD 15 e calendário fixo (Tabela 3). Contudo, houve diferença apenas na taxa  
254 de progresso entre os tratamentos com calendário fixo e VSD 15. Não houve diferenças  
255 entre os tratamentos e a testemunha na produção de frutos de tomate (Tabela 2). O maior  
256 número de pulverizações de fungicidas foi detectado no tratamento VSD 15 (Tabela 3).



257

258 **Figura 1.** Molhamento foliar, umidade relativa, temperatura média do ar e precipitação  
 259 monitorados diariamente por uma estação meteorológica durante a condução dos  
 260 experimentos 1(A), 2 (B) e 3 (C).



261  
262  
263  
264  
265

**Figura 2.** Curvas de progresso de severidade da septoriose em tomateiro na testemunha e nos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo nos experimentos 1(A), 2 (B) e 3 (C). Cada barra representa o erro padrão da média para os tratamentos.

Experimento	Fonte de variação	GL	AACPD			PF			NFT1		
			QM	F	P>F	QM	F	P>F	QM	F	P>F
1	Tratamentos	4	184826,3	104,54	<0,0001	1,97	0,39	0,8108	80,70	0,55	0,7029
2	Tratamentos	4	60614,05	282,52	<0,0001	17,48	4,58	0,0178	1412,17	4,81	0,0151
3	Tratamentos	4	732,12	84,88	<0,0001	0,80	0,21	0,9280	193,07	2,22	0,1278

266

**Tabela 2**

267 Análises de variância do efeito dos tratamentos VSD 15, 20, 25, calendário fixo e testemunha em experimentos conduzidos nos períodos de  
 268 outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (experimento 1), outubro de 2018 a fevereiro de 2019 (experimento 2) e novembro de 2018 a março de  
 269 2019 (experimento 3) na área baixo da curva de progresso da doença (AACPD), peso dos frutos (PF) e número de frutos do tipo 1 (NFT1).  
 270  
 271

272

Tratamento	Experimento 1			Experimento 2					Experimento 3		
	NP	AACPD	<i>r</i>	NP	AACPD	<i>r</i>	PF (kg/planta)	NFT1 (Frutos/planta)	NP	AACPD	<i>r</i>
Calendário fixo	15	808,75 c <sup>1</sup>	0,0093	14	349,00 d	0,0131	5,18 a	12 b	14	26,25 d	0,0279
VSD 15	16	842,25 c	0,0098	17	325,25 d	0,0125	5,05 a	15 a	16	27,50 d	0,0220
VSD 20	12	837,25 c	0,0093	13	394,50 c	0,0119	4,83 ab	10 b	13	35,25 c	0,0238
VSD 25	10	939,25 b	0,0107	11	455,50 b	0,0119	4,63 ab	10 b	9	43,00 b	0,0225
Testemunha	0	1324,75 a	0,0131	0	638,00 a	0,0158	4,57 b	9 b	0	59,25 a	0,0225
CV (%)	-	4,42	-	-	3,37	-	5,03	19,05	-	7,67	-

<sup>1</sup>Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem estatisticamente a 5% de probabilidade pelo teste de Fisher.

**Tabela 3**

273 Número de pulverizações (NP), área baixo da curva de progresso da doença (AACPD), taxa de progresso (*r*), peso dos frutos (PF) e número  
 274 de frutos do tipo 1 (NFT1) na testemunha e nos tratamentos VSD 15, 20, 25 e calendário fixo em experimentos conduzidos nos períodos de  
 275 outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (experimento 1), outubro de 2018 a fevereiro de 2019 (experimento 2) e novembro de 2018 a março de  
 276 2019 (experimento 3).  
 277

#### 278 4.4 DISCUSSÃO

279 O sistema de alerta e suporte à tomada de decisão se mostrou eficiente na  
280 redução da severidade de septoriose em tomateiro, mantendo os níveis da doença inferiores  
281 à testemunha, sem reduzir a produtividade e a qualidade dos frutos. Lacy (1994) realizou  
282 estudos voltados para o controle da septoriose do aipo (*Apium graveolens*), adotando o  
283 modelo de alerta a partir de 12 horas de molhamento foliar, que quando comparado ao  
284 esquema semanal de pulverizações reduziu em duas aplicações, sem causar qualquer perda  
285 na eficiência de controle da doença.

286 Para critérios de avaliações, a testemunha foi mantida sem nenhum tipo de  
287 pulverização, o que elevou o nível de severidade deste tratamento. Para os dois  
288 experimentos não houve evidência de efeito sobre a produção e componentes de produção  
289 entre os tratamentos, mesmo quando a severidade na testemunha atingiu 32%. Resultados  
290 semelhantes foram obtidos por Becker (2019a) na avaliação de sistemas para septoriose e  
291 pinta preta no tomateiro tutorado, em que apesar da ocorrência de níveis de severidade da  
292 doença, não apresentaram diferenças significativas para produtividade entre os  
293 tratamentos.

294 Em estudos realizados por Batista et al. (2006) para validação de sistemas de  
295 suporte à tomada de decisão para manejo de pinta-preta em tomateiro observou-se  
296 melhores produtividades no tratamento calendário fixo de pulverização comparado à  
297 testemunha sem nenhuma pulverização. Entretanto não houve diferença significativa entre  
298 os tratamentos baseados em sistemas de alerta e o sistema de calendário fixo.

299 Os resultados obtidos nesse trabalho são coerentes com os relatos existentes na  
300 literatura, em relação às condições climáticas que favorecem a ocorrência de septoriose.  
301 Segundo Sanoubar & Barbanti (2017), as temperaturas ótimas para ocorrência de  
302 epidemias da doença estão entre 20 a 25°C. Estudos realizados por Kurt & Tok (2006)

303 avaliando a influência da concentração de inóculo, idade de folha, temperatura, e duração  
304 do molhamento foliar no número de lesões de septoriose em salsa, mostraram que a  
305 duração do período de molhamento foliar aumenta significativamente a severidade da  
306 doença, em temperaturas entre 20 e 23°C.

307           A prova da influência do molhamento foliar é o sistema de Pitblado (Pitblado,  
308 1992) usado para prever septoriose em tomateiro, o qual adota apenas a temperatura média  
309 e o número de horas de molhamento foliar no cálculo de VSD's. Segundo Becker et al.,  
310 (2016) um molhamento foliar de 16 horas aumenta significativamente a severidade da  
311 doença em tomateiro.

312           Sob as condições climáticas favoráveis, o tratamento VSD 15 estabelecido pelo  
313 sistema de alerta apresentou maior número de pulverizações quando comparado aos  
314 demais tratamentos, incluindo o calendário fixo de aplicação semanal. O tratamento VSD  
315 20 apresentou menor número de pulverizações comparado ao calendário fixo e o VSD 15  
316 em todos os experimentos, mas o comportamento em relação à AACPD foi inferior a estes  
317 tratamentos no segundo e terceiro experimentos. Sendo assim, em uma situação de menor  
318 favorabilidade a ocorrência da doença o VSD 20 pode se tornar uma opção como previsor  
319 no sistema, levando-se em consideração a redução no número de pulverizações.

320           A redução do número de pulverizações com o uso do sistema de alerta pode  
321 não ser uma regra geral. A prova disso é relatada em estudos de sistemas de suporte à  
322 tomada de decisão no manejo de requeima para batata e tomate, quando submetido à  
323 situações de clima desfavorável a doença, os sistemas de alerta à tomada de decisão  
324 recomendam uma menor quantidade de aplicações de fungicidas, sem perda de eficiência  
325 no controle, comparada ao calendário de pulverização semanal. Já em situações de clima  
326 muito favorável à doença, o sistema recomenda um maior número de aplicações de  
327 fungicidas, mas com uma melhor eficiência de controle da doença (Small et al., 2015).

328 Becker (2019a) avaliando sistemas de previsão para septoriose em tomateiro na  
329 região de Caçador, SC, analisando os VSD 10, VSD 15 e VSD 20 comparados à aplicação  
330 semanal, observou uma redução no número de pulverizações para os tratamentos  
331 estabelecidos pelo sistema em dois dos três experimentos realizados. Apenas no terceiro  
332 experimento realizado em 2014, o tratamento VSD 10 apresentou duas pulverizações a  
333 mais comparado a aplicação semanal.

334 Resultados semelhantes foram constatados por Becker (2019b) na avaliação de  
335 sistemas de alerta para pinta preta na produção do tomateiro. Analisando valores de  
336 severidade de 10,15, 20, 25 e 30 observou-se redução no número de pulverizações  
337 baseados no sistema em apenas um dos três experimentos realizados, comparados à  
338 aplicação semanal. Já para os experimentos conduzidos em 2010 e 2011 o calendário  
339 semanal de pulverizações apresentou um número maior de aplicações comparado aos  
340 tratamentos baseado no sistema de alerta.

341 Neste trabalho, o tratamento adotado como calendário fixo de pulverizações  
342 semanais apresentou menos pulverizações se comparado à realidade do manejo adotado  
343 por produtores no cultivo de tomate convencional. O tomate no plantio estaqueado exige  
344 grandes investimentos fitossanitários, chegando a se fazer, normalmente, em condições  
345 climáticas favoráveis pulverizações a cada três dias, desde a emergência das plantas até a  
346 colheita (Reis Filho et al., 2009). O uso adequado de sistemas de suporte à tomada de  
347 decisão pode resultar no melhor controle de doenças apesar da redução do número de  
348 pulverizações, em comparação com as práticas de pulverização padrão adotadas por muitos  
349 produtores (Shtienberg, 2013).

350 A possibilidade de retratar melhor a realidade das aplicações do calendário fixo  
351 reforça a necessidade de novos estudos voltados ao sistema de suporte à tomada de decisão  
352 no manejo da septoriose em tomateiro. O aumento no número de aplicações estabelecidas

353 no calendário fixo pode garantir a redução de aplicações baseados no sistema de alerta, em  
354 condições favoráveis ou não à ocorrência da doença, sem reduzir a eficiência no controle.

355 Estudos realizados em trigo buscaram associar condições climáticas como  
356 temperatura do ar, umidade relativa e precipitação para determinar modelos que  
357 dimensionem o período de eficiência de fungicidas. Essa ferramenta se mostra confiável  
358 para ser integrada em sistemas de suporte à tomada de decisão, pois acrescenta  
359 informações importantes sobre o provável período de vigência do fungicida sendo  
360 importante para determinar o momento ideal para novas aplicações (Greiner et al., 2019).

361 Novas pesquisas se tornam indispensáveis para a concretização destes sistemas  
362 no controle de doenças do tomateiro. Assim como sistemas de suporte à tomada de decisão  
363 os modelos para avaliar o possível período de vigência de fungicidas baseados em  
364 condições climáticas devem ser validados para diferentes culturas e doenças em cada  
365 região específica de cultivo, sendo assim estabelecidos, podem integrar-se como uma  
366 ferramenta aos sistemas de suporte à tomada de decisão no controle de doenças.

367 Em conclusão, nas condições presentes neste estudo o VSD 15 apresentou  
368 melhor potencial para ser aplicável como previsor de alerta para o sistema de suporte à  
369 tomada de decisão em condições de alta favorabilidade à ocorrência de septoriose. Para  
370 utilização destes sistemas em diferentes localidades, os valores de severidade (VSD)  
371 devem ser ajustados para cada condição climática local. Esse fato amplia as possibilidades  
372 para a adoção de sistemas de suporte à tomada de decisão em diferentes áreas produtoras  
373 de tomate de mesa no estado de Goiás.

## AGRADECIMENTOS

374

375

376 À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG), pelo  
377 financiamento do projeto de pesquisa aprovado pelo Programa Primeiros Projetos (PPP)  
378 (Processo: 201610267001008). Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e  
379 Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudos.

380

## 381 4.5 REFERÊNCIAS

382

383 Batista, D.C., Lima, M.A., Haddad, F., Maffia, L.A., Mizubuti, E.S.G., 2006. Validation of  
384 decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian  
385 conditions. *Crop Protection* 25, 664–670. [https:// doi:10.1016/j.cropro.2005.09.009](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.09.009)

386

387 Becker, W.F., Wamser, A.F., Feltrim, A.L., Suzuki, A., Santos, J.P., Valmorbida, J., Hahn,  
388 L., Marcuzzo, L.L, Mueller, S., 2016. Sistema de produção integrada para o tomate  
389 tutorado em Santa Catarina. Florianópolis, SC: Epagri, 149p.

390

391 Becker, W.F., 2019a. Avaliação de sistemas de previsão para a septoriose do tomateiro  
392 tutorado em Caçador, SC, Brasil. *Revista Agropecuária Catarinense* 32, 62-  
393 67. [https://doi: 10.22491/RAC.2019.v32n3.8](https://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n3.8)

394

395 Becker, W.F., 2019b. Validação de um sistema de previsão para a pinta preta na produção  
396 integrada do tomateiro. *Agropecuária Catarinense* 32, 62-67. [http://doi:](http://doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n2.9)

397

10.22491/RAC.2019.v32n2.9

398 Boff, P., Zambolim, L., Ribeiro do Vale, F.X., 1991. Escalas para avaliação de severidade  
399 da mancha de estenfílio (*Stemphylium solani*) e da pinta preta (*Alternaria solani*) em  
400 tomateiro. Fitopatologia Brasileira 16, 280–283.

401

402 Campbell, C.L., Madden, L.V., 1990. Introduction to plant disease epidemiology. New  
403 York: John Wiley & Sons, 532p.

404

405 Colturato, A.B., Chavier, L.F.C., 2019. Decision support system for late blight in tomato  
406 and potato. Acta Horticulturae 1233, 19–26. [http://doi:](http://doi:10.17660/actahortic.2019.1233.4)  
407 [10.17660/actahortic.2019.1233.4](http://doi:10.17660/actahortic.2019.1233.4)

408

409 FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Database  
410 Results. Crop statistics. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>  
411 Acessado em: 19 de janeiro de 2020.

412

413 Gent, D.H., Mahaffee, W.F., McRoberts, N., Pfender, W.F., 2013. The Use and Role of  
414 Predictive Systems in Disease Management. Annual Review of Phytopathology 51,  
415 267–289. [http://doi: 10.1146/annurev-phyto-082712-102356](http://doi:10.1146/annurev-phyto-082712-102356)

416

417 Greiner, S.D., Racca, P., Jung, J., Von Tiedemann, A., 2019. Determining and modelling  
418 the effective period of fungicides against septoria leaf blotch in winter wheat. Crop  
419 Protection 117, 45–51. <https://doi:10.1016/j.cropro.2018.11.004>

420 IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística., 2017. SIDRA. Produção Agrícola  
421 Municipal. Tabela 5457. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>  
422 Acessado em: 19 de janeiro de 2020.  
423

424 IMB – Instituto Mauro Borges. Estatísticas municipais., 2019. Disponível  
425 em:[http://www.imb.gov.br/index.php?option=com\\_content&view=article&id=91&](http://www.imb.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=219)  
426 [Itemid=219](http://www.imb.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=91&Itemid=219). Acessado em: 19 de janeiro de 2020.  
427

428 Kurt, S., Tok, F.M., 2006. Influence of inoculum concentration, leaf age, temperature, and  
429 duration of leaf wetness on Septoria blight of parsley. *Crop Protection* 25, 556–  
430 561. [https:// doi:10.1016/j.cropro.2005.08.012](https://doi.org/10.1016/j.cropro.2005.08.012)  
431

432 Lacy, M.L., 1994. Influence of wetness periods on infection of celery by *Septoria apiicola*  
433 and use in timing sprays for control. *Plant disease* 75, 975-979. [http://doi: 10.1094 /](http://doi.org/10.1094/PD-78-0975)  
434 [PD-78-0975](http://doi.org/10.1094/PD-78-0975)  
435

436 Madden, L., Pennypacker, S., MacNab, A., 1978. FAST, a forecast system for *Alternaria*  
437 *solani* on tomato. *Phytopathology* 68, 1354. [http://doi: 10.1094/phyto-68-1354](http://doi.org/10.1094/phyto-68-1354).  
438

439 Mir, S.A., Quadri, S.M.K., 2009. Decision Support Systems: Concepts, Progress and Issues  
440 – A Review. *Climate Change, Intercropping, Pest Control and Beneficial*  
441 *Microorganisms*, 373–399. [http://doi: 10.1007/978-90-481-2716-0\\_13](http://doi.org/10.1007/978-90-481-2716-0_13)

442 Pitblado, R.E., 1992. The development and implementation of TOMCAST - a weather-  
443 timed fungicide spray program for field tomatoes. Ministry of Agriculture and Food,  
444 Ridgetown College of Agricultural Technology, Ridgetown. 22p.  
445

446 Reis Filho, J.S., Marin, J.O.B., Fernandes, P.M., 2009. Os agrotóxicos na produção de  
447 tomate de mesa na região de Goianópolis, Goiás. Pesquisa Agropecuária Tropical 39,  
448 307-316. <https://www.revistas.ufg.br/pat/article/view/4947>  
449

450 Sanoubar, R., Barbanti, L., 2017. Fungal diseases on tomato plant under greenhouse  
451 condition. European Journal Biological Reserch 7, 299-308. [http://doi:](http://doi:10.5281/zenodo.101116)  
452 [10.5281/zenodo.101116](http://doi:10.5281/zenodo.101116).  
453

454 Shtienberg, D., 2013. Will Decision-Support Systems Be Widely Used for the  
455 Management of Plant Diseases? Annual Review of Phytopathology 51, 1–16. [https://](https://doi:10.1146/annurev-phyto-082712-102244)  
456 [doi:10.1146/annurev-phyto-082712-102244](https://doi:10.1146/annurev-phyto-082712-102244)  
457

458 Small, I.M., Joseph, L., Fry, W.E., 2015. Evaluation of the BlightPro Decision Support  
459 System for Management of Potato Late Blight Using Computer Simulation and Field  
460 Validation. Phytopathology 105, 1545–1554. [http://doi: 10.1094/phyto-05-15-0117r](http://doi:10.1094/phyto-05-15-0117r)  
461

462 Wallhead, M., Zhu, H., 2017. Decision Support Systems for Plant Disease and Insect  
463 Management in Commercial Nurseries in the Midwest: A Perspective Review. Journal  
464 of Environmental Horticulture 35, 84-92. [https:// doi/full/10.24266/0738-2898-35.2.84](https://doi/full/10.24266/0738-2898-35.2.84)

- 465 Yuqing, W., Yaxian, Z., Zhipeng, G., Wencai, Y., 2018. Breeding for Resistance to  
466 Tomato Bacterial Diseases in China: Challenges and Prospects. Horticultural Plant  
467 Journal 4, 193-207. <http://doi: 10.1016/j.hpj.2018.08.004>  
468
- 469 Zambolim, L., Duarte, H.S.S., Zambolim, E.M., 2011. Medidas integradas de  
470 controle das doenças fúngicas da batata. In: Zambolim, L. Produção integrada da  
471 batata. Viçosa: UFV, p. 411-43.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

- O sistema de suporte à tomada de decisão adotado para manejo de requeima em tomateiro para mesa possibilita a redução do número de aplicações de fungicidas, comparado ao calendário fixo de aplicações, sem afetar a produção, em condições não favoráveis à ocorrência da doença.
- Esse fato reforça a funcionalidade do sistema, que não emite alerta quando a condição climática não é favorável à ocorrência da epidemia, evitando aplicações de fungicidas desnecessárias para controle da doença.
- Fica evidente a partir deste estudo a eficiência do sistema de suporte à tomada de decisão no gerenciamento de aplicações de fungicidas no controle de septoriose em tomateiro para mesa, sendo todos os valores de severidade avaliados neste estudo capazes de reduzir a severidade da doença.
- Faz-se necessário retratar melhor a realidade do número de pulverizações de fungicidas adotado por produtores, principalmente em condições de alta favorabilidade a ocorrência de septoriose, esse número de aplicações mais próximo a realidade pode facilitar a avaliação do sistema e sua funcionalidade em relação à redução no número de pulverizações, e então a partir disto estabelecer um VSD predictor adequado para o sistema de gestão da septoriose em tomateiro em determinada região.
- Os resultados obtidos a partir da utilização de sistemas de suporte à tomada de decisão para gerenciar o manejo de aplicações de fungicidas no controle de requeima e septoriose em tomateiro para mesa sugerem que novas avaliações devem ser realizadas em diferentes épocas de cultivo e regiões produtoras.
- Ao adotar sistemas de suporte à tomada de decisão faz-se necessário obter dados de experimentos realizados em diferentes condições microclimáticas, antes de serem estabelecidos VSD's em programas de gestão das doenças, buscando minimizar a inconsistências da eficiência do sistema e reduzir os riscos aos produtores.

## 6 REFERÊNCIAS

BARROS, P. C. S.; COSTA, A. R.; SILVA, P. C.; COSTA, R. A. Torta de filtro como biofertilizante para produção de mudas de tomate industrial em diferentes substratos. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 9, n. 1, p. 265-270, 2014.

COLTURATO, A. B.; CHAVIER, L. F. C. Decision support system for late blight in tomato and potato. In: XV International Symposium on Processing Tomato. **Acta Horticulturae**, Atenas, v. 1, n. 1233, p. 19-26, 2018.

COSTA, J. M.; HEUVELINK, E. The global tomato industry. In: HEUVELINK, E (Ed.). **Tomatoes**. 2. ed. Boston: CABI, 2018. v. 1, cap. 1, p. 1-27.

DHAL, A.; BEURA, S. K.; DASH, S. K.; TRIPATHY, L.; SWAIN, S. K.; SETHI, D. (2017). Eco-friendly and integrated approaches for management of early blight disease in tomato. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamil Nadu, v. 6, n. 10, p. 3052-3057, 2017.

DHIVYA, M.; MUTHAMILAN, M.; KALAIVANAN, R.; DEVRAJAN, K.; CHINNAIAH, C. Effect of oilcakes on the management of wilt disease of tomato caused by fusarium oxysporum f. sp. lycopersici. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, Tamil Nadu, v. 6, n. 12, p. 2138-2140, 2017.

DO VALE, F. X. R.; LOPES, C. A.; ALVARENGA, M. A. R. Doenças fúngicas, bacterianas e causadas por nematoides. In: **Tomate: produção em campo, casa-de-vegetação e em hidroponia**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2013, cap. 10, p.227-323.

FAOSTAT. Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2017. Database Results Crop statistics. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>. Acessado em janeiro 21, 2020.

FOOLAD, M. R.; SULLENBERGER, M. T.; OHLSON, E. W.; GUGINO, B. K. Response of accessions within tomato wild species *Solanum pimpinellifolium* to late blight. **Plant Breeding**, Bonn, v. 133, n. 3, p. 401-411, 2014.

HANSON, P.; LU, S.-F.; WANG, J.-F.; CHEN, W.; KENYON, L.; TAN, C.-W.; TEE, K. L.; WANG, Y.-Y.; HSUA, Y.-C.; SCHAFLEITNER, R.; LEDESMAA, D.; YANG, R.-Y. Conventional and molecular marker-assisted selection and pyramiding of genes for multiple disease resistance in tomato. **Scientia Horticulturae**, Viterbo, v. 201, n. 5, p. 346-354, 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2018. SIDRA. Produção Agrícola Municipal. Tabela 5457. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acessado em janeiro 19, 2020.

JOSHI, B. K.; LOUWS, F. J.; YENCO, G. C.; SOSINSKI, B. R.; ARELLANO, C.; PANTHEE, D. R. Molecular Markers for Septoria Leaf Spot (*Septoria lycopersicii* Speg.) Resistance in Tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Nepal Journal of Biotechnology**, Tribhuvan, v. 3, n. 1, p. 40-47, 2015.

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. p. 607-626.

LIMA, I. M.; ROCHI, C. P.; MARTINS, M. V. V.; ARAÚJO, L.; PINTO, F. A. M. F. COSTA, H.; VENTURA, J. A. Tendências e realidades no manejo fitossanitário. **Revista Incaper**, Vitória, v. 9, n. 1, p. 16-30, 2018.

MONTEIRO, F. P.; OGOSHI, C.; MAINDRA, L. C.; BECKER, W. F. Culture medium based on tomato leaves for abundant production of conidia from *Septoria lycopersici*. **Asian Journal of Agricultural and Horticultural Research**, West Bengal, v. 3, n. 1, p. 1-6, 2019.

MULUGETA, T.; ABREHA, K.; TEKIE, H.; MULATU, B.; YESUF, M.; ANDREASSON, E.; LILJEROTH, E.; ALEXANDERSSON, E. Phosphite protects against potato and tomato late blight in tropical climates and has varying toxicity depending on the *Phytophthora infestans* isolate. **Crop Protection**, Kidlington, v. 121, n. 12, p. 139-146, 2019.

NERI, A. G.; DOS SANTOS ARCI, A.; FIRMIANO, S. A. C.; DE FREITAS, A. S.; ALCANTRA, E.; REZENDE, R. M. Fertilizante orgânico comercial na redução do crescimento micelial de *Fusarium oxysporum* f. sp. *lycopersici* do tomateiro. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, Betim, v. 16, n. 3, 2019.

NOWICKI, M.; KOZIK, E.U.; FOOLAD, M.R. Late blight of tomato. In: VARSHNEY, R. TUBEROSA, R. (Ed.). **Translational Genomics for Crop Breeding**. New York, John Wiley & Sons Ltd, 2013, p. 241-265.

NOWICKI, M.; FOOLAD, M. R.; NOWAKOWSK, M.; KOZIK, E. U. Potato and tomato late blight caused by *Phytophthora infestans*: an overview of pathology and resistance breeding. **Plant disease**, Saint. Paul, v. 96, n. 1, p. 4-17, 2012.

PARK, Y.; HWANG, J.; KIM, K.; KANG, J.; KIM, B.; XU, S.; AHN, Y. Development of the gene-based SCARs for the Ph-3 locus, which confers late blight resistance in tomato. **Scientia horticultrae**, Viterbo, v. 164, n. 14, p. 9-16, 2013.

SANTOS, C. S.; FERREIRA, I. N. M.; CHAVES FILHO, J. T. Efeito do extrato de plantas no controle de fungos do tomateiro. **Revista Fragmentos de Cultura-Revista interdisciplinar de ciências humanas**, Goiânia, v. 24, n. 1, p. 139-151, 2014.

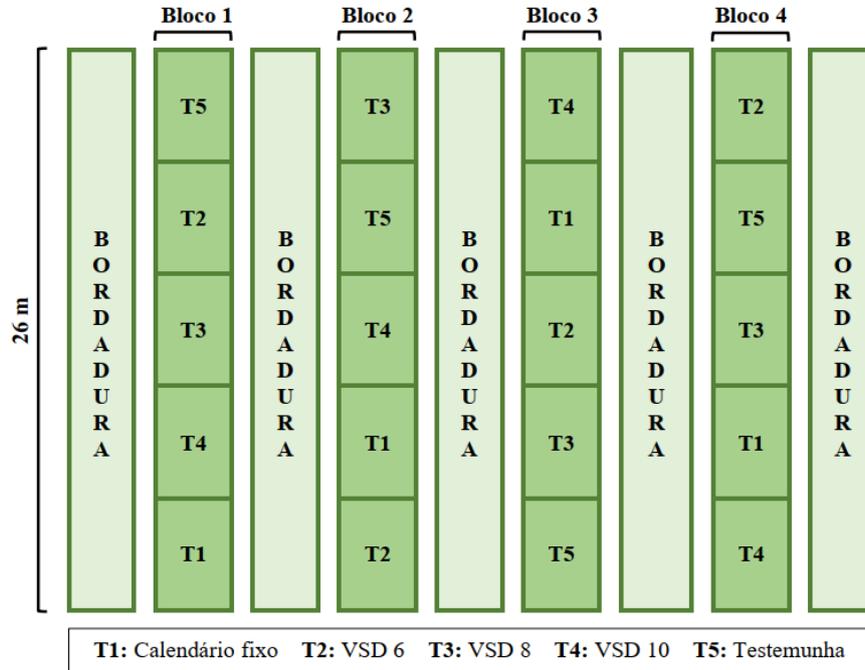
SANTOS, M. D.; MACIEL, A. D. G. S.; TRINDADE, R. C. P.; SILVA, E. S.; DUARTE, A. G. Eficiência do óleo de nim e do extrato pironim sobre o ácaro vermelho do tomateiro *Tetranychus evansi* BAKER & PRITCHARD (ACARI: TETRANYCHIDAE). **Ciência Agrícola**, Rio Largo, v. 15, n. 2, p. 53-59, 2017.

SILVA, R. A.; ZAMBOLIM, L.; PARREIRA, D. F. Manejo de doenças. In: ZAMBOLIM, L. **Subsídios para produção integrada**. Livro eletrônico, Viçosa, UFV, 2018. v. 1, cap. 1, p. 5-88.

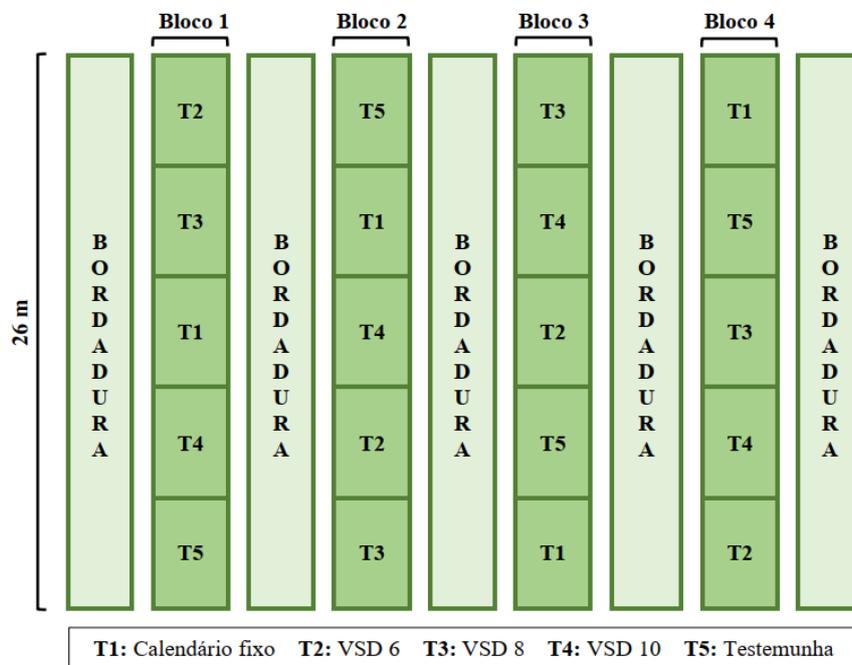
SMALL, I. M.; JOSEPH, L.; FRY, W. E. Development and implementation of the BlightPro decision support system for potato and tomato late blight management. **Computers and Electronics in Agriculture**, Amsterdã, v. 115, n. 13, p. 57-65, 2015.

## APÊNDICES

### APÊNDICE A – Croqui dos experimentos referentes ao capítulo 2.

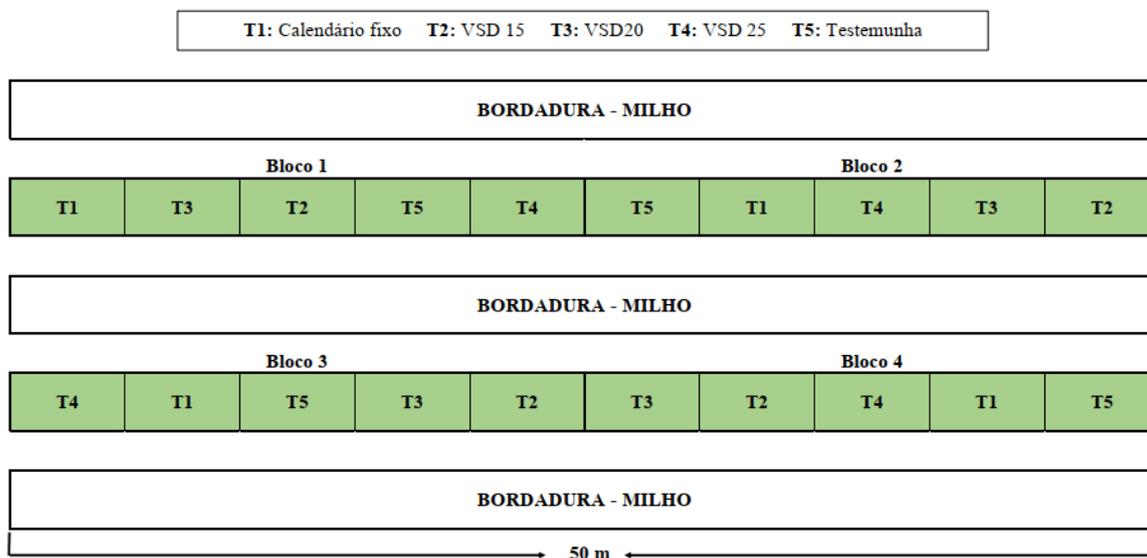


**Figura 1.** Croqui e distribuição dos tratamentos a campo do experimento realizado no período de maio a setembro de 2017. Biosolo LTDA, 2017.

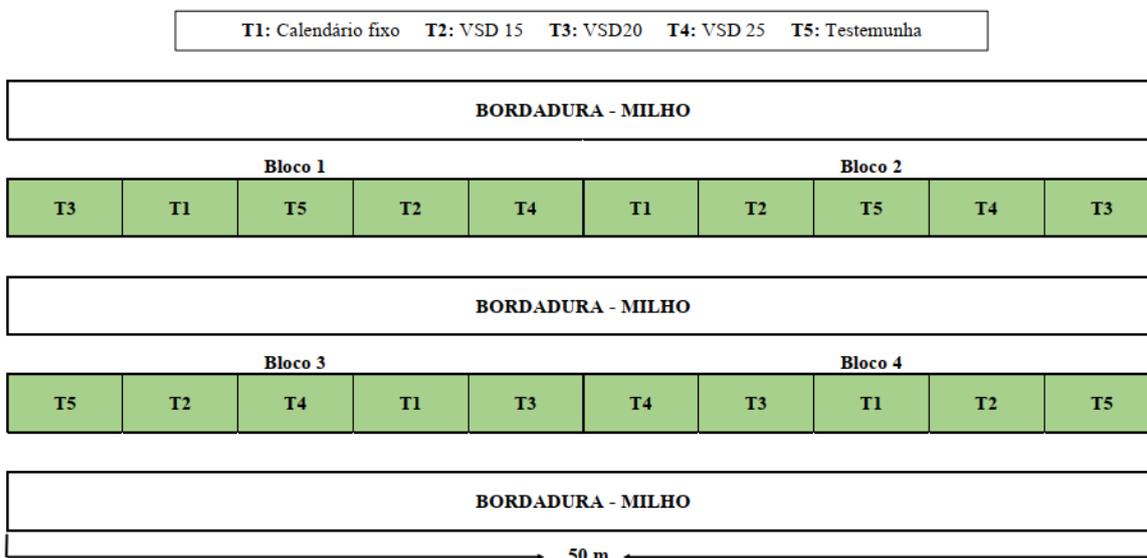


**Figura 2.** Croqui e distribuição dos tratamentos a campo do experimento realizado no período de maio a setembro de 2018. Biosolo LTDA, 2018.

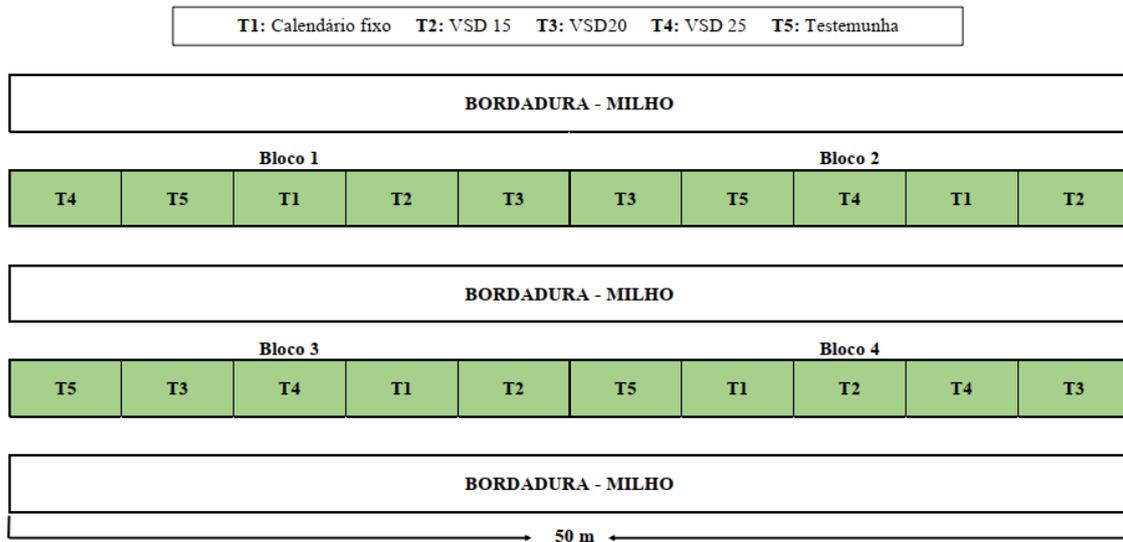
**APÊNDICE B** – Croqui dos experimentos referentes ao capítulo 3.



**Figura 3.** Croqui e distribuição dos tratamentos a campo do experimento realizado no período de outubro de 2017 a fevereiro de 2018 (experimento 1). EA-UFG, 2017.



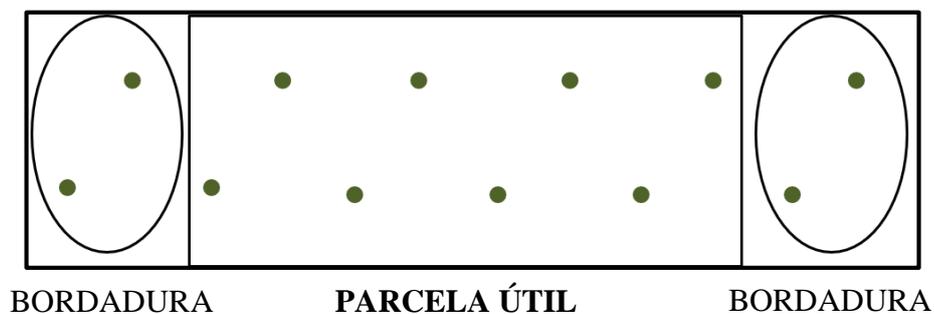
**Figura 4.** Croqui e distribuição dos tratamentos a campo do experimento realizado de outubro de 2018 a fevereiro de 2019 (experimento 2). EA-UFG, 2018.



**Figura 5.** Croqui e distribuição dos tratamentos a campo do experimento realizado de novembro de 2018 a março de 2019 (experimento 3). EA-UFG, 2018.



**Figura 6.** Foto aérea do experimento realizado de novembro de 2018 a março de 2019 (experimento 3). EA-UFG, 2018.

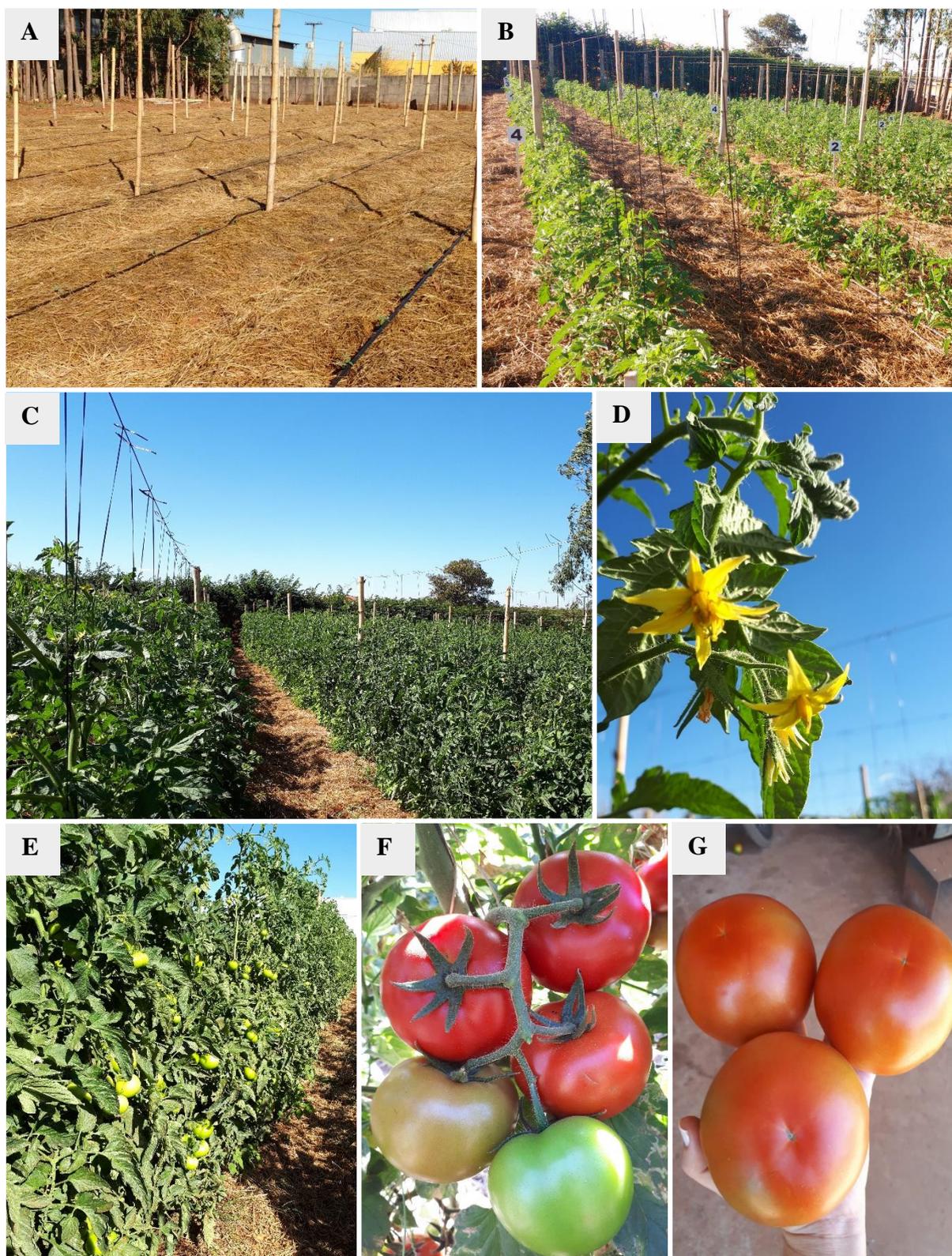


**Figura 7.** Parcela útil adotada para avaliações de severidade de doença e produção nos experimentos 1, 2 e 3. EA-UFG, 2017.

**APÊNDICE C** – Sistema de cultivo empregado nos experimentos referentes ao capítulo 2.

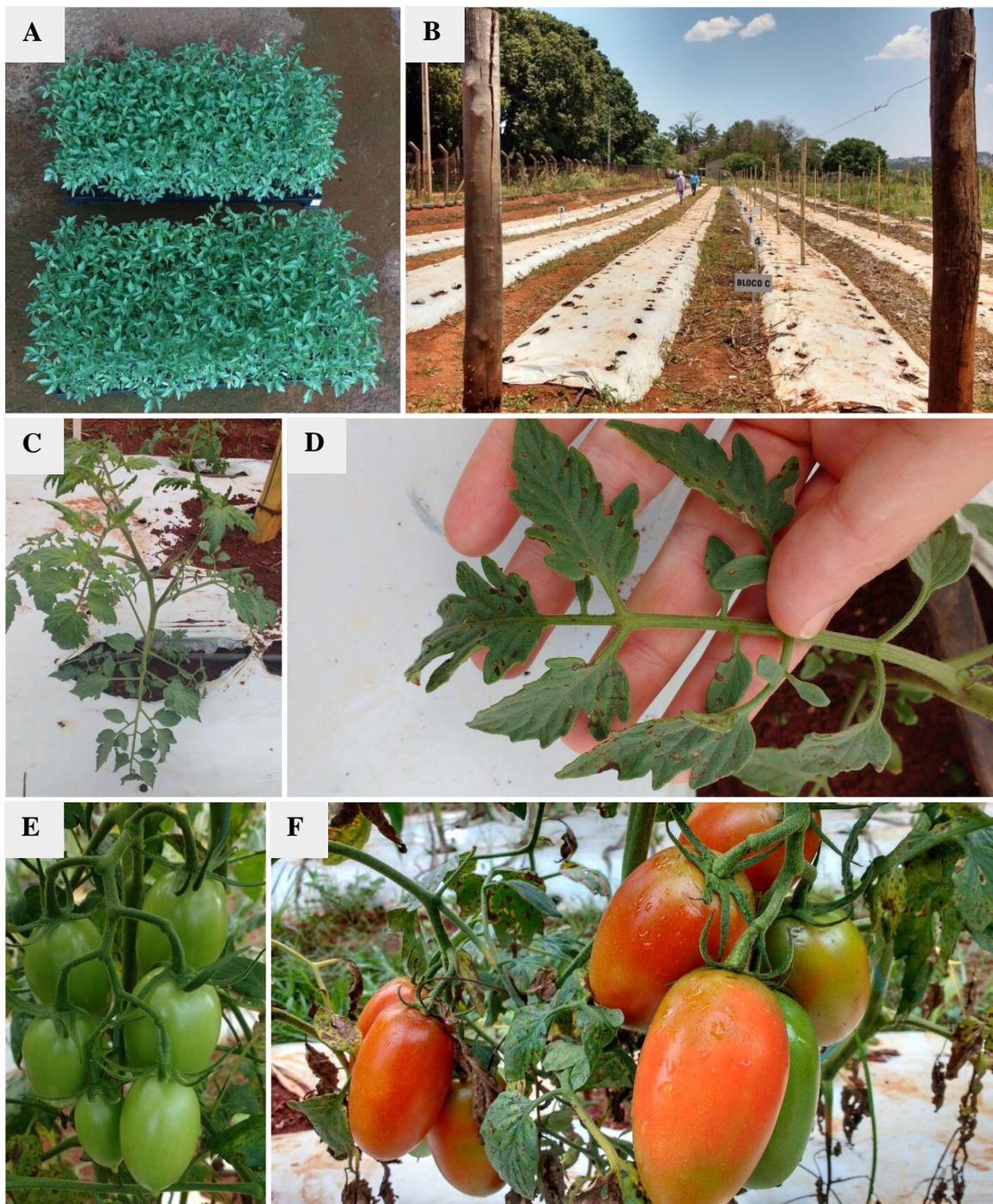


**Figura 8.** Área de implantação do experimento realizado no período de maio a setembro de 2017, sobre cobertura de palhada de ocorrência natural (A), mudas estabelecidas sob irrigação via gotejamento (B), sistema de condução de plantas via fitilho (C), plantas tutoradas e em desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (D), frutificação das plantas de tomateiro (E) e colheita de frutos em ponto de maturação (F). Biosolo LTDA, 2017.

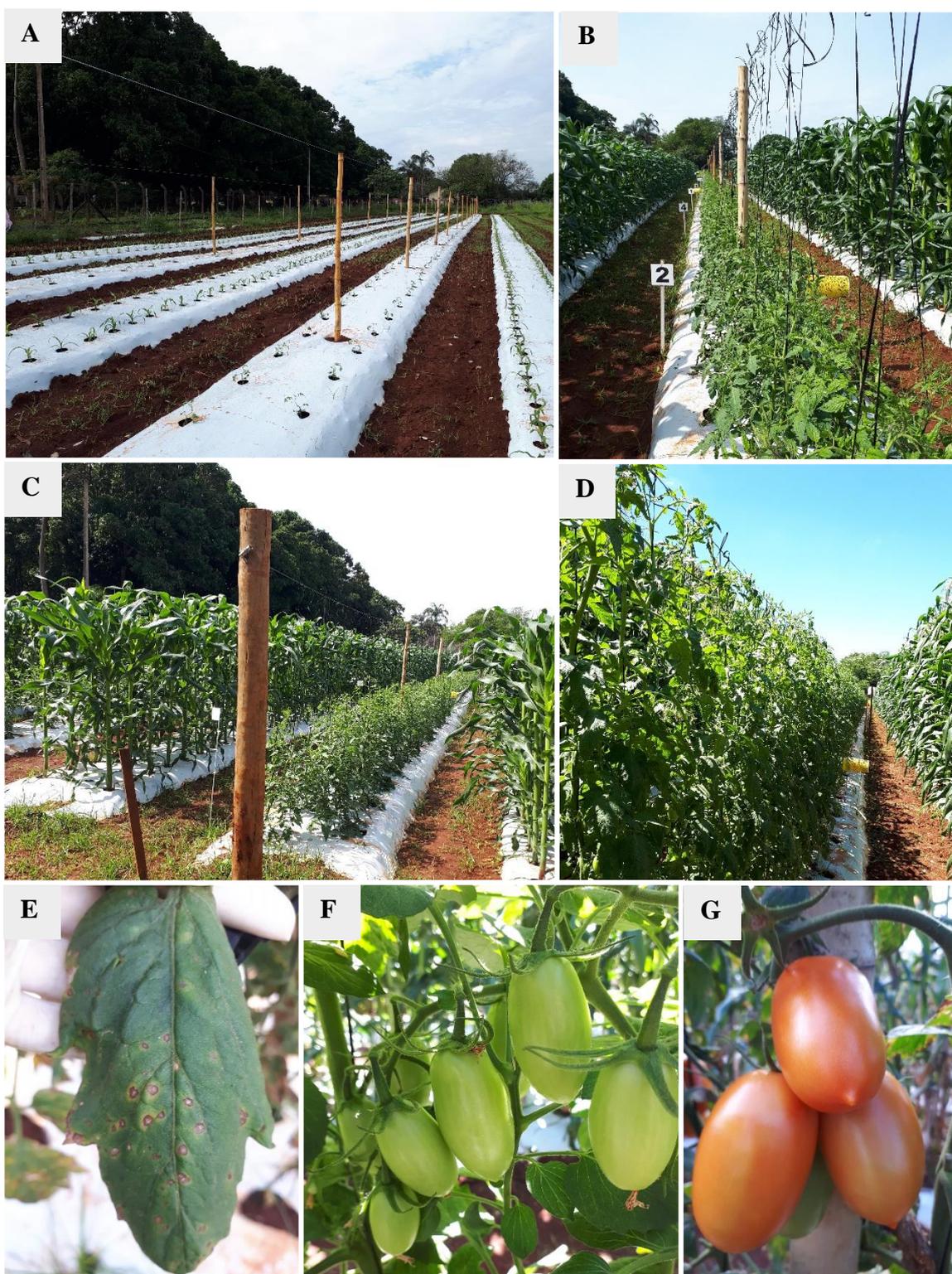


**Figura 9.** Plantio de mudas do experimento realizado no período de maio a setembro de 2018, sobre cobertura de palhada de arroz e irrigadas via fitas de gotejamento (A), sistema de condução de plantas via fitilho (B), plantas tutoradas e em desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (C), florescimento (D), frutificação das plantas de tomateiro (E), frutos em ponto de maturação (F) e colheita de frutos (G). Biosolo LTDA, 2018.

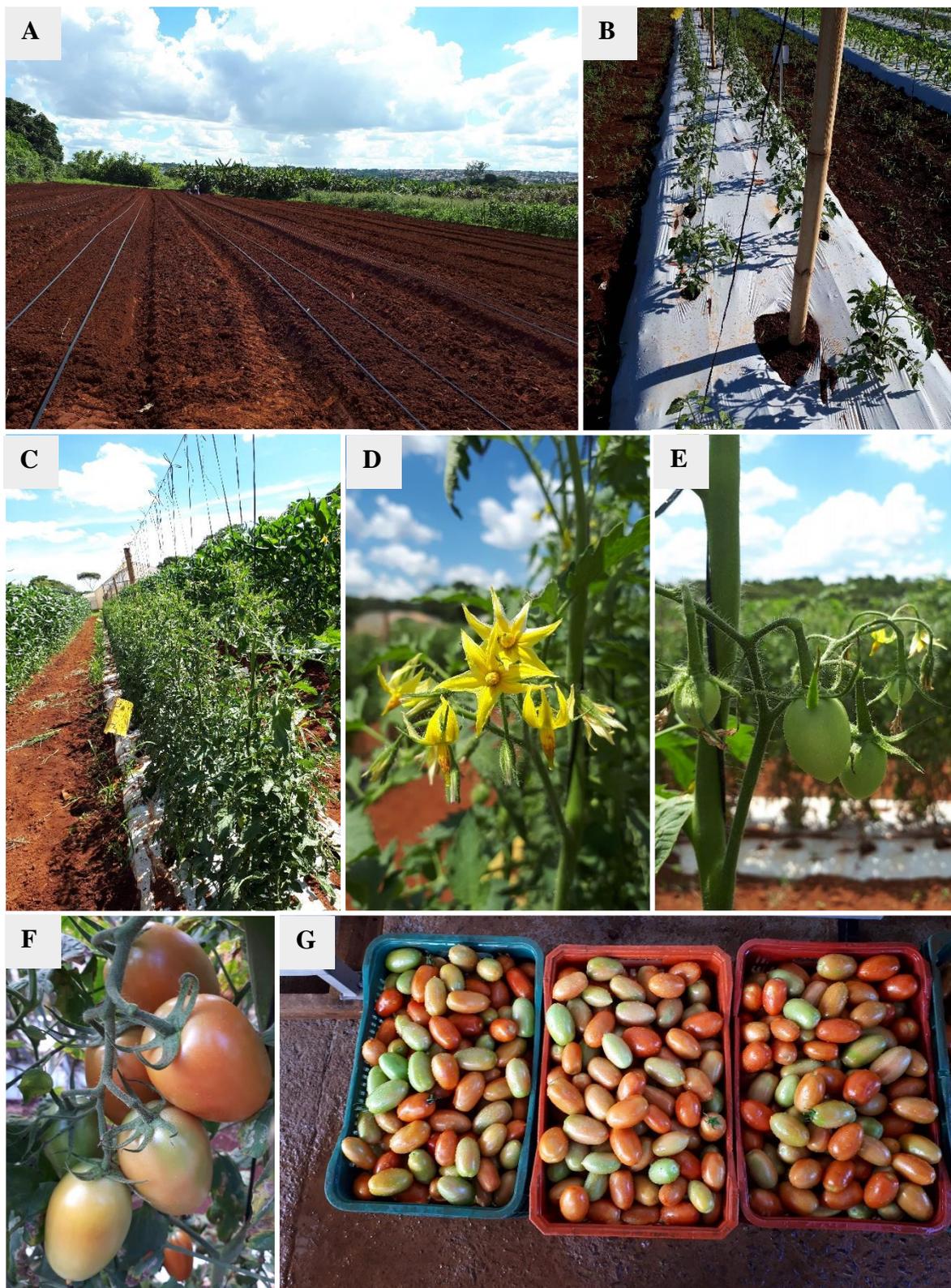
APÊNDICE D – Sistema de cultivo empregado nos experimentos referentes ao capítulo 3.



**Figura 10.** Mudas para plantio, idade 35 dias, no experimento 1 (A), plantio de mudas e instalação de tratamentos (B), mudas estabelecidas no *mulching* (C), início do aparecimento de sintomas nas plantas de tomateiro, 16 DAT (D), frutificação e formação de cachos (E) e frutos em ponto de maturação (F). EA-UFG, 2017.

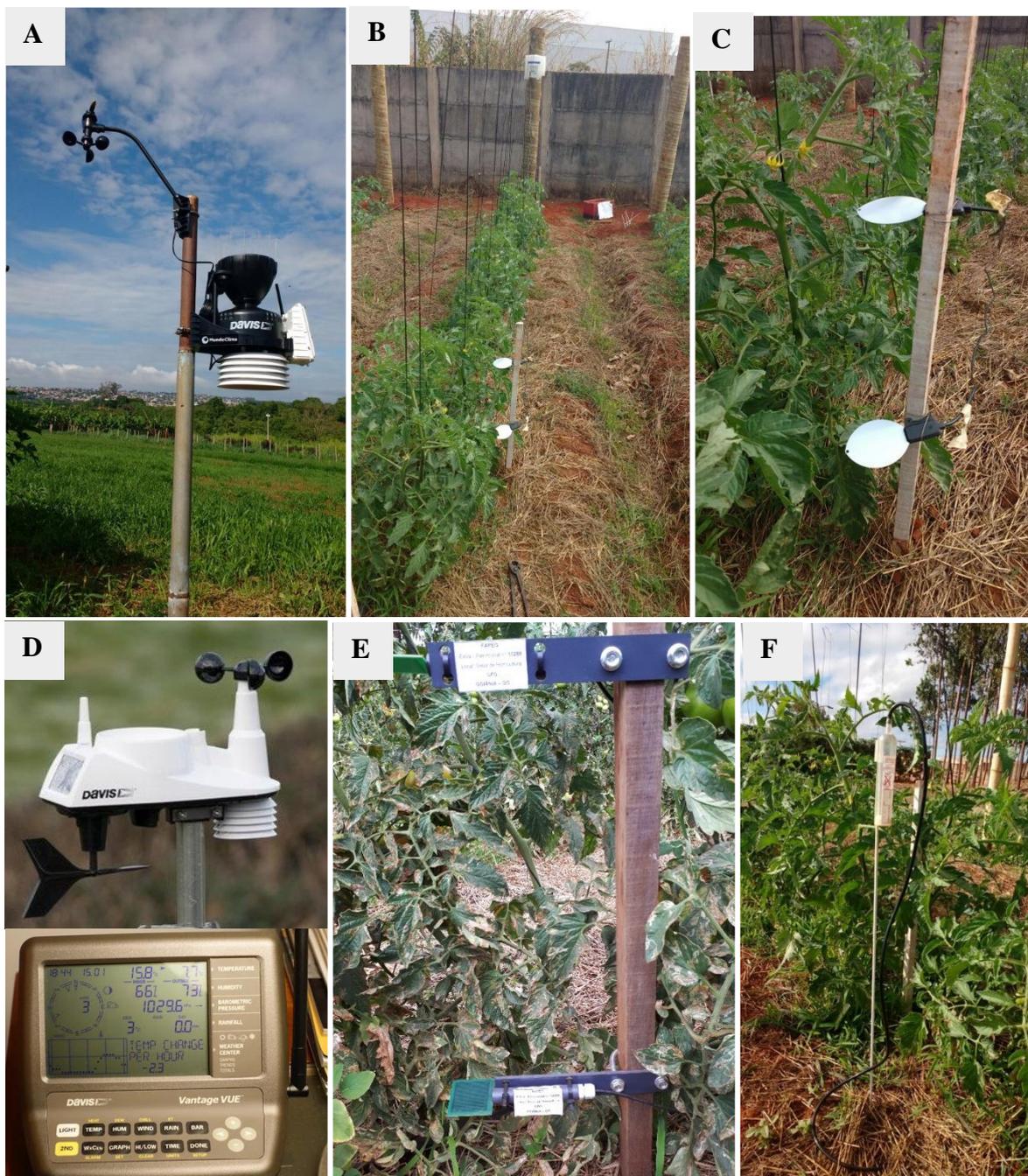


**Figura 11.** Plantio de mudas enxertadas no experimento 2 (A), sistema de condução de plantas via fitilho (B), desenvolvimento vegetativo de plantas de tomateiro tutoradas (C), plantas de tomateiro próximo ao alcance do arame de tutoramento (D), sintomas de septoriose na folha de tomateiro (E), formação de cachos de frutos (F) e frutos em ponto de maturação (G). EA-UFG, 2018.



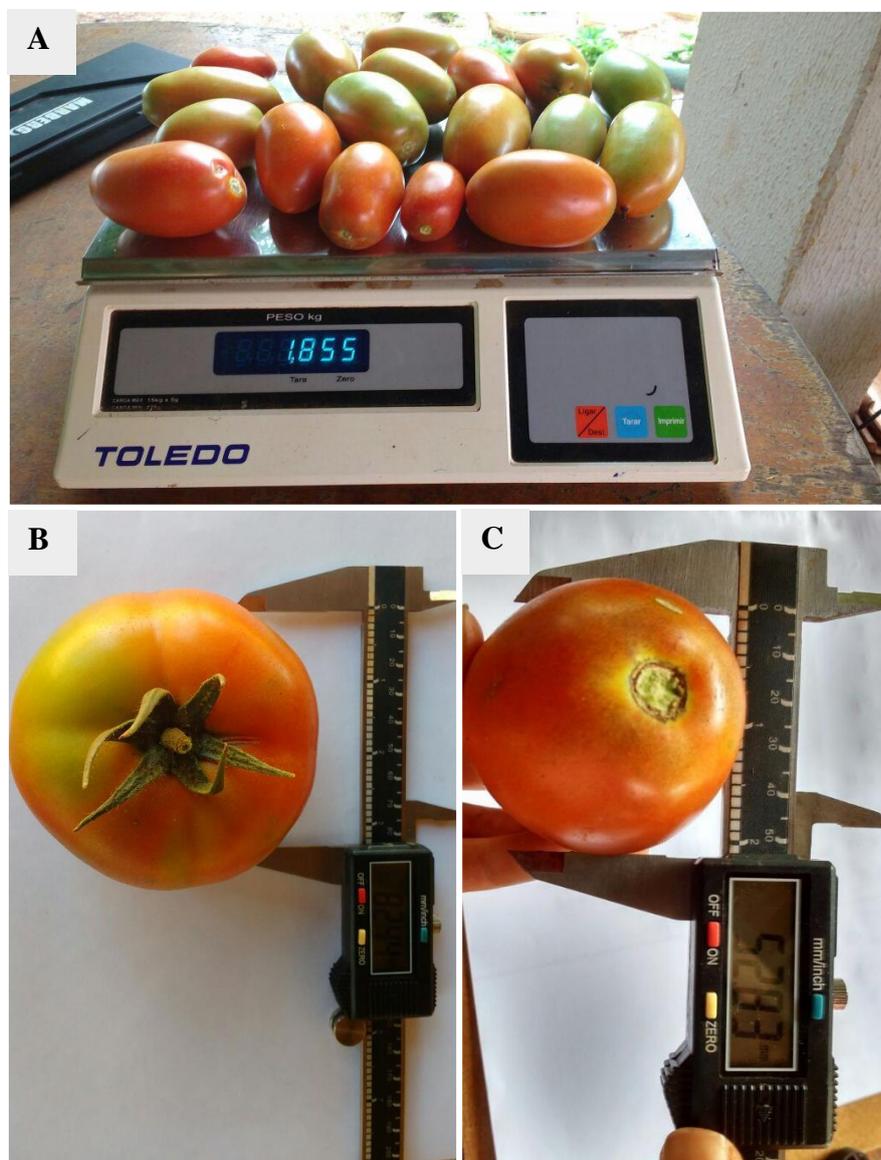
**Figura 12.** Canteiros para a instalação do experimento 3 (A), sistema de condução de plantas via fitilho (B), desenvolvimento vegetativo de plantas de tomateiro tutoradas (C), florescimento (D), início da formação de cachos de frutos (E), frutos em ponto de maturação (F) e colheita de frutos (G). EA-UFG, 2019.

**APÊNDICE E** – Equipamentos utilizados para coleta de dados nos experimentos referentes ao capítulo 2 e 3.



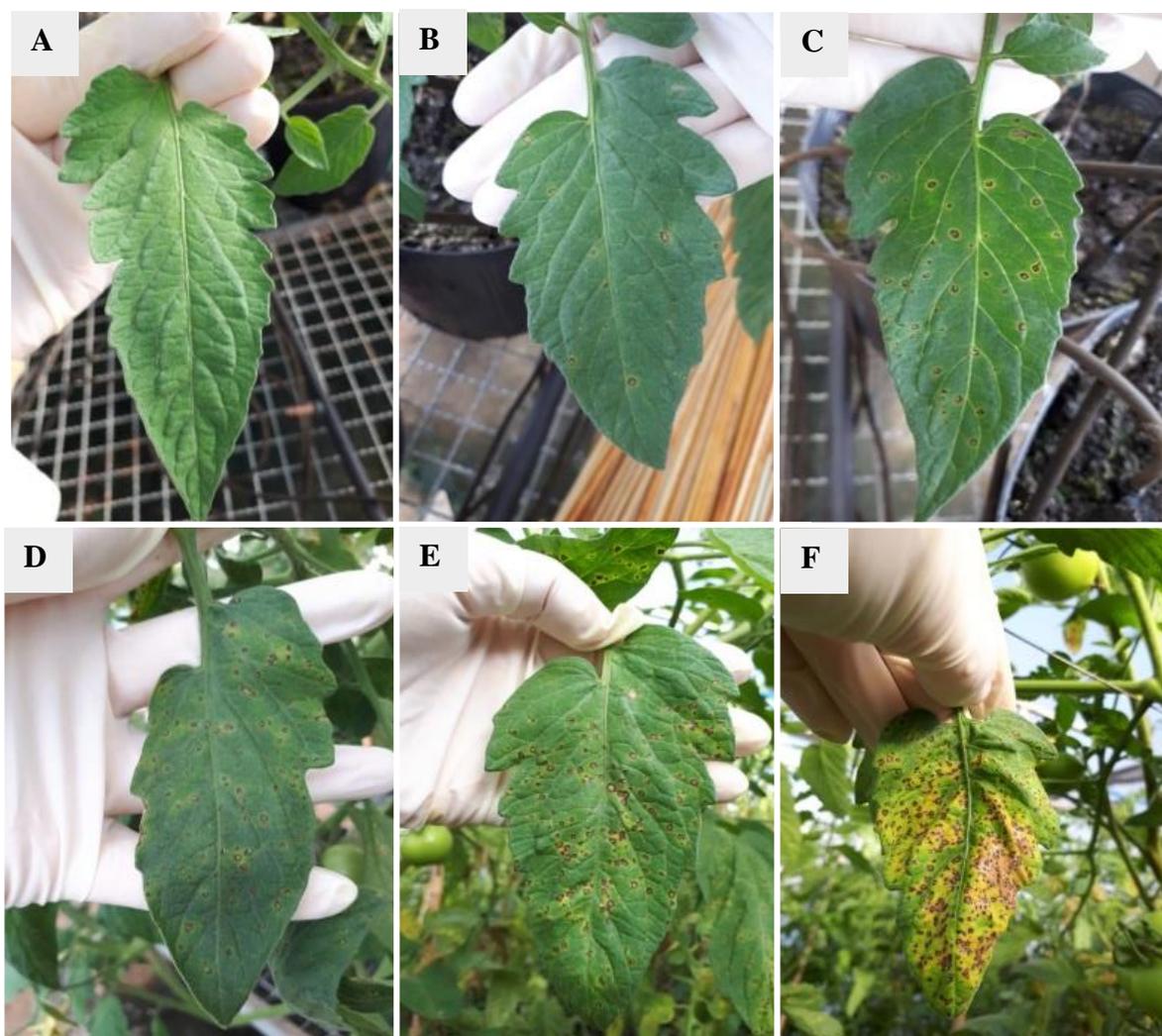
**Figura 13.** Estação meteorológica Davis Vantage Pro 2, utilizadas para monitoramento de dados climáticos nos experimentos do capítulo 3 (A), datalogger e sensores de molhamento foliar (B), sensores LWS-L Decagon de molhamento foliar (C), estação meteorológica Davis Vantage Vue, modelo 6250 para monitoramento de dados no experimentos do capítulo 2 (D), sensores de umidade foliar (E) e equipamento Irrigas para manejo da irrigação (F). EA-UFG, 2019.

**APÊNDICE F** – Pesagem, contagem e classificação de frutos.



**Figura 14.** Processo de contagem e pesagem de frutos (A), avaliação de diâmetro transversal de frutos tipo salada para classificação de frutos (B) e avaliação de diâmetro transversal de frutos tipo saladete para classificação (C). EA-UFG, 2019.

**APÊNDICE G** – Lesões causadas por Septoriose em folhas de tomateiro.



**Figura 15.** Progresso de lesões foliares causadas por septoriose (*Septoria lycopersici* Speg.) conforme adaptação da escala de Boff et. al (1991) para mancha de estenflíio, onde A (0%), B (2%), C (4%), D (8%), E (16%) e F (32%) de lesões presentes na folha. EA-UFG, 2018.

**APÊNDICE H** – Esquemas de pulverizações de fungicidas empregados nos tratamentos dos experimentos referentes aos capítulos 2 e 3.

**Tabela 1.** Esquema de pulverização de fungicidas empregados nos diferentes tratamentos a partir do valor de severidade acumulada da doença (VSD) para o controle de requeima em tomateiro no experimento 2017.

<b>Tratamentos</b>	<b>Calendário fixo</b>	<b>VSD 6*</b>	<b>VSD 8*</b>	<b>VSD 10*</b>	<b>Testemunha</b>
<b>Aplicações</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>
1 <sup>a</sup>	Mancozeb + metalaxil-M	Propamocarbe + fluopicolide	Propamocarbe + fluopicolide	–	–
2 <sup>a</sup>	Propamocarbe + fluopicolide	Famoxadone + mancozebe	–	–	–
3 <sup>a</sup>	Famoxadone + mancozebe	–	–	–	–
4 <sup>a</sup>	Metiram + piraclostrobina	–	–	–	–
5 <sup>a</sup>	Cymoxanil + famoxadone	–	–	–	–
6 <sup>a</sup>	Dimetomorfe + clorotalonil	–	–	–	–
7 <sup>a</sup>	Mancozeb + metalaxil-M	–	–	–	–
8 <sup>a</sup>	Propamocarbe + fluopicolide	–	–	–	–
9 <sup>a</sup>	Famoxadone + mancozebe	–	–	–	–
10 <sup>a</sup>	Metiram + piraclostrobina	–	–	–	–
11 <sup>a</sup>	Cymoxanil + famoxadone	–	–	–	–
12 <sup>a</sup>	Dimetomorfe + clorotalonil	–	–	–	–
13 <sup>a</sup>	Mancozeb + metalaxil-M	–	–	–	–
14 <sup>a</sup>	Propamocarbe + fluopicolide	–	–	–	–
15 <sup>a</sup>	Famoxadone + mancozebe	–	–	–	–

\*Nas semanas em que não foi prevista nenhuma aplicação pelo sistema de alerta os tratamentos não receberam nenhum tipo de pulverização. Quando emitido o alerta o fungicida pulverizado nos tratamentos era coincidente ao aplicado na semana para o calendário fixo de aplicação.

**Tabela 2.** Esquema de pulverização de fungicidas empregados nos diferentes tratamentos a partir do valor de severidade acumulada da doença (VSD) para o controle de requeima em tomateiro no experimento 2018.

Tratamentos	Calendário fixo	VSD 6*	VSD 8*	VSD 10*	Testemunha
Aplicações	Princípio Ativo	Princípio Ativo	Princípio Ativo	Princípio Ativo	Princípio Ativo
1 <sup>a</sup>	Mancozeb + metalaxil-M	Propamocarbe + fluopicolide <sup>2</sup>	–	–	–
2 <sup>a</sup>	Propamocarbe + fluopicolide <sup>2</sup>	–	–	–	–
3 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	–	–	–	–
4 <sup>a</sup>	Cymoxanil + famoxadone <sup>2</sup>	–	–	–	–
5 <sup>a</sup>	Dimetomorfe + clorotalonil	–	–	–	–
6 <sup>a</sup>	Mandipropamida <sup>1</sup>	–	–	–	–
7 <sup>a</sup>	Mancozeb + metalaxil-M	–	–	–	–
8 <sup>a</sup>	Propamocarbe + fluopicolide <sup>2</sup>	–	–	–	–
9 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	–	–	–	–
10 <sup>a</sup>	Cymoxanil + famoxadone <sup>2</sup>	–	–	–	–
11 <sup>a</sup>	Dimetomorfe + clorotalonil	–	–	–	–
12 <sup>a</sup>	Mandipropamida <sup>1</sup>	–	–	–	–
13 <sup>a</sup>	Mancozeb + metalaxil-M	–	–	–	–
14 <sup>a</sup>	Propamocarbe + fluopicolide <sup>2</sup>	–	–	–	–
15 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	–	–	–	–

\*Nas semanas em que não foi prevista nenhuma aplicação pelo sistema de alerta os tratamentos não receberam nenhum tipo de pulverização. Quando emitido o alerta o fungicida pulverizado nos tratamentos era coincidente ao aplicado na semana para o calendário fixo de aplicação.

<sup>1</sup> Acréscimo do fungicida de ação protetora mancozebe na pulverização.

<sup>2</sup> Acréscimo do fungicida de ação protetora clorotalonil na pulverização.

**Tabela 3.** Esquema de pulverização de fungicidas empregados nos diferentes tratamentos a partir do valor de severidade acumulado da doença (VSD) para o controle de septoriose em tomateiro no experimento 1 (10/2017 a 02/2018).

<b>Tratamentos</b>	<b>Calendário fixo</b>	<b>VSD 15*</b>	<b>VSD 20*</b>	<b>VSD 25*</b>	<b>Testemunha</b>
<b>Aplicações</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>
1 <sup>a</sup>	Metiram + piraclostrobina	Metiram + Piraclostrobina	Difenoconazol	Difenoconazol	–
2 <sup>a</sup>	Difenoconazol	Difenoconazol	Azoxistrobina	Propineb	–
3 <sup>a</sup>	Azoxistrobina	Azoxistrobina	Propineb	Difenoconazol	–
4 <sup>a</sup>	Propineb	Propineb	Difenoconazol	Metconazole	–
5 <sup>a</sup>	Difenoconazol	Difenoconazol	Metconazole	Metiram + Piraclostrobina	–
6 <sup>a</sup>	Metconazole	Metconazole	Metiram + Piraclostrobina	Azoxistrobina	–
7 <sup>a</sup>	Metiram + piraclostrobina	Metiram + Piraclostrobina	Azoxistrobina	Propineb	–
8 <sup>a</sup>	Azoxistrobina	Azoxistrobina	Propineb	Azoxistrobina	–
9 <sup>a</sup>	Propineb	Propineb	Metconazole	Azoxistrobina	–
10 <sup>a</sup>	Metconazole	Metconazole	Azoxistrobina	Azoxistrobina	–
11 <sup>a</sup>	Metiram + piraclostrobina	Azoxistrobina	Metiram + piraclostrobina	–	–
12 <sup>a</sup>	Azoxistrobina	Azoxistrobina	Azoxistrobina	–	–
13 <sup>a</sup>	Propineb	Propineb	–	–	–
14 <sup>a</sup>	Azoxistrobina	Azoxistrobina	–	–	–
15 <sup>a</sup>	Metiram + piraclostrobina	Metiram + piraclostrobina	–	–	–
16 <sup>a</sup>	–	Azoxistrobina	–	–	–

\*Nas semanas em que não foi prevista nenhuma aplicação pelo sistema de alerta os tratamentos não receberam nenhum tipo de pulverização. Quando emitido o alerta o fungicida pulverizado nos tratamentos era coincidente ao aplicado na semana para o calendário fixo de aplicação.

**Tabela 4.** Esquema de pulverização de fungicidas empregados nos diferentes tratamentos a partir do valor de severidade acumulada da doença (VSD) para o controle de septoriose em tomateiro no experimento 2 (10/2018 a 02/2019).

Tratamentos	Calendário fixo	VSD 15*	VSD 20*	VSD 25*	Testemunha
Aplicações	Princípio Ativo	Princípio Ativo	Princípio Ativo	Princípio Ativo	Princípio Ativo
1 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	—			
2 <sup>a</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	—
3 <sup>a</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	—
4 <sup>a</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	—
5 <sup>a</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	—
6 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>2</sup>	—			
7 <sup>a</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	—
8 <sup>a</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	—
9 <sup>a</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	—
10 <sup>a</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	—
11 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	—			
12 <sup>a</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	—	—
13 <sup>a</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	—	—
14 <sup>a</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	—	—	—
15 <sup>a</sup>	—	Metiram + piraclostrobina <sup>1</sup>	—	—	—
16 <sup>a</sup>	—	Azoxistrobina <sup>2</sup>	—	—	—
17 <sup>a</sup>	—	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	—	—	—

\*Nas semanas em que não foi prevista nenhuma aplicação pelo sistema de alerta os tratamentos não receberam nenhum tipo de pulverização.

Quando emitido o alerta o fungicida pulverizado nos tratamentos era coincidente ao aplicado na semana para o calendário fixo de aplicação.

<sup>1</sup> Acréscimo do fungicida de ação protetora Propineb na pulverização.

<sup>2</sup> Acréscimo do fungicida de ação protetora Mancozeb na pulverização.

**Tabela 5.** Esquema de pulverização de fungicidas empregados nos diferentes tratamentos a partir do valor de severidade acumulada da doença (VSD) para o controle de septoriose em tomateiro no experimento 3 (11/2018 a 03/2019).

<b>Tratamentos</b>	<b>Calendário fixo</b>	<b>VSD 15*</b>	<b>VSD 20*</b>	<b>VSD 25*</b>	<b>Testemunha</b>
<b>Aplicações</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>	<b>Princípio Ativo</b>
1 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	–			
2 <sup>a</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	Difenoconazol <sup>2</sup>	–
3 <sup>a</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	Azoxistrobina <sup>1</sup>	–
4 <sup>a</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>2</sup>	–
5 <sup>a</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	Tebuconazole <sup>1</sup>	–
6 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>2</sup>	–			
7 <sup>a</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	Difenoconazol <sup>1</sup>	–
8 <sup>a</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	–
9 <sup>a</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	–
10 <sup>a</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	–	–
11 <sup>a</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	Metiram + Piraclostrobina <sup>1</sup>	–	–
12 <sup>a</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	Azoxistrobina <sup>2</sup>	–	–
13 <sup>a</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	Piraclostrobina+Fluxapiroxade <sup>1</sup>	–	–
14 <sup>a</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	Tebuconazole <sup>2</sup>	–	–	–
15 <sup>a</sup>	–	Metiram + piraclostrobina <sup>1</sup>	–	–	–
16 <sup>a</sup>	–	Azoxistrobina <sup>2</sup>	–	–	–

\*Nas semanas em que não foi prevista nenhuma aplicação pelo sistema de alerta os tratamentos não receberam nenhum tipo de pulverização.

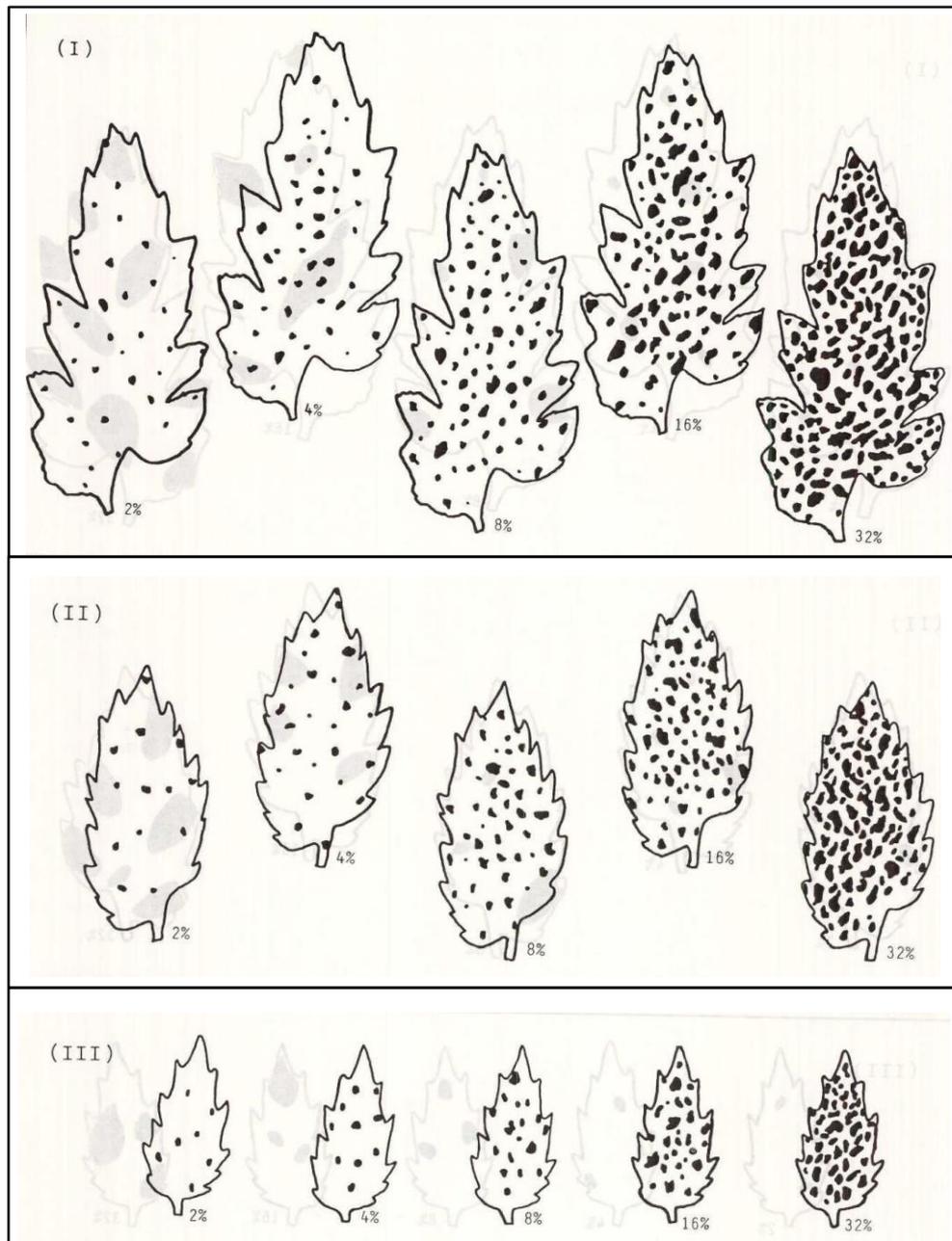
Quando emitido o alerta o fungicida pulverizado nos tratamentos era coincidente ao aplicado na semana para o calendário fixo de aplicação.

<sup>1</sup> Acréscimo do fungicida de ação protetora Propineb na aplicação.

<sup>2</sup> Acréscimo do fungicida de ação protetora Mancozeb na aplicação.

## ANEXO

**ANEXO A** – Escala diagramática utilizada para as avaliações de severidade de septoriose em folhas de tomateiro.



**Figura 1.** Escala diagramática, apresentando proporção de área foliar lesionada pela mancha-de-estenfílio, em folíolos de tomateiro com 35 (I), 18 (II) e 7 (III) cm<sup>2</sup> de área foliar total. Figura reduzida, com escala de 1:1,6.

**Fonte:** BOFF et al., 1991.