

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS RURAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA**

**PREVISÃO DA OCORRÊNCIA DE REQUEIMA E  
ALTERNARIA EM TOMATEIRO INDUSTRIAL  
IRRIGADO SOB DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS  
E SEU CUSTO**

**TESE DE DOUTORADO**

**Edenir Luis Grimm**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

**PREVISÃO DA OCORRÊNCIA DE REQUEIMA E  
ALTERNARIA EM TOMATEIRO INDUSTRIAL IRRIGADO  
SOB DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E SEU CUSTO**

**por**

**Edenir Luis Grimm**

Tese apresentada ao Curso de Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração em Água e Solo, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de **Doutor em Engenharia Agrícola.**

**Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2010**

G864p

Grimm, Edenir Luis, 1980-

Previsão da ocorrência de requeima e alternaria em tomateiro industrial irrigado sob duas condições climáticas e seu custo / Edenir Luis Grimm. - 2010.

95 f. ; il.

Tese (doutorado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, 2010.

“Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein”

1. Engenharia agrícola 2. *Lycopersicon esculentum* 3. *Alternaria solani* 4. *Phytophthora infestans* 5. Sistemas de previsão I. Heldwein, Arno Bernardo II. Título

CDU: 635.64

Ficha catalográfica elaborada por  
Patrícia da Rosa Corrêa – CRB 10/1652  
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

---

©2010

Todos os direitos autorais reservados a Edenir Luis Grimm. A reprodução de partes ou do todo deste trabalho só poderá ser feita com autorização por escrito do autor.

Endereço eletrônico: edenirgrimm@yahoo.com.br

---

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Rurais  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola**

A Comissão Examinadora,  
abaixo assinada, aprova a Tese de Doutorado

**PREVISÃO DA OCORRÊNCIA DE REQUEIMA E ALTERNARIA EM  
TOMATEIRO INDUSTRIAL IRRIGADO SOB DUAS CONDIÇÕES  
CLIMÁTICAS E SEU CUSTO**

elaborada por  
**Edenir Luis Grimm**

Como requisito parcial para a obtenção do grau de  
**Doutor em Engenharia Agrícola**

**Comissão Examinadora:**

**Arno Bernardo Heldwein, Dr.**  
(Presidente/Orientador)

**Evandro Zanini Righi, Dr. (UFSM)**

**Joel Cordeiro da Silva, Dr. (IFF - SVS)**

**Luciano Streck, Dr. (IFC- Sombrio)**

**Reimar Carlesso, PhD. (UFSM)**

Santa Maria, 22 de fevereiro de 2010.

## **DEDICO**

Dedico a Deus pela vida, ao meu pai  
(in memoriam) Roque Grimm, meu  
padrasto Alfredo Vier, à minha mãe  
Maria Lúcia Grimm, à minha irmã  
Evanir Grimm e à Ana Claudia B. Araujo que  
me apoiaram e incentivaram.

## **AGRADECIMENTOS**

À Universidade Federal de Santa Maria e ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, pela oportunidade da realização do doutorado.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

Ao professor Dr. Arno Bernardo Heldwein, pela orientação, amizade e pelos conhecimentos transmitidos.

Ao Sistema Irriga, em especial ao ex-integrante da empresa, Juliano Gomes Andrade, e aos ainda integrantes, Gustavo de David, Cleiton Dalla Santa, Brantan Chagas e Mirta Petry, que auxiliaram no desenvolvimento do trabalho.

À SLC Agrícola, especificamente à Fazenda Pamplona, que cedeu gentilmente uma área de pesquisa e proporcionou a realização dos experimentos, fornecendo a estrutura necessária para a conclusão deste trabalho.

Aos amigos da Fazenda Pamplona.

Aos professores, Luciano Streck, Joel Cordeiro da Silva, Reimar Carlesso, Reges Durigon, Nereu Augusto Streck, Evandro Zanini Righi, pela amizade e pela colaboração no desenvolvimento do trabalho.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia, em especial ao João Colpo pela ajuda na condução dos experimentos e pela amizade.

À toda minha família, em especial à minha mãe Maria Lúcia Grimm, meu padraсто Alfredo Vier, minha irmã Evanir Grimm e ao Heleno Maziero pelo apoio e incentivo para a realização deste trabalho.

Aos amigos Sidnei Radons, Fabrício Ivan Guse e Ivan Maldaner, Dionéia Pitol Lucas, Mateus Bortoluzzi, Luis Henrique Loose, Joner Dalcin pela amizade e prestatividade na condução do experimento realizado no Departamento de Fitotecnia.

Em especial ao Gustavo Trentin pela convivência, companheirismo e pelos conhecimentos compartilhados.

Aos demais amigos de convivência em Santa Maria, Leosane Bosco, Gustavo Trentin, Ivonete Tazzo, Carina Pivetta, Elis Borcioni, Isabel Lago, Cleber Maus Alberto, Gizelli Moiano de Paula e Jacso Dellai, pela amizade, descontração e esclarecimentos de dúvidas durante o trabalho.

E aos amigos Marcelo Royer, Marcio Royer, Fábio Royer, Juliane Kunz, Fernanda Royer, Leandro Vier, Daniela Jung, Cristiano Zaionsc, Michele Vier, que sempre me incentivaram.

À minha querida namorada, Ana Cláudia Bentancor Araujo, pela companhia, pelas palavras de incentivo e pela auxílio no trabalho.

À todos que de uma ou de outra forma auxiliaram no desenvolvimento deste trabalho.

## RESUMO

Tese de Doutorado  
Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola  
Universidade Federal de Santa Maria

### **PREVISÃO DA OCORRÊNCIA DE REQUEIMA E ALTERNARIA EM TOMATEIRO INDUSTRIAL IRRIGADO SOB DUAS CONDIÇÕES CLIMÁTICAS E SEU CUSTO**

AUTOR: EDENIR LUIS GRIMM

ORIENTADOR: PROFº DR. ARNO BERNARDO HELDWEIN

Local e data da Defesa: Santa Maria, 22 de fevereiro de 2010.

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é uma das mais expressivas culturas no cenário agrícola mundial, constituindo importante produto para o comércio “in natura” e indústria de extratos. O volume de fungicidas utilizado na cultura do tomateiro no controle das principais doenças é elevado e contribui significativamente nos custos de produção de tomate, além do elevado risco de intoxicação do aplicador e dos problemas ambientais. Nesse sentido, utilização de sistemas de previsão e aviso, baseados em modelos matemáticos para gerenciar o manejo das aplicações de fungicidas para o controle das principais doenças foliares no tomateiro poderá auxiliar na redução dos custos de produção, através da diminuição do número de aplicações de fungicidas e de operações de máquinas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. O objetivo do trabalho foi testar os sistemas de previsão de ocorrência de requeima e alternaria em tomateiro industrial irrigado sob duas condições climáticas e estimar o seu custo de implantação. Foram realizados três experimentos, o primeiro experimento no segundo semestre de 2007, em Santa Maria – RS. Os outros dois foram realizados no município de Cristalina – GO. Realizaram-se duas épocas de transplante (01/04/08 e 03/05/08). Utilizou-se a cultivar híbrida U2006 (UNILEVER), de hábito de crescimento determinado. O espaçamento entre as fileiras de plantas foi de 1,3 m e entre as plantas nas fileiras de 0,3 m. Utilizou-se o delineamento experimental de Blocos ao Acaso com três repetições, sendo cada parcela de 5,2 m de largura, composta de 4 fileiras de plantas com 5 m de comprimento. Utilizaram-se os sistemas de previsão de doenças FAST, para mancha de alternaria, e BLITECAST, para requeima. A irrigação foi realizada por aspersão em Santa Maria e por aspersão, por gotejamento superficial e subsuperficial em Cristalina. Os resultados mostraram que o uso de sistemas de previsão de doenças é a maneira mais adequada para o controle de doenças na cultura do tomateiro, pois com o uso de sistemas de previsão de doenças se consegue reduzir significativamente o número de aplicações de fungicidas, em relação ao calendário semanal, em regiões com condições geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças. Considerando-se os cenários de reduções do número de aplicação de fungicidas (30, 43 e 65%), em relação ao calendário semanal de aplicação, condições climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças, é possível recuperar os custos de implantação do sistema de previsão em todos os cenários.

**Palavras-chave:** *Lycopersicon esculentum*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, sistemas de previsão, redução de aplicação.

## ABSTRACT

Doctoral Thesis  
Graduate Program in  
Federal University of Santa Maria

### FORECAST OF LATE BLIGHT AND EARLY BLIGHT ON PROCESSING TOMATO UNDER TWO CLIMATE CONDITIONS AND ITS COST

AUTHOR: EDENIR LUIS GRIMM

ADVISOR: PROF° DR. ARNO BERNARDO HELDWEIN

Location and date of defense: Santa Maria, February 22<sup>th</sup>, 2010.

The tomato (*Lycopersicon esculentum* Mill) is an important crop in the world and an important product for trade "in nature" and for industry. The amount of fungicides used in tomato crop for control of diseases is high and contributes significantly to production costs of tomato, besides the high risk of intoxication of the applicator and environmental problems. So, the use of disease forecasting systems based on mathematical models to manage the applications of fungicides for foliar diseases control in tomato may to reduce production costs, by decreasing the number of fungicide applications and machinery operation during the culture cycle. The objective was to test the systems for predicting occurrence of late blight (*Phytophthora infestans*) and early blight (*Alternaria solani*) on irrigated tomato under two climatic conditions and estimate the cost of deployment. Three experiments were conducted, the first experiment in the spring of 2007, in Santa Maria - RS. The other two were accomplished in Cristalina - GO. There were two seasons of transplanting (01/04/08 and 03/05/08). Used the hybrid U2006 (UNILEVER), with growth habit determined. The spacing between the rows of plants was 1.3 m between plants in rows of 0,3 m. The randomized block design with three replications was used, each plot of 5,2 m wide, consisting of 4 rows of plants with 5 m long. The systems for predicting disease FAST, to early blight, and Blitecast to late blight were used. Irrigation was performed by spraying in Santa Maria and sprinkler, surface drip and subsurface in Cristalina-GO. The results showed that the use of disease forecasting systems is the most appropriate way to control diseases in tomato, as with the use of disease forecasting systems that can significantly reduce the number of fungicide applications in relation the calendar, based on weekly applications in areas with conditions generally unfavorable to the development of disease. Considering the scenarios of reductions of the number of fungicide applications (30, 43 and 65%), compared to the weekly application, in climatic conditions unfavorable to disease development, it is possible to recover the costs of implementing the system prediction in all scenarios.

**Keywords:** *Lycopersicon esculentum*, *Alternaria solani*, *Phytophthora infestans*, forecasting systems, reduction of application.

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 - Estádios de desenvolvimento do tomateiro com sua respectiva duração e coeficiente de cultura (Kc).....	35
TABELA 2- Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90% e respectivos valores de severidade (VS) diários para o controle da requeima nos cultivos de tomate. ....	37
TABELA 3- Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90% e respectivos valores de severidade (VS) diários para o controle da alternaria nos cultivos de tomate. ....	37
TABELA 4 - Descrição dos tratamentos de irrigação e de sistemas de previsão de doenças utilizados nos experimentos realizados no ano segundo semestre de 2007 em Santa Maria – RS e no primeiro semestre de 2008, em Cristalina – GO. ....	38
TABELA 5 - Descrição dos recursos materiais e recursos humanos necessários e os respectivos custos para serem utilizados no sistema de previsão de doenças para requeima e alternaria na cultura do tomateiro em área de 100 ha.....	41
TABELA 6 - Relação da produção do tomate tipo industrial, híbrido U2006, com o desempenho do sistema de previsão de mancha de alternaria, do número de aplicações de fungicidas, da irrigação realizada, da precipitação realizada e do número de horas de umidade relativa do ar maior ou igual a 90% ( $HUR \geq 90\%$ ) no cultivo realizado em Santa Maria, no Experimento SM.....	60

TABELA 7 - Produção total de tomate tipo industrial, híbrido U2006, em função do número de aplicações de fungicidas, determinado com o sistema de previsão de requeima, e do número de horas com UR $\geq$ 90% (HUR $\geq$ 90%) ocorridas no ciclo de cultivo em Cristalina-GO, com transplantes realizados em 01/04 e 03/05/2008 (Experimento 1 e Experimento 2, respectivamente). .....	65
TABELA 8 - Custo estimado de implantação e uso de um sistema de previsão de doenças para mancha de alternaria e/ou requeima e ganhos relativos em função do percentual de redução de aplicação de fungicidas na cultura do tomateiro, tomando como referência o calendário semanal (14 aplicações), considerando-se uma área de 100 ha (1 pivô-central).....	70

## LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Dados das condições meteorológicas (médias diárias de umidade relativa do ar, de temperatura do ar, de precipitação e a máxima velocidade do vento a 1,5 m de altura) de três experimentos, Experimento SM (A), Experimento 1 (os dados disponíveis vão dos 20-115 DAT) e Experimento 2, em que 0 DAT é igual a 33 DAT do eixo x (B)..... 45
- FIGURA 2 - Dados de velocidade do vento média horária para três dias durante o ciclo de cultivo do tomate rasteiro, híbrido U2006, em Cristalina-GO..... 46
- FIGURA 3 - Duração do ciclo e respectivos subperíodos de desenvolvimento do tomate rasteiro, cultivar U2006, do transplante até a maturação dos frutos da primeira inflorescência, cultivado em dois locais diferentes, Santa Maria-RS e Cristalina-GO, em três épocas. Onde: T – BL: Subperíodo do Transplante ao início da Brotação Lateral; BL - OF: Subperíodo do início da Brotação Lateral o aparecimento do Órgão Floral; OF – FL: Subperíodo do aparecimento do Órgão Floral ao início da Floração; FL – FF: Subperíodo do início da Floração ao início da Formação do Fruto; FF – M: Subperíodo do início da Formação do Fruto ao início da maturação. .... 48
- FIGURA 4 - Número de folhas do tomate rasteiro, cultivar U2006, desde o transplante até a maturação dos frutos da primeira inflorescência, em dois locais de cultivo, Santa Maria-RS (Experimento SM) e em Cristalina-GO (Experimento 2), em função do número de dias após o transplante (DAT). .... 49
- FIGURA 5 - Número de horas de molhamento foliar total e diário ( $HUR \geq 90\%$ ) e temperatura média do ar quando a  $UR \geq 90\%$  no decorrer dos dias após o transplante (DAT), e o somatório do  $HUR \geq 90\%$  ( $\Sigma HUR \geq 90\%$ ) durante o ciclo do tomate rasteiro, cv. U2006, cultivado em Santa Maria-RS e em Cristalina-GO, no Experimento SM (A), no Experimento 1 (B), no Experimento 2 (gotejamento - C) e Experimento 2 (aspersão - D), respectivamente..... 53

- FIGURA 6 - Velocidade do vento, temperatura e secamento observado no dossel do tomateiro industrial, em folhas da parte superior, intermediária e inferior, após a irrigação por aspersão durante uma hora, em dois dias no decorrer do cultivo em Cristalina -GO..... 54
- FIGURA 7 - Severidade observada (SVO) no tomate industrial, híbrido U2006, no Experimento SM, em três níveis do dossel, terço superior (a), terço médio (b) e terço inferior (c) das plantas no decorrer do número de dias após o transplante (DAT). Onde: F16, F22 e F28: tratamentos com diferentes valores de severidade adotados (16, 22 e 28, respectivamente) como momento de aplicação de fungicidas, previstos pelo sistema de previsão FAST; Semanal: tratamento que recebeu aplicações semanais de fungicidas; Testemunha NIR: tratamento que não foi irrigado e sem aplicações de fungicidas. .... 58

## LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A - Croqui do Experimento SM, em que foi avaliado o sistema de previsão de doenças FAST, para mancha de alternaria em Santa Maria - RS.....	80
APÊNDICE B - Croqui do Experimento 1 e Experimento 2, realizados em Cristalina - GO.....	82
APÊNDICE C - Radiação solar máxima diária ocorrida no Experimento 2, em Cristalina - GO, com o tomate tipo industrial. ....	84
APÊNDICE D - Custo estimado para implantação de um hectare de tomate tipo industrial, com base em dados do mês de dezembro de 2009, divulgados pela Federação da Agricultura do Estado de Goiás (FAEG).....	85
APÊNDICE E - Tempo de molhamento foliar (resolução de 15 minutos), temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e vento ( $m.s^{-1}$ ), registrados por sensores instalados no interior dossel das plantas do tomateiro tipo industrial, cultivado em duas épocas de transplântio (01/04/08 e 03/05/08) em Cristalina-GO.....	88

## LISTA DE ANEXOS

- ANEXO A - Escala diagramática, apresentando 2%, 4%, 8%, 16% e 32% de área foliar lesionada pela Pinta Preta (*Alternaria solani*), em folíolos de tomateiro com 7 cm<sup>2</sup> de área foliar total. (BOFF, 1988). ..... 92
- ANEXO B - Escala diagramática, apresentando 2%, 4%, 8%, 16% e 32% de área foliar lesionada pela Pinta Preta (*Alternaria solani*), em folíolos de tomateiro com 12 cm<sup>2</sup> de área foliar total. (BOFF, 1988)..... 93
- ANEXO C - Escala diagramática, apresentando 2%, 4%, 8%, 16% e 32% de área foliar lesionada pela Pinta Preta (*Alternaria solani*), em folíolos de tomateiro com 18 cm<sup>2</sup> de área foliar total. BOFF (1988)..... 94
- ANEXO D - Escala Diagramática, apresentando 1%, 10%, 25% e 50% de área foliar lesionada pela Requeima (*Phytophthora infestans*) JAMES (1971). ..... 95

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	19
<b>2.1. Panorama da produção de tomate</b> .....	19
<b>2.2. Irrigação e a incidência de doenças</b> .....	20
<b>2.3. Principais doenças da cultura do tomate</b> .....	21
2.3.1. Requeima do tomate .....	21
2.3.1.1 Sintomas .....	21
2.3.1.2 Epidemiologia da requeima .....	22
2.3.2 Mancha de alternaria .....	22
2.3.2.1 Sintomas .....	22
2.3.2.2 Epidemiologia da mancha de alternaria .....	23
<b>2.4 Número de aplicações de defensivos e impacto ambiental</b> .....	23
<b>2.5 Sistemas de previsão de doenças</b> .....	25
2.5.1 Modelo blitecast .....	27
2.5.2 Modelo FAST (Forecasting <i>Alternaria solani</i> on tomato) .....	27
2.5.3 Desempenho dos sistemas de previsão de doenças .....	27
2.5.4 A implantação do sistema de previsão de doenças.....	29
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	31
<b>3.1 Descrição do Local de Estudo</b> .....	31
<b>3.2 Cultivar utilizada e delineamento experimental</b> .....	31
<b>3.3 Adubação e calagem</b> .....	32
<b>3.4 Variáveis Meteorológicas</b> .....	33
<b>3.5 Irrigação</b> .....	35
<b>3.6 Sistemas de previsão de doenças e avaliações de incidência de doenças</b> .....	36

<b>3.7</b>	<b>Avaliações fenológicas, contagem de folhas e avaliação da produção</b> .....	40
<b>3.8</b>	<b>Análise dos dados experimentais</b> .....	40
<b>3.9</b>	<b>Sistemas de previsão de doenças: custos de implantação e análise do impacto da sua utilização nos resultados</b> .....	40
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	43
<b>4.1</b>	<b>Condições meteorológicas ocorridas durante os experimentos</b> .....	43
<b>4.2</b>	<b>Fenologia da cultura do tomate</b> .....	46
<b>4.3</b>	<b>Incidência e severidade de doenças</b> .....	50
4.3.1	Temperatura, vento, secamento e $HUR \geq 90\%$ .....	50
4.3.2	Quantificação do progresso de mancha de alternaria .....	55
4.3.3	Desempenho dos sistemas de previsão .....	57
4.3.3.1	Desempenho do sistema de previsão fast no <i>Experimento SM</i> .....	57
4.3.3.2	Desempenho do sistema de previsão blitecast no <i>Experimento 1</i> e <i>Experimento 2</i> ...	60
4.3.4	Produção total de tomate em Cristalina - GO.....	62
<b>4.4</b>	<b>Sistemas de previsão de doenças: custos de implantação e análise do impacto da sua utilização</b> .....	66
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	71
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	72

## 1. INTRODUÇÃO

A cultura do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) é uma das mais expressivas culturas no cenário agrícola mundial, constituindo importante produto para o comércio “in natura” e indústria de extratos. Na América Latina, o Brasil se destaca como o maior produtor desta solanácea, e o Estado de São Paulo é o principal mercado consumidor do Mercado Comum do Sul (MERCOSUL). O tomate é cultivado em todo território nacional, sendo as regiões sudeste e centro-oeste os principais centros de produção (CAMARGO FILHO; MAZZEI, 1997; SILVA; GIORDANO, 2000).

Para expressar o seu potencial produtivo, é necessário que as condições de disponibilidade hídrica e de nutrientes no solo, bem como as demais exigências bioclimáticas da cultura sejam atendidas pelas condições meteorológicas de forma otimizada, e que as pragas e fitopatógenos não causem danos significativos. Essas variáveis são difíceis de serem controladas, com exceção da deficiência de água no solo, que pode ser manejada nos períodos de seca através de irrigação. A temperatura e a umidade do solo, geralmente têm grande influência no desenvolvimento de insetos-praga e doenças em microambientes como de uma lavoura de tomate. Portanto, a irrigação por aspersão interfere na incidência e desenvolvimento de pragas e doenças, uma vez que a energia consumida na forma de calor latente altera a temperatura e aumenta o tempo de ocorrência de água livre sobre a parte aérea da planta, o que favorece o processo de infecção, principalmente se houver irrigação ou precipitação em excesso.

A irrigação em excesso gera um aumento do molhamento da parte aérea da planta, constituindo um microclima que favorece o desenvolvimento de muitos patógenos, permitindo que haja infecção, colonização e sua posterior disseminação. De acordo com Vale; Zambolim (1996), isoladamente a irrigação não determina o aumento da incidência ou da severidade, mas seu efeito ocorre associado às condições criadas pelo sistema de irrigação, alterando as condições ambientais, como temperatura, tipo de solo, intensidade e frequência de irrigação e seu efeito no tempo de molhamento, fatores relacionados ao manejo da cultura, suscetibilidade da variedade plantada, seu porte e espaçamento.

O molhamento foliar, assim como a umidade relativa do ar desempenham um importante papel no desenvolvimento de doenças de plantas (VALE; ZAMBOLIM, 1996). No tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.), o molhamento da parte aérea favorece a ocorrência de algumas doenças como a pinta-preta, causada por *Alternaria Solani* Sorauer e a

requeima, causada por *Phytophthora infestans* Month de Bary. A requeima pode trazer grandes prejuízos aos produtores de tomate por ser uma doença destrutiva e de rápida proliferação. Sob condições de temperatura amena e alta umidade e/ou molhamento prolongado, pode destruir uma lavoura em poucos dias (BISOGNIN, 1996).

A importância da mancha de alternaria, causada por *Alternaria solani*, cresce durante os meses mais quentes e úmidos, passando a ser um dos maiores problemas da cultura do tomateiro (PAUL et al., 2004). As perdas na produção do tomateiro que ocorrem em virtude dessa doença, podem ser tanto diretas, devido a infecção dos frutos, quanto indiretas, pela destruição da folhagem, levando à escaldadura dos frutos expostos à radiação (PAUL et al., 2004) e à redução significativa da fotossíntese.

O volume de fungicidas utilizado na cultura do tomateiro no controle das principais doenças é elevado e contribui significativamente nos custos de produção de tomate. Dessa maneira, também há um elevado risco de intoxicação do aplicador, além dos problemas ambientais que podem ser provocados. No tomate de mesa são feitas entre 20 e 40 pulverizações de fungicidas durante o ciclo de desenvolvimento, enquanto que no tomate tipo industrial são feitas pulverizações semanais, desde a emergência até próximo à colheita (SANTOS, 2000).

A utilização de sistemas de previsão e aviso, baseados em modelos matemáticos para gerenciar o manejo das aplicações de fungicidas para o controle das principais doenças foliares no tomateiro poderá representar uma economia significativa nos custos de produção, através da diminuição do número de aplicações de fungicidas e de operações de máquinas durante o ciclo de desenvolvimento da cultura. O modelo de controle para a requeima mais utilizado é o BLITECAST, desenvolvido por Krause, et al. (1975), por prever o primeiro aparecimento da doença e recomendar aplicação de fungicidas baseada no número de dias favoráveis para o desenvolvimento da doença (GARCÍA, 2005). Para a mancha de alternaria existe o modelo FAST desenvolvido por Madden et al. (1978) para prever o aparecimento da mancha de alternaria e auxiliar no controle desta doença (PAUL et al., 2004).

No entanto, há uma freqüente renovação dos genótipos de tomate utilizados na produção em larga escala, que apresentam diferentes graus de resistência às diferentes doenças. Além disso, a irrigação por aspersão, sistema mais utilizado, influi no tempo de molhamento e na incidência e severidade do tomateiro para produção industrial.

## **1.1 Objetivo Geral**

- ❖ Testar os sistemas de previsão de ocorrência de requeima e alternaria em tomateiro industrial irrigado sob duas condições climáticas e estimar o seu custo de implantação.

## **1.2 Objetivos Específicos**

- ❖ Testar a hipótese de que a irrigação por aspersão afeta a ocorrência de requeima e de mancha de alternaria na cultura do tomate industrial, cultivar “U2006”,
- ❖ Obter o custo de implantação de um sistema de previsão de doenças para a cultura do tomateiro e verificar as implicações econômicas de sua utilização através da redução do número de aplicações de fungicidas no custo final de produção.

## **2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **2.1. Panorama da produção de tomate**

Nos últimos 20 anos, segundo dados da Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO), a produção mundial de tomate duplicou e, em 2007, foi de aproximadamente 126 milhões de toneladas (AGRIANUAL, 2009). A produção per capita também aumentou cerca de 36%, passando de 14 quilos por pessoa por ano para 19 quilos. A China é o maior produtor mundial, seguida por Estados Unidos e Turquia. Entre os dez maiores produtores mundiais, o Brasil está na terceira colocação se observarmos apenas o item produtividade (CARVALHO; PAGLIUCA, 2007).

Em 2008 o país produziu cerca de 3,9 milhões de toneladas, em uma área de aproximada de 61 mil hectares. Também em 2008, a produtividade média brasileira foi de aproximadamente 64 t ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2009). Para o ano de 2009, estima-se um aumento de 5,3% no rendimento e de 2,2% na área plantada (IBGE, 2009). Entre 1990 e em 2001 a produtividade média nacional passou de 34 a 75 t ha<sup>-1</sup> (MELO; VILELA, 2005).

No Brasil, a produção está concentrada principalmente na região Centro-Oeste e Sudeste. O campeão tanto em produção quanto em produtividade é o Estado de Goiás. Em 2007, segundo dados do IBGE (2009), esse estado ultrapassou as 802 mil toneladas de tomate e a produtividade alcançou aproximadamente 82 t ha<sup>-1</sup>. Em segundo lugar, está o estado de São Paulo, com mais de 713 mil toneladas e produtividade de aproximadamente 63 t ha<sup>-1</sup>. Além destes estados, Minas Gerais, também tem uma importante participação na produção de tomate industrial.

Os Estados de Goiás e de Minas Gerais desenvolveram o cultivo de tomate industrial com sucesso no cerrado brasileiro. O estado mineiro passou de 8% para 18%, sua contribuição na produção total nacional, nos últimos 20 anos. Atualmente, Minas Gerais é o segundo maior produtor de tomate para mesa e o terceiro de tomate industrial. O Estado de Goiás, que produzia menos de 5% de tomate no Brasil há alguns anos, atualmente participa com 25,6%, sendo que desse total mais de 95% é tomate para indústria (CAMARGO et al., 2006).

## 2.2. Irrigação e a incidência de doenças

Nas condições de cerrado do Brasil Central o ciclo da cultura do tomate destinado à indústria dura, em média, 115 dias. O consumo de água do tomateiro durante o ciclo de desenvolvimento situa-se entre 300 mm e 400 mm (SILVA; MAROUELLI, 1999). Silva et al. (2001, 2002), em estudo sobre o efeito de lâminas de água e doses de potássio e nitrogênio na produção de frutos, encontraram consumo de água do tomateiro variando de 133 a 609 mm, sendo que a lâmina que otimizou a produtividade foi de 586 mm.

No entanto, a quantidade de água a ser aplicada na cultura do tomate varia conforme a sua evapotranspiração, que é um processo em que ocorrem simultaneamente, a evaporação e a transpiração. Esta variação ocorre em função de diferentes condições de disponibilidade hídrica, do grau de cobertura vegetal ou índice de área foliar (IAF), da demanda atmosférica e da fase de desenvolvimento em que as plantas se encontram (PEREIRA et al., 1997).

Em condições de baixa umidade relativa do ar, elevada temperatura do ar e saldo de radiação, tem-se a máxima demanda, denominada de evapotranspiração de referência (ET<sub>o</sub>), utilizada no cálculo da evapotranspiração máxima das culturas (ET<sub>m</sub>) para determinar as lâminas de irrigação. A ET<sub>o</sub> é definida como sendo o total de água perdida para a atmosfera por evaporação e transpiração, por unidade de tempo (por dia), de uma superfície completamente coberta por vegetação de porte baixo, e bem suprida de água (PEREIRA et al., 1997). No entanto, o manejo da irrigação pode afetar a incidência de doenças.

A incidência e a intensidade de ataque das doenças nas culturas submetidas à irrigação por aspersão, como o tomate industrial, são favorecidas tendo em vista a otimização de dois importantes fatores relacionados com a patogênese. O primeiro é o maior número de horas com molhamento foliar favorável ao desenvolvimento e estabelecimento dos patógenos. O segundo é a maior turgescência dos tecidos vegetais mais aptos a uma rápida infecção (BALARDIN, 2001).

O efeito da irrigação na incidência de doenças é determinado pelas condições de molhamento criadas pelo sistema de irrigação, que interage com as condições ambientais, como temperatura do ar, a umidade do ar e o tempo de molhamento da parte aérea da planta, tipo de solo, fatores relacionados ao manejo da cultura, variedade plantada (VALE; ZAMBOLIM, 1996).

Irrigações mais freqüentes devem ser evitadas, pois, a água em forma de respingos de chuva ou água corrente, desempenham um papel importante como veículo de transporte na dispersão de muitos patógenos em uma planta ou de uma planta para outra. Além disso, ela

afeta a intensidade das doenças pelo aumento da succulência da planta, tornando-a predisposta a alguns patógenos (REIS, 2004).

### 2.3. Principais doenças da cultura do tomate

A requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary), pode comprometer todo o campo de produção em questão de poucos dias (ROSS, 1986; HENFLING, 1987; LOPES; SANTOS, 1994; FRY; MIZUBUTI, 1998; KAMOUN et al., 1999). Sob temperaturas acima de 30°C a requeima dificilmente ocorre, mas o patógeno permanece vivo, podendo provocar danos assim que as condições meteorológicas se tornarem novamente favoráveis (LOPES; SANTOS, 1994; ZAMBOLIM et al., 2000). O molhamento foliar depende das condições ambientais que o propiciam, como precipitação e ou irrigação, ocorrência de orvalho e/ou de nevoeiro e das condições ambientais que determinam a velocidade de evaporação da água no dossel das plantas. Assim, umidade relativa do ar e a umidade da camada superficial do solo, o saldo de radiação, tanto no período noturno quanto no diurno, a velocidade do vento, a densidade de plantas, a arquitetura do dossel e o índice de área foliar, influem no tempo de molhamento (HELDWEIN, 1993). O molhamento foliar varia entre os diferentes locais, mas a aproximação por modelagem pode ser feita, desde que validada para cada condição climática, particular às diferentes regiões produtoras de tomate industrial.

Entre as doenças que afetam o tomateiro, a pinta preta causada pelo fungo *Alternaria solani*, Sorauer também é uma das mais importantes. A doença pode incidir sobre a planta em qualquer idade, podendo provocar, sob condições ideais de temperatura e umidade, a destruição completa das folhas (PAULA; OLIVEIRA, 2003) e danificar os frutos.

#### 2.3.1. Requeima do tomate

##### 2.3.1.1 Sintomas

O patógeno pode incidir sobre toda a parte aérea da planta, principalmente na metade superior. Lesões irregulares surgem nos folíolos com encharcamento de coloração verde-escura, que podem aumentar rapidamente e tomar toda a folha. As áreas infectadas assumem a cor pardo-escura com uma estreita faixa de tecido túrgido na área de transição.

Os sintomas nos ramos, pecíolo e ráquis são lesões pardo-escuras no início e pardo-claro em fase mais avançada, podendo haver completo anelamento dos mesmos, o que acarreta a morte da parte superior. Nos frutos o sintoma ocorre em qualquer estágio, apresentando lesões firmes, de cor pardo-escura, profundas e de superfície irregular, podendo aumentar seu tamanho e destruir o fruto inteiro. Em condições de alta umidade do ar ocorre o desenvolvimento de um micélio branco-cinza (ALVES; DEL PONTE, 2009).

### 2.3.1.2 Epidemiologia da Requeima

Condições meteorológicas mais favoráveis ao desenvolvimento da doença são de alta pluviosidade, umidade relativa superior a 90% e temperaturas entre 18 e 22°C. Oósporos germinam por meio da produção de esporângios. O patógeno também pode sobreviver em restos culturais infectados na forma de micélio. Esporângios são produzidos em esporangióforos emergindo a partir dos estômatos. A disseminação da doença se dá pelo vento e água. Os esporângios germinam indiretamente na presença de água e temperaturas mais baixas (18°C) por meio da produção de zoósporos e quando há temperaturas mais altas (21 a 26°C) por meio de produção de tubos germinativos (ALVES; DEL PONTE, 2009).

## 2.3.2 Mancha de alternaria

### 2.3.2.1 Sintomas

Em plantas adultas, os sintomas de mancha de alternaria se manifestam em toda a parte aérea, mas com maior intensidade sobre as folhas e os frutos, acarretando grandes prejuízos de natureza qualitativa e quantitativa. Nas folhas, os sintomas expressam-se através de manchas foliares necróticas, pardo-escuras, com a presença de anéis concêntricos e bordos bem definidos. Com a expansão das lesões e o desenvolvimento de novas lesões, folhas inteiras podem tornar-se cloróticas e cair, causando considerável desfolhamento. Lesões em hastes e pecíolos podem surgir em plantas adultas e caracterizam-se por serem pardas, alongadas, deprimidas, podendo apresentar halos concêntricos (ALVES; DEL PONTE, 2009).

Em plantas jovens as lesões podem restringir completamente a haste, caracterizando a fase da doença conhecida como podridão mole (mela), o que pode reduzir o vigor da planta

ou a levar à morte. Em frutos de tomate, os sintomas são caracterizados pela presença de manchas escuras, deprimidas e com a presença típica de anéis concêntricos, que geralmente se localizam na região do pedúnculo. A polpa sob a lesão é seca, fica coriácea e de cor amarela a castanha. Sintomas de tombamento podem ser verificados em plântulas afetadas pela doença (ALVES; DEL PONTE, 2009).

#### 2.3.2.2 Epidemiologia da Mancha de alternaria

A pinta preta ocorre em regiões onde se cultiva o tomateiro, sendo sua distribuição generalizada, variando apenas sua incidência. Durante os períodos mais quentes, quando a temperatura está em torno de 25 a 30°C e com alta umidade relativa do ar, próximo de 90%, esta doença passa a ser um grave problema para o tomateiro (MAFFIA et al., 1980).

As epidemias severas da doença ocorrem quando as temperaturas estão na faixa de 25 a 32°C e a umidade relativa do ar é elevada. Como característica tem-se intensa redução da área foliar, queda do vigor das plantas, quebra de hastes e depreciação de frutos (TÖFOLI; DOMINGUES, 2005).

O patógeno sobrevive em restos de cultura infectados e solanáceas suscetíveis, podendo sobreviver ainda em equipamentos agrícolas, estacas e caixas usadas ou mesmo nas sementes. Também há a possibilidade de o patógeno permanecer viável no solo na forma de micélio, esporos ou clamidósporos (ALVES; DEL PONTE, 2009).

Sua dispersão ocorre por ação da água, ventos, trabalhadores, equipamentos, insetos e pelo contato e atrito entre folhas sadias e infectadas. Em condições ideais de temperatura e umidade relativa do ar, os conídios germinam e infectam as plantas rapidamente, podendo o fungo penetrar diretamente pela cutícula ou através de estômatos (ALVES; DEL PONTE, 2009). Verifica-se assim, que tanto a mancha de alternaria, quanto a requeima, dependem das condições de temperatura e umidade, as quais sendo favoráveis à esses patógenos, geralmente resultam na redução da produção e da qualidade dos frutos produzidos.

## 2.4 Número de aplicações de defensivos e impacto ambiental

O uso de defensivos agrícolas é indispensável para qualquer sistema de produção agrícola. No entanto, por serem substâncias de risco à saúde e ao ambiente, devem ser empregados de forma criteriosa e apenas quando realmente necessários.

O tomate, é cultivado em épocas favoráveis à requeima e com isso após o transplante das mudas ao campo são iniciadas as pulverizações, que de forma geral seguem até o final do ciclo da cultura, em intervalos de três a cinco dias (NAZARENO et al., 1999). Durante o ciclo da cultura são realizadas até 30 pulverizações (MAKISHIMA, 1980 apud DUARTE et al., 2007). Em geral, não são observados critérios para o momento e a necessidade de pulverizações pela ocorrência do patógeno e/ou de condições ambientais favoráveis à doença (VALE et al., 1992). Desta maneira, o uso excessivo de produtos químicos para o controle da requeima e alternaria, principalmente, se reflete no aumento do custo de produção, maior probabilidade de intoxicação de aplicadores, contaminação do ambiente pela deriva e lixiviação dos excessos dos produtos pulverizados, resíduos de fungicidas nos frutos e surgimento de isolados do patógeno resistentes a fungicidas (ZAMBOLIM et al., 1990).

No entanto, há uma preocupação, principalmente, em relação ao elevado número de aplicações de defensivos nas lavouras de tomate. Além de trabalhos com sistemas de previsão de doenças, existem outros no sentido de estudar e reduzir o impacto ambiental gerado em função do grande número pulverizações de defensivos nas lavouras de tomate. Segundo um levantamento realizado pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária ANVISA (2002), os níveis de resíduos de defensivos encontrados nas amostras de tomate, estão bem acima do limite estabelecido por lei.

Existem estudos em outros países, que trabalham especificamente com a questão ambiental. O indicador EPRIP (Environmental Potential Risk Indicator for Pesticide) foi lançado com o objetivo de proporcionar aos agricultores uma ferramenta para escolher o pesticida mais adequado, com o menor impacto ambiental (AMERICAN FARM TRUST, 2009). Desenvolvido na Itália, o EPRIP, calcula a previsão da concentração ambiental nas águas subterrâneas, águas superficiais, solo e ar. Esta previsão da concentração ambiental é o nível de ingrediente ativo do pesticida no ambiente, após a aplicação. Uma vez calculada, a concentração ambiental é dividida pela informação sobre a toxicidade até chegar a um valor de risco potencial (AMERICAN FARM TRUST, 2009).

BUES et al. (2004), avaliaram os impactos ambientais dos defensivos utilizados na cultura do tomate para processamento em 10 locais de cinco países do Mediterrâneo e na ilha da Reunião, em que utilizaram 3 anos de dados. A avaliação foi realizada através de dois métodos diferentes. Um método, EIQ (Environmental Impact Quotient), foi obtido multiplicando-se um índice EIQ pela quantidade de ingrediente ativo aplicado ( $\text{kg ha}^{-1}$ ). O outro método, IPEST (Pesticide Environmental Impact), foi baseado em um sistema

especialista que envolve lógica “fuzzy”, um tipo de lógica aplicada à programação de computadores. A análise mostrou que o maior impacto resultou de fungicidas, especialmente a base de cobre e enxofre. Não houve estreita correlação entre os valores de EIQ calculados e o número de aplicações de pesticidas. O impacto dos pesticidas sobre os trabalhadores rurais e consumidores variou de acordo com os programas de tratamento, mas foi menor do que em organismos não-humanos. Estes resultados devem ser levados em consideração para adaptar as regras de decisão de pulverização no âmbito da produção integrada de tomate industrial, que por vezes estão integrados em sistemas de previsões de doenças.

## **2.5 Sistemas de previsão de doenças**

Os objetivos principais de um sistema de previsão de doenças, são de reduzir o número de aplicações de fungicidas, reduzindo o custo de produção e diminuindo o risco de perdas econômicas causadas pelas doenças (REIS; FILHO, 2004).

Muitas vezes, a decisão pela utilização ou não utilização dos sistemas de previsão disponíveis, passa pela atitude do agricultor que, procura evitar riscos em sua atividade e se torna relutante em adotar novas tecnologias. Outro problema pode ser a falta de difusão tecnológica e o produtor talvez desconheça tal tecnologia. Mas um dos maiores problemas são os custos diretos e indiretos envolvidos, pois além da necessidade da compra de equipamentos para o sistema de previsão em si (equipamentos de medição das variáveis meteorológicas, coletor de dados automático, software específico, além de uma pessoa especializada para manejar o sistema), há ainda que se pensar na logística de aplicação, que deve permitir a aplicação no dia recomendado pelo sistema. Possivelmente, a presença de doenças secundárias, que causam prejuízos econômicos importantes, também esteja entre os problemas mais comuns que impedem o sucesso de um determinado sistema de previsão de doenças (REIS; FILHO, 2004).

Geralmente, o controle da doença adotado pelos produtores, é baseado em um calendário semanal de pulverização, na maioria das vezes excessivos, que desconsideram a interação entre processos de desenvolvimento biológicos do ciclo de vida do patógeno e as condições meteorológicas. Mesmo assim, nem sempre se obtém um controle eficaz e racional da doença (COSTA et al., 2002).

No entanto, o microclima de um dossel de plantas sofre muitas alterações, varia com o uso de diferentes densidades de plantio, com o desenvolvimento da cultura, como o uso da

irrigação, com a insolação, a precipitação, tipo de solo e a velocidade do vento, que modificam a temperatura e a umidade relativa frequentemente (TAZZO, 2005). Desta forma, no dossel vegetativo ocorrem diferentes microclimas que se caracterizam pela diversidade, ora favorável, ora desfavorável ao desenvolvimento de patógenos. Para isso, o monitoramento adequado dessas variáveis meteorológicas e sua alteração no dossel de plantas são componentes-chave para o alcance de êxito em programas de alerta agrometeorológico (TAZZO, 2005).

Nesse contexto, o manejo integrado de doenças preconiza epidemias de doenças controladas, maior estabilidade da produção, e qualidade dos produtos agrícolas. Desta maneira, as estratégias de controle que podem ser utilizadas incluem o controle biológico, cultural, físico e/ou químico, obediência à legislação fitossanitária, além da inclusão de resistência genética e pré-imunização. (NECHET, 2007).

Além disso, outro fator importante a ser observado é a questão nutricional das plantas. Apesar das plantas não possuírem sistema imunológico como os animais, elas apresentam uma série de mecanismos que as tornam menos suscetíveis a doenças e pragas (YAMADA, 2004). Muitos desses mecanismos são governados por algum elemento mineral ou enzima ativada pela presença em maior ou menor quantidade de algum mineral. Por isso é importante que a adubação seja equilibrada, com base em uma análise do solo da área a ser plantada, pois enquanto aplicações excessivas de fósforo (P) e de potássio (K) comumente não tem efeito sobre as doenças, o excesso de nitrogênio pode favorecer doenças fúngicas, principalmente nos casos onde P e K estiverem em níveis baixos (YAMADA, 2004). Já o conteúdo de cálcio no tecido das plantas afeta a incidência das doenças parasíticas de duas maneiras: primeiro na estabilidade das biomembranas, e segundo, estabilidade da parede celular (YAMADA, 2004).

Mesmo assim, o uso de sistemas de previsão de doenças em culturas agrícolas muito suscetíveis a determinados patógenos, tais como as das solanáceas, não deve ser negligenciado.

O uso de sistemas de alerta tem o potencial de reduzir o número de aplicações de agroquímicos e desta maneira reduzir custos, diminuir o risco de ocorrência de epidemias severas e reduzir a poluição ambiental (TRENTIN, 2006).

A utilização de sistemas de previsão e aviso para gerenciar o manejo e do controle de doenças foliares no tomateiro é uma prática moderna, que vem sendo utilizada com sucesso em diversos países (SANTOS, 2000), mostrando-se técnica e economicamente viável. Também não deve ser esquecido que a questão da preservação ambiental e da qualidade dos

alimentos que consumimos está sendo amplamente discutida e, é cada vez mais exigida pelos consumidores.

### 2.5.1 Modelo BLITECAST

Um dos modelos mais utilizados para o controle da Requeima em tomate é o BLITECAST (KRAUSE et al., 1975), o qual integra os modelos de Hyre (1954) e Walin (1962). A parte I do programa faz o prognóstico da incidência ou primeira ocorrência da Requeima 7-14 dias depois de acumulados os primeiros 10 dias favoráveis, segundo os critérios de Hyre ou a acumulação de 18 valores de severidade do modelo de Wallin. A parte II recomenda as aplicações de fungicida baseadas no número de dias com chuva favoráveis e os valores de severidade acumulada durante os sete dias prévios, os quais são ajustados numa matriz de correlação. Uma versão modificada deste modelo foi incorporada dentro de um programa de manejo da cultura, denominado WIDSON (CALIFORNIA PESTCAST, 2002).

### 2.5.2 Modelo FAST (Forecasting *Alternaria solani* on Tomato)

Para a mancha de alternaria existe o modelo FAST (Forecasting *Alternaria solani* on Tomato) (Madden et al., 1978), que incorpora dois modelos diferentes de se calcular a severidade potencial de ataque da mancha de alternaria: no primeiro (orvalho/temperatura), as horas de molhamento foliar e temperatura média do ar durante o molhamento foram combinadas para se obterem os valores de severidade (S) e, no segundo modelo, valores diários de taxas de severidade (R) foram determinados a partir de medições de três variáveis ambientais (chuva/ temperatura/umidade relativa do ar) (PAUL et al., 2004; REIS, 2004). No entanto esses modelos foram desenvolvidos para cultivos de tomateiro de hábito indeterminado, cujo microclima é diferente do que aquele que ocorre em cultivos de tomate de hábito determinado (rasteiro) e por isso devem ser ajustados para essa condição de cultivo.

### 2.5.3 Desempenho dos sistemas de previsão de doenças

O desempenho dos sistemas sistemas de previsão de doenças utilizados para gerenciar a aplicação de fungicidas para a requeima e a alternaria, tem se mostrado satisfatório,

comparando-se a eficiência do controle alcançado por estes sistemas, com o controle obtido através do esquema de aplicação semanal de aplicação de fungicidas (calendário fixo).

Os resultados obtidos por Trentin et al. (2009), na avaliação do sistema Blitecast para o controle da requeima na cultura da batata, em Santa Maria, na primavera de 2004, demonstram a eficiência do controle deste sistema de previsão. Na primavera o número de pulverizações nos tratamentos baseados no modelo foi 70% menor que as aplicações semanais, enquanto que no outono as aplicações realizadas pelo através do sistema de previsão foram 20% menores que as realizadas pelo esquema semanal de aplicações. Além disso, a aplicação de fungicidas com 18 VS acumulados obteve produtividades semelhantes ao esquema de aplicação semanal.

Na cultura do tomate, Santos (2000) testou o sistema de previsão PAST, para requeima, alternaria e septoriose, em três épocas de cultivo na região de Cristalina-GO. Na primeira época foram realizadas 14 aplicações pelo calendário semanal e apenas 8 aplicações pelo sistema PAST. Na segunda época, essa proporção diminuiu e, a diferença no número de aplicações foi de apenas 3. Foram realizadas 13 aplicações pelo calendário semanal, enquanto que pelo sistema PAST foram realizadas 10 aplicações. É importante ressaltar que as 3 épocas foram cultivadas em áreas irrigadas por pivô-central. Santos (2000) ainda verificou que na última época, o sistema de previsão PAST teve um desempenho equivalente ao calendário semanal, no entanto, com uma redução de aproximadamente 30% no número de aplicações de fungicidas durante o ciclo de cultivo.

Grünwald et al. (2002), testaram o sistema de previsão SimCast, para requeima da batata em dois anos de cultivo, na região do Vale de Toluca, no México. Estes autores verificaram que o sistema de previsão reduziu efetivamente o número de aplicações de fungicidas, se comparadas com as aplicações realizadas através do calendário semanal. Enquanto que com o calendário semanal foram realizadas 7 e 8 aplicações, com o sistema SimCast foram realizadas de 5 e 7 aplicações de fungicidas.

Batista et al. (2006) validaram três sistemas de previsão de doenças, FAST, TOMCAST e CUFAST, para o controle da alternaria e da requeima da batata em duas épocas de cultivo em condições brasileiras. No período de primavera-verão, foram recomendadas 4 pulverizações com fungicidas pelo sistema CUFAST, ao passo que 5 aplicações foram realizadas pelo calendário fixo de aplicação. Não houveram diferenças na perda de rendimento entre os tratamentos. No período de verão-outono, segundo Batista et al. (2006), foram realizadas 4, 9 e 11 aplicações de fungicidas, respectivamente, pelos sistemas de

previsão FAST, CUFAST e pelo calendário fixo. Os rendimentos mais elevados foram registrados nas parcelas pulverizadas de acordo com o esquema de calendário fixo, mas não houveram diferenças significativas entre este e os sistemas de previsão.

#### 2.5.4 A implantação do sistema de previsão de doenças

Em um sistema de previsão de doenças, a medição de alguns elementos meteorológicos é de fundamental importância, e os mais importantes são a temperatura do ar (°C), umidade relativa do ar (%), molhamento foliar, precipitação pluvial (mm) e velocidade do vento (REIS; FILHO, 2004).

Em geral, o que se utiliza em um sistema de previsão de requeima, baseado nos trabalhos de Trentin (2006), Grimm (2007) e Bosco (2008), é uma estação meteorológica automática, que possui todos estes sensores essenciais, além de outros sensores, também importantes, tais como o de radiação solar. A estação automática já possui um sistema de coleta e armazenamento de dados instalado. Por isso, se torna mais prático utilizar este sistema. No entanto, as estações meteorológicas automáticas possuem um elevado custo de aquisição/instalação e exigem vigilância em relação ao correto funcionamento.

Existem outras formas de obter as principais variáveis meteorológicas necessárias para o cálculo do índice de severidade para sistemas de previsão de doenças. Costa et al. (2002) mediram as variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa e molhamento foliar) através de um termohigrohumectógrafo (G. Lufft GmbH Co.). O equipamento foi acondicionado em abrigo de madeira (82cm x 72cm x 80cm) suspenso 1,5m do solo, entre as plantas. O sensor de molhamento foliar foi afixado a um suporte de madeira, na altura do terço médio, entre as folhas das plantas em sentido vertical. Os registros foram armazenados em computador para o cálculo dos valores de severidade da doença.

Salustiano et al. (2006), registraram os dados meteorológicos em cada época com um termohigrógrafo acondicionado em abrigo meteorológico e um sensor de molhamento foliar instalado entre as plantas do tomateiro, à altura de 1,5 m, fixado a um suporte de madeira, na altura do terço médio e entre a folhagem da planta, localizada próxima ao abrigo meteorológico. Os dados pluviométricos foram coletados na estação climatológica localizada a 500m da área experimental. Os dados meteorológicos foram armazenados em computador e analisados, utilizando-se o programa Excel.

Os custos da implantação destes sistemas são relativos à aquisição dos equipamentos necessários para o registro dos dados meteorológicos do local de cultivo, e em decorrência da necessidade de haver uma pessoa especializada para operar o sistema (coletar e analisar os dados e realizar os cálculos dos valores de severidade para recomendar o momento das aplicações de fungicidas).

### **3. MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Descrição do Local de Estudo**

Foram realizados três experimentos. O primeiro experimento foi realizado no segundo semestre de 2007, no campo experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), em Santa Maria – RS (29°43'23''S, 53°43'15''W e 95 m de altitude). Os outros dois foram realizados na Fazenda Pamplona, localizada no município de Cristalina – GO (16°13'43''S, 47°37'32''W e 1000 m de altitude), em duas épocas de transplante (01/04/08 e 03/05/08).

O clima da região, onde está situada Santa Maria, conforme a classificação de Köppen é do tipo Cfa, isto é, subtropical úmido com verões quentes e sem estação seca definida. Em Santa Maria, as médias de temperatura do ar, no mês de julho, mais frio, são de 12,9°C, e no mês de janeiro, mais quente, são de 24,6°C, respectivamente. A precipitação normal anual (1912-2004) é de 1769 mm, distribuída de forma uniforme nas quatro estações do ano (BURIOL et al., 2006). O clima da Região de Cristalina é tropical de altitude, tipo Cwa segundo Köppen, com verões agradáveis e invernos relativamente frios e com período seco definido. O período seco abrange abril a setembro e o chuvoso, de outubro a março, com pluviometria média anual de 1.600 mm. A altitude média da região é de 1000m. Devido sua altitude em relação ao nível do mar, há a incidência de ventos na região.

O solo de Santa Maria é pertencente à Unidade de Mapeamento São Pedro, sendo classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Arênico (STRECK et al., 2008). Na Fazenda Pamplona, o solo é classificado como LATOSSOLO VERMELHO Distrófico, com horizonte A moderado e textura argilosa (EMBRAPA, 2006). O relevo é suavemente ondulado. Apesar do alto teor de argila, o solo da região de Cristalina é bem drenado.

#### **3.2 Cultivar utilizada e delineamento experimental**

Nos três experimentos utilizou-se a cultivar híbrida U2006 (UNILEVER), de hábito de crescimento determinado, que foi implantada na época e conforme as técnicas de plantio recomendadas para cada região. O espaçamento entre as fileiras de plantas foi de 1,3 m e entre as plantas nas fileiras de 0,3 m.

Em Santa Maria-RS utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com bloco adicional de testemunha sem irrigação. Foram utilizadas três repetições, sendo cada parcela de 5,2 m de largura, composta de 4 fileiras de plantas com 5 m de comprimento. Em Cristalina-GO utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições, sendo cada parcela de 5,2 m de largura, composta de 4 fileiras de plantas com 5 m de comprimento

Em Santa Maria (*Experimento SM*), a área experimental utilizada foi de 0,0936 ha, divididos em 36 parcelas para avaliar os sistemas de previsão para requeima e alternaria. A área foi dividida em 18 parcelas para avaliar o sistema BLITECAST e, 18 para o sistema FAST. A irrigação foi realizada, além de tratamentos sem irrigação. (Tabela 1)

Em Goiás foram utilizadas duas áreas. A primeira área, da época 1, possuía 0,0424 ha e foi irrigada apenas com o sistema de irrigação por gotejamento (*Experimento 1* = gotejamento superficial). Nesta época ainda se registrava a ocorrência de precipitações significativas, assim como a formação de orvalho. A área da segunda época possuía 0,106 ha e, a irrigação foi realizada através de três métodos diferentes: irrigação por aspersão, irrigação por gotejamento superficial e irrigação por gotejamento subsuperficial (*Experimento 2* = gotejamento superficial, gotejamento subsuperficial e irrigação por aspersão). Em cada método de irrigação foi avaliado o sistema de previsão BLITECAST, para requeima, devido às condições meteorológicas ocorrentes serem favoráveis a esta doença e desfavoráveis à alternaria. A distribuição e a descrição dos tratamentos de irrigação e sistemas de previsão de doenças para os experimentos realizados em Santa Maria-RS e em Cristalina-GO estão na Tabela 4 e os croquis estão nos Apêndices A e B.

### **3.3 Adubação e calagem**

No *Experimento SM*, o solo ao longo das fileiras de plantas recebeu adubação mineral, quantificada com base na análise do solo, conforme a recomendação da Rede Oficial de Laboratórios de Análise de Solo do Rio Grande do Sul e Santa Catarina (ROLAS RS/SC, 2004).

No *Experimento 1* e *Experimento 2* também foi realizada a análise de solo para efetuar os cálculos de adubação e calagem antes da implantação dos experimentos. No entanto, devido a demora no recebimento dos resultados, não foi possível utilizá-la devido ao cronograma e planejamento do experimento. Por isso, a adubação foi realizada com base no

histórico da área para a implantação do cultivo de tomate, com o respectivo sistema de irrigação.

Uma das áreas disponíveis estava em pousio, com gramíneas cobrindo o solo, sendo esta utilizada para o experimento com gotejamento como único método de irrigação aplicado em todos os tratamentos. Nesta área foi realizada uma subsolagem e, em seguida incorporaram-se estas gramíneas ao solo através de três gradagens. Após realizou-se a calagem a lanço na quantidade de  $4,0 \text{ t ha}^{-1}$ . A adubação foi realizada na fileira de plantio, com aproximadamente  $1800 \text{ kg ha}^{-1}$  da formulação 4-30-10.

A área destinada à segunda época (*Experimento 2*), havia sido cultivada anteriormente com soja e com algodão. Avaliou-se que a necessidade de insumos seria menor, em relação à primeira área. Levando-se em consideração que os solos da área receberam uma calagem antes do plantio da soja, realizado anteriormente à instalação do experimento, realizou-se uma calagem na quantidade de  $1,0 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico, o qual foi incorporado ao solo. Na adubação adicionou-se na fileira de plantio  $800 \text{ kg ha}^{-1}$  de adubo com a formulação 4-30-10.

Os micronutrientes como Boro (Bo), Cálcio (Ca) e Manganês (Mn) e Zinco (Zn) foram aplicados semanalmente via foliar. A aplicação de Mn foi realizada aos 15, 30 e 45 dias após o transplante (DAT) na dosagem de 50 ml/100 l de água. A aplicação de Ca e Bo foi realizada semanalmente, a partir dos 7 DAT até a maturação fisiológica dos frutos de tomate. A aplicação de Ca foi realizada semanalmente a partir do florescimento até a colheita, na dose de 400 ml/100 l de água. Além da aplicação semanal de micronutrientes, também foi realizada a aplicação foliar de fósforo (P) na dose de 100 ml/100 l de água, semanalmente, a partir dos 15 DAT no *Experimento 2*, no momento em que se percebeu a deficiência deste macronutriente.

### **3.4 Variáveis Meteorológicas**

Os dados meteorológicos diários utilizados no cálculo da ETo foram obtidos da série de dados de observação e registro contínuo da estação meteorológica automática compacta da marca Davis, instalada no centro do experimento.

Os dados foram submetidos a uma análise crítica e de consistência através da interação dos diferentes dados diários entre si.

A evapotranspiração de referência ( $ET_o$ , em  $\text{mm.dia}^{-1}$ ) foi estimada pelo método de Penman-Monteith, conforme Pereira et al. (1997), desconsiderando-se o fluxo de calor no solo ( $G \cong 0$ ):

$$ET_o = \frac{\Delta}{\Delta + \gamma^*} (Rn) \frac{1}{\lambda} + \frac{\gamma \cdot 900}{(\Delta + \gamma^*) (T_{am} + 275)} U_2 d \quad (1)$$

em que,  $\Delta$  é a declividade ou tangente à curva de pressão de saturação do vapor d'água do ar para a temperatura  $T_{am}$  ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $\gamma$  é a constante psicrométrica ( $0,0662 \text{ kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $\gamma^*$  é a constante psicrométrica modificada ( $\text{kPa } ^\circ\text{C}^{-1}$ ),  $\lambda$  é o calor latente de evaporação ( $2,45 \text{ MJ kg}^{-1}$ ),  $U_2$  a velocidade média diária do vento a 2,0 m acima do nível do solo ( $\text{m s}^{-1}$ ),  $d$  é o déficit de saturação do ar (kPa) e  $T_{am}$  é a temperatura média diária do ar ( $^\circ\text{C}$ ).

A  $T_{am}$  foi calculada conforme a equação 2:

$$T_{am} = (T_9 + T_{m\acute{a}x} + T_{m\acute{i}n} + 2 T_{21}) \quad (2)$$

Para o cálculo de  $\Delta$  e de  $\gamma^*$  foram utilizadas, respectivamente as equações 3 e 4:

$$\Delta = \frac{4098 e_s}{(T_{am} + 237,3)^2} \quad (3)$$

conforme Allen et al. (1998), e

$$\gamma^* = \gamma \left( 1 + \frac{rc}{ra} \right) \quad (4)$$

Conforme Pereira et al. (1997), em que,  $rc$  é a resistência da vegetação de referência ( $\text{s m}^{-1}$ ) e  $ra$  a resistência aerodinâmica ao transporte de vapor d'água ( $\text{s m}^{-1}$ ). Para o cálculo da razão  $rc \text{ ra}^{-1}$  adotou-se o critério sugerido por Pereira et al. (1997), em função da velocidade do vento ( $rc \text{ ra}^{-1} = 0,11$  para  $U_2 < 1,1 \text{ m s}^{-1}$  e  $rc \text{ ra}^{-1} = -1,67 + 1,67 U_2$  para  $U_2 \geq 1,1 \text{ m s}^{-1}$ ). Para o cálculo do saldo de radiação ( $Rn$ ) foi utilizada a equação de Brunt-Penman, conforme a equação a seguir:

$$Rn = (Rg - 0,77) - 0,95 \cdot 4,734883 \cdot 10^{-9} [(Tam + 273)^4] (0,56 - 0,09 \sqrt{e}) \left[ 0,1 + 0,9 \left( \frac{Rg}{K_{o\downarrow}} \right) \right] \quad (5)$$

onde 0,77 é resultado de  $1,0 - r$ , em que  $r$  é a refletividade,  $e$  é a pressão parcial de vapor (kPa);  $Tam$  é a temperatura média diária do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ),  $Rg$  é radiação solar global incidente ( $\text{MJ dia}^{-1}$ ),  $K_{o\downarrow}$  é radiação solar extraterrestre diária para ( $\text{MJ dia}^{-1}$ ).

### 3.5 Irrigação

A irrigação dos tratamentos foi realizada de maneira a atender a evapotranspiração máxima diária da cultura, ou seja, 1,0 ETm (Evapotranspiração máxima da cultura). A ETm para a cultura do tomate foi calculada em função do Kc apropriado e da evapotranspiração de referência (ETo) ( $ETm = Kc ETo$ ), em que Kc é o coeficiente de cultura, conforme Tabela 4 (ESPINOZA, 1991), e a ETo foi determinada pelo método de Penman-Monteith através da equação 1.

Tabela 1 - Estádios de desenvolvimento do tomateiro com sua respectiva duração e coeficiente de cultura (Kc).

Estádio	Duração (dias)		Coeficiente (kc)
	Parcial	Acumulada	
Vegetativo	20-25	45-55	0,40-0,50*
Floração	20-30	65-85	0,70-0,80
Formação frutos	20-30	85-115	1,05-1,25
Amadurecimento	15-20	100-135	0,60-0,65

O primeiro valor de Kc corresponde às condições de alta umidade relativa do ar ( $UR > 70\%$ ) e vento fraco ( $V < 5$  m.s). O segundo valor corresponde às condições de baixa umidade relativa do ar ( $UR < 50\%$ ) e vento forte ( $V > 5$  m.s). Fonte: ESPINOZA (1991).

Nos tratamentos onde havia irrigação por aspersão utilizaram-se micro-aspersores, para que não houvesse o molhamento das parcelas vizinhas, onde havia irrigação por gotejamento. A vazão dos aspersores foi de 280 l/h e o espaçamento dos micro-aspersores foi de 2,5 m x 2,5 m, para obter assim maior homogeneidade de distribuição de água e, a sobreposição do raio irrigado. Em geral, a velocidade do vento foi um fator limitante para a

realização da irrigação por aspersão, sendo possível na maioria das vezes realizá-la apenas ao entardecer. Nesse momento, a velocidade do vento geralmente diminuía, possibilitando realizar a irrigação sem causar o molhamento das parcelas vizinhas irrigadas por gotejamento.

Também foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, cujo objetivo foi verificar a influência do menor molhamento foliar na incidência da requeima e alternaria na cultura do tomate para cada época de cultivo. Nestes tratamentos, a irrigação foi realizada através de tubos gotejadores autocompensados, com vazão de  $1,4 \text{ l h}^{-1}$ .

O momento da realização das irrigações e o volume de água aplicado nos experimentos realizados em Cristalina (*Experimento 1* e *Experimento 2*) e Santa Maria (*Experimento SM*) foram baseados no cálculo diário da ETm, considerando-se as condições meteorológicas diárias. Para Cristalina, este momento, foi definido quando a ETm acumulada (ETmac) atingisse de 15 mm. Para os *Experimento SM*, o momento da irrigação foi definido quando a ETmac atingisse de 20 mm.

### **3.6 Sistemas de previsão de doenças e avaliações de incidência de doenças**

A avaliação de previsão e o controle de requeima foram realizados utilizando o sistema BLITECAST (KRAUSE et al., 1975). Para a mancha de alternaria foi utilizado o modelo FAST (MADDEN et al., 1978).

Após coletados os dados, através de uma estação meteorológica automática, foi realizado o cálculo da severidade, tanto para alternaria, quanto para requeima. A avaliação ambiental de probabilidade de evolução da doença foi determinada através do cálculo de valores de severidade acumulados (VSac). Os VSac, que quantificam as condições ambientais favoráveis à doença, consideram as variáveis meteorológicas, temperatura do ar e a duração do período com umidade relativa maior do que 90% ( $HUR > 90$ ). Uma vez alcançados os respectivos valores de severidade previstos para cada tratamento, foi efetuada a aplicação do fungicida e uma nova contagem foi iniciada para o respectivo tratamento, respeitando-se um intervalo de carência de 5 dias.

A contabilização dos VS para a requeima e alternaria foi realizada conforme as tabelas propostas por Krause et al. (1975) e Madden et al. (1978) (Tabelas 2 e 3, respectivamente).

Tabela 2- Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90% e respectivos valores de severidade (VS) diários para o controle da requeima nos cultivos de tomate.

Classes de Temperatura (°C)	Tempo com umidade relativa $\geq$ 90% (horas)				
7,2 – 11,6	$\leq$ 15	16 – 18	19 – 21	22 – 24	
11,7 – 15,0	$\leq$ 12	13 – 15	16 – 18	19 – 21	>22
15,1 – 26,6	$\leq$ 9	10 – 12	13 – 15	16 – 18	>19
VS	0	1	2	3	4

Fonte: KRAUSE et al. (1975).

Tabela 3- Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90% e respectivos valores de severidade (VS) diários para o controle da alternaria nos cultivos de tomate.

Classes de Temperatura (°C)	Tempo com umidade relativa $\geq$ 90% (horas)				
13,0 – 17,5	0 – 6	7 – 15	16 – 20	21 >	
17,6 – 20,5	0 – 3	4 – 8	9 – 15	16 – 22	>23
20,6 – 25,5	0 – 2	3 – 5	6 – 12	13 – 20	>21
25,6 – 29,5	0 - 3	4 - 8	9 - 15	16 - 22	>23
VS	0	1	2	3	4

Fonte: MADDEN et al. (1978).

No *Experimento SM* foram avaliados os dois sistemas de previsão de doenças para a cultura do tomateiro (Tabela 2). O modelo FAST, foi composto pelos seguintes tratamentos: F16, F22 e F28 (acúmulo de 16, 22 e 28 valores de severidade (VS) pelo sistema de previsão FAST para realizar a aplicação de fungicidas para o controle da alternaria); Semanal (calendário semanal de aplicação de fungicidas); Testemunha (sem aplicação de fungicidas); B16, B21 e B28 (acúmulo de 16, 21 e 28 VS pelo sistema de previsão BLITECAST para realizar a aplicação de fungicidas para o controle da requeima).

Para o *Experimento 1* e *Experimento 2* foi avaliado apenas o sistema BLITECAST, para a previsão de requeima (Tabela 2). A avaliação deste modelo foi realizada através da dos seguintes tratamentos: Testemunha (sem aplicação de fungicidas); B12, B16 e B20 (acúmulo

de 12, 16 e 20 VS pelo sistema de previsão BLITECAST para realizar a aplicação de fungicidas para o controle da requeima).

Tabela 4 - Descrição dos tratamentos de irrigação e de sistemas de previsão de doenças utilizados nos experimentos realizados no ano segundo semestre de 2007 em Santa Maria – RS e no primeiro semestre de 2008, em Cristalina – GO.

LOCAL/ SEMESTRE/ANO	MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO*	SISTEMAS DE PREVISÃO (VS)	
		FAST**	BLITECAST***
	<b>(Experimento SM)</b>	Testemunha	Testemunha
SANTA MARIA-RS 2/2007	Aspersão (a)	Semanal F16	Semanal B16
	Testemunha NIR	F22	B21
		F28	B26
	<b>(Experimento 1)</b>	-	Testemunha
	Gotejamento superficial (b)	-	B12
		-	B16
		-	B20
CRITALINA-GO 1/2008	<b>(Experimento 2)</b>		
	Aspersão (a)	-	Testemunha
	Gotejamento superficial (b)	-	B12
		-	B16
	Gotejamento subsUPERficial (c)	-	B20

\*(a) Aspersão: irrigação realizada através de aspersão, utilizando microaspersores com vazão de 280 l h<sup>-1</sup>, espaçados 2,5 x 2,5 m; (b) Gotejamento superficial: irrigação realizada através de do método de irrigação por gotejamento convencional, em linha e na superfície; (c) Gotejamento subsuperficial: irrigação realizada através do método de irrigação por gotejamento, onde os tubos gotejadores foram enterrados a aproximadamente 10 cm de profundidade ao lado da linha de cultivo; Testemunha NIR: não foi realizada irrigação; \*\* Valores de severidade (VS) calculados pelo sistema de previsão FAST para realizar a aplicação de fungicidas para o controle de mancha alternaria quando acumulados 16 (F16), 22 (F22) e 28 VS (F28); Testemunha: sem aplicação de fungicidas; \*\*\* Valores de severidade (VS) calculados pelo sistema de previsão Blitecast para realizar a aplicação de fungicidas para o controle de mancha alternaria quando acumulados 16 (B16), 21 (B21) e 26 VS (B26). Semanal: calendário semanal de aplicação de fungicidas.

Para controle da requeima e pinta-preta, com exceção das parcelas testemunha, foram utilizados os fungicidas Dithane NT<sup>I</sup> – 3,0 kg ha<sup>-1</sup> do produto comercial (mancozebe), Cuprocarb 350<sup>II</sup> – 4 g l<sup>-1</sup> de água do produto comercial (oxicloreto de cobre), Cabrio Top<sup>III</sup> – 0,4 kg ha<sup>-1</sup> do produto comercial (piraclostrobina + metiram), conforme recomendações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007). A aplicação dos produtos foi realizada de forma alternada entre os produtos de ação de contato (Dithane NT e Cuprocarb) e o de ação sistêmica (Cabrio Top), observando-se os valores de severidade acumulados para cada tratamento. Para a aplicação, foi utilizado um pulverizador costal de 20 litros de capacidade, ao qual foi acoplado um bico de pulverização do tipo cone vazio.

O molhamento da superfície foliar foi registrado continuamente no terço médio das plantas através de dois sensores de molhamento foliar, acoplados à estação automática e instalados na área com irrigação por aspersão.

Além do registro do molhamento foliar através dos sensores de molhamento, também foram realizadas observações visuais de molhamento por orvalho. Nestas avaliações foi utilizada a escala de molhamento conforme Heldwein & Krzysch (1997). Também foram realizadas observações de incidência de doença a cada 3 ou 4 dias e após sua verificação foi observada a severidade real de ataque da doenças (SO) a cada 4 ou 5 dias. As observações de SO foram ao acaso em cinco folíolos por planta, em três plantas marcadas nas fileiras centrais da parcela. Para requeima, as observações foram realizadas em qualquer parte da planta e para alternaria nos terços médio e inferior das plantas. No início da senescência das folhas também foi feita uma avaliação geral de severidade de dano em todas as plantas da parcela útil. As observações de severidade de dano foram realizadas baseadas nas escalas diagramáticas para pinta preta (BOFF, 1991) e de requeima (JAMES, 1971), apresentadas nos ANEXOS A, B, C e D.

Não houve inoculação artificial dos patógenos *Phytophthora infestans* e *Alternaria solanum*, devido a ocorrência natural do inóculo ao longo das três épocas de cultivo nos locais de estudo.

---

I Titular do Registro: DOW AGROSCIENCES INDUSTRIAL LTDA

II Titular do Registro: OXIQÚMICA AGROCIÊNCIA LTDA

III Titular do Registro: BASF S.A.

### **3.7 Avaliações fenológicas, contagem de folhas e avaliação da produção**

Determinações fenométricas, tais como a contagem do número de folhas, foram realizadas a cada 7 dias. Também foram realizadas determinações fenológicas (50% das plantas), tais como da data do transplante, data do início da floração (1ª flor), floração (flores no 1º e 2º rácimo), data do início da frutificação (1º fruto com 1 cm), data do início da maturação (1º fruto vermelho). Foram observados os seguintes subperíodos fenológicos: T–BL: Subperíodo do Transplante ao início da Brotação Lateral; BL - OF: Subperíodo do início da Brotação Lateral o aparecimento do Órgão Floral; OF – FL: Subperíodo do aparecimento do Órgão Floral ao início da Floração; FL – FF: Subperíodo do início da Floração ao início da Formação do Fruto; FF – M: Subperíodo do início da Formação do Fruto ao início da maturação.

Além das avaliações fenométricas e fenológicas, foram realizadas avaliações de produtividade para comparar os diferentes tipos de tratamentos de irrigação e de sistema de previsão de doenças. A determinação da produção foi realizada em 10 plantas das fileiras centrais de cada parcela experimental, correspondendo a uma área útil de 3,9 m<sup>2</sup> por parcela. Os dados do peso de frutos referente a cada tratamento foram transformados em toneladas por hectare (t ha<sup>-1</sup>).

### **3.8 Análise dos dados experimentais**

Os dados coletados foram processados usando softwares específicos para análises estatísticas, como análise de regressão e, os fatores qualitativos, foram submetidos à análise de variância e à comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

### **3.9 Sistemas de previsão de doenças: custos de implantação e análise do impacto da sua utilização nos resultados**

O valor do custo de implantação do sistema de previsão de doenças, nesta simulação, levou em consideração a aquisição de uma estação meteorológica automática, um notebook e o pagamento de um Engenheiro Agrônomo para operar o sistema através da realização dos cálculos que determinam o momento da aplicação dos fungicidas. Assim, para fins de cálculos

dos custos, tomou-se como base o salário mínimo para Engenheiro Agrônomo estabelecido pela LEI N° 5.194, de 24 de dezembro de 1966 (6 salários mínimos). A estimativa foi realizada considerando-se os mesmos equipamentos utilizados nos experimentos de avaliação do sistema de previsão com a cultura do tomate em Santa Maria e em Cristalina. Os equipamentos utilizados e os respectivos custos para aquisição estão na Tabela 5. Estes custos foram obtidos através de pesquisas de custos junto às empresas que fornecem os respectivos equipamentos.

Na operacionalização do sistema de previsão de doenças considerou-se, para fins de cálculo, a área de um pivô central de irrigação que compreende uma área total de 100 ha, em função da grande variabilidade do microclima de um dossel de plantas de tomate rasteiro.

Tabela 5 - Descrição dos recursos materiais e recursos humanos necessários e os respectivos custos para serem utilizados no sistema de previsão de doenças para requeima e alternaria na cultura do tomateiro em área de 100 ha.

ITEM	DESCRIÇÃO	VALOR TOTAL (R\$)	VALOR/ha (R\$)
1	Pagamento de um Eng <sup>o</sup> . Agrônomo para operar o sistema, monitorar a respectiva área coberta pelo sistema de previsão e determinar o momento da aplicação.	9.180,00*	91,80
2	Estação Meteorológica Vantage Pro2, sem Fio, marca Davis com medida de pressão barométrica, temperatura, umidade, ponto de orvalho, velocidade e direção de vento e precipitação.	7.499,00**	74,99
3	Notebook Positivo <i>Sim</i> , Intel Pentium Dual Core 2,1GHz - 4GB 320GB, monitor LCD 14,1 para colteta dos dados da estação automática e realizar os cálculos dos VS.	1.499,00**	14,99
<b>TOTAL</b>		<b>18.178,00</b>	<b>181,78***</b>

\* O valor do salário pago ao Eng<sup>o</sup>. Agrônomo pode variar de acordo com o salário mínimo nacional estabelecido para a categoria (6 salários mínimos - LEI N° 4.950-A, de 22 abril de 1966), considerando 3 meses de gerenciamento (período crítico da cultura do tomateiro).

\*\* O valor da estação meteorológica automática e do notebook podem variar conforme a cotação do dólar e da configuração escolhida; os valores utilizados nos cálculos são referentes aos da cotação no dia 02 de dezembro de 2009.

\*\*\* Valor estimado para uma área de 100 ha, área contínua aproximada de uma área cultivada sob irrigação de um pivô-central.

Foram realizadas algumas simulações, baseadas na bibliografia e nos próprios experimentos realizados. Os cálculos foram realizados estimando-se reduções de 30 (GOMES et al, 2002), 43% (SANTOS 2000) e 65% (*Experimento 2*) no número de aplicações de fungicidas e verificando-se o custo do sistema de previsão de doenças, a porcentagem do custo dos sistema de previsão em relação ao custo total, e o ganho em relação ao sistema de calendário semanal de aplicação de fungicidas.

Nesta estimativa do custo da aplicação de fungicidas foi considerada a aplicação dos produtos para uma única aplicação, com a escolha de apenas um produto utilizado durante os experimentos realizados em Cristalina. Neste caso foi considerada uma aplicação de piraclostrobina + metiram (Cabrio Top -  $0,4 \text{ kg ha}^{-1}$ ) a um valor/kg de R\$ 137,00 ( $\text{R\$ } 137,00 * 0,4 \text{ kg ha}^{-1} = \text{R\$ } 54,80$ ) e o custo da hora máquina (R\$ 34,80 - Apêndice D). Obviamente os produtos e suas quantidades variam ao longo do ciclo, bem como o valor do custo/ha, que varia conforme a velocidade de aplicação e especificação do equipamento utilizado na aplicação. Partiu-se do princípio de que para a aplicação de um hectare, em média, são necessários 10 minutos (R\$ 5,80), embora, esse seja um tempo relativamente elevado, quando se pensa nos equipamentos disponíveis atualmente para a aplicação de fungicidas. Desta forma, o valor do custo/ha utilizado foi de R\$ 60,60 ( $\text{R\$ } 54,80 + \text{R\$ } 5,80$ ). O custo de 14 aplicações de fungicidas utilizado foi de R\$ 848,40 ( $\text{R\$ } 60,60 * 14$  aplicações) e assim foi realizada a estimativa para 10, 8 e 5 aplicações, respectivamente. Os demais custos de produção como mudas, máquinas, fertilizantes, corretivos de solo, fungicidas, inseticidas, entre outros, foram obtidos em tabelas de custos (Apêndice D) para a cultura do tomateiro para o mês de dezembro de 2009, divulgada pela Federação da Agricultura e Pecuária de Goiás (FAEG). Para fins de estimativa, não foi considerada a depreciação dos equipamentos que compõem o sistema de previsão. Considerou-se a necessidade de realizar esta estimativa a partir da constatação de que este dado importante não era encontrado na bibliografia e, para que desta forma auxiliasse o produtor na tomada de decisão em relação ao uso do sistema de previsão.

## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 Condições meteorológicas ocorridas durante os experimentos

No *Experimento SM*, as condições meteorológicas ocorridas durante o período experimental (Figura 1a) foram de alta pluviosidade e temperatura média diária de 22°C. A temperatura média diurna foi de aproximadamente 26°C, enquanto que a temperatura média noturna foi de aproximadamente 20°C. A precipitação total durante o experimento foi de 300 mm. Além disso, houve também períodos de molhamento foliar causados pela formação de orvalho. A irrigação até o final do experimento totalizou aproximadamente 98 mm nas parcelas irrigadas. Registraram-se ainda alguns períodos com vento moderado a forte, em geral nos períodos que antecederam e sucederam as precipitações. No entanto, na maior parte dos dias o vento era de intensidade fraca. Na Figura 1a, verifica-se que as condições predominantes eram de ventos calmos.

A velocidade do vento tem uma importante participação no ciclo de desenvolvimento das doenças, pois a ocorrência de vento facilita as trocas de calor e do vapor d'água entre a atmosfera e a vegetação (HELDWEIN et al., 2003). Isso significa que a ocorrência de vento teve influência direta no secamento do dossel das plantas, quando ocorre molhamento por orvalho, precipitação ou irrigação. A condição de ventos calmos na maior parte dos dias é importante no que diz respeito à incidência e na severidade das doenças, porque assim, o tempo de molhamento foliar é mais prolongado, favorecendo mais o desenvolvimento dos patógenos.

No *Experimento 1* e *Experimento 2* conduzidos em Cristalina-GO, as condições meteorológicas no início do *Experimento 1* (Figura 1b), foram favoráveis ao desenvolvimento da requeima. As temperaturas no período foram amenas, na média em torno dos 18,5°C, e houve a ocorrência de precipitações ao final de cada dia, da data do transplante até os 24 dias após o transplante (DAT). A média das temperaturas diurnas foi de aproximadamente 23°C, enquanto que média das temperaturas noturnas foi de aproximadamente 15°C.

No decorrer dos experimentos realizados em Cristalina-GO, as temperaturas médias diárias e, principalmente as temperaturas mínimas noturnas diminuíram, atingindo valores próximos dos 6°C em alguns dias e, em vários dias, atingindo valores próximos de 10°C. Esses valores de temperatura são importantes, pois, Beaumont & Stanilund (1936), confirmaram que as condições favoráveis para o desenvolvimento da requeima são de

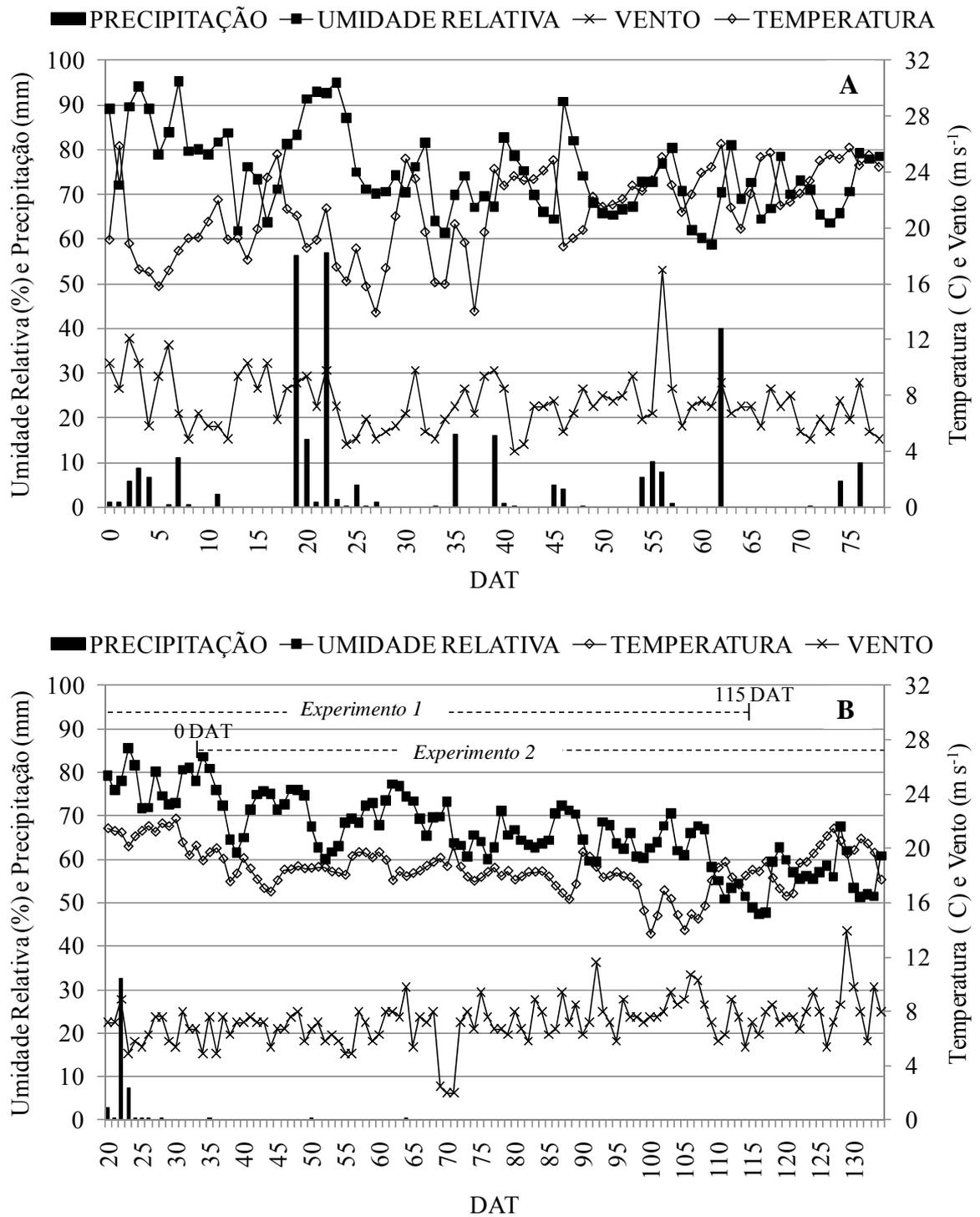
temperatura mínima do ar superior a 10°C e pelo menos dois dias com umidade relativa do ar superior a 75%. Por outro lado, a produção de frutos é prejudicada com temperaturas diurnas acima de 37°C e temperaturas noturnas abaixo de 13°C devido ao abortamento de flores nessas faixas de temperatura (FILGUEIRA, 2003).

As precipitações cessaram aos 28 DAT, da primeira época e a velocidade do vento aumentou, atingindo valores médios em torno dos 4,0 m s<sup>-1</sup> no período diurno (iniciando por volta das 9 h e cessando em torno das 17 h de cada dia). A ocorrência de ventos amenos, temperatura amena e a falta de precipitações, neste caso, foram condições adversas à incidência de doenças, mesmo que as condições de temperatura, na média, tenham sido próximas das ideais ao desenvolvimento da requeima.

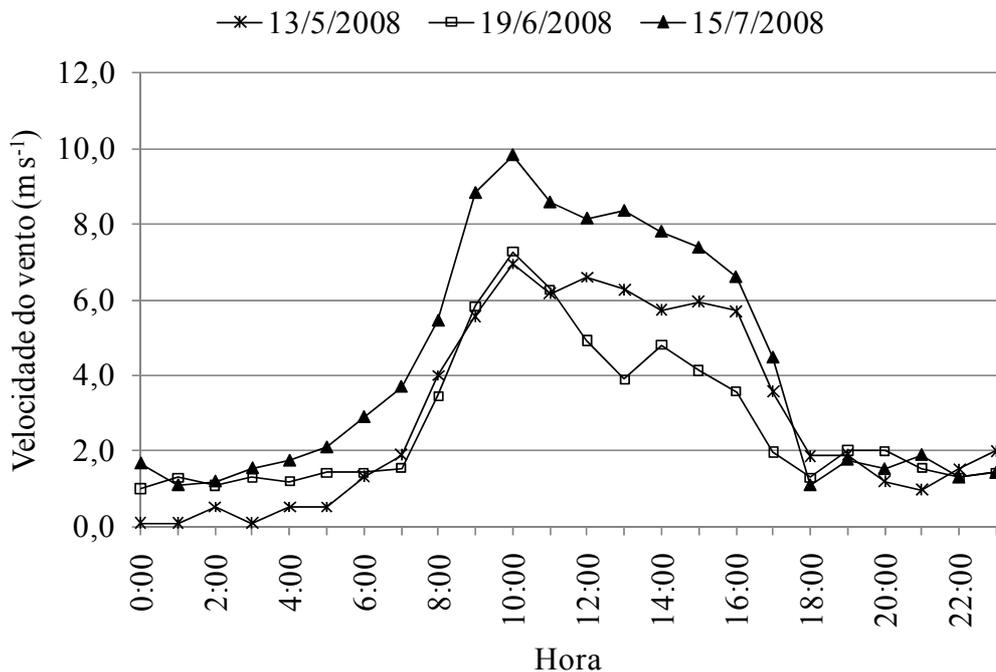
Além destas condições de vento e precipitação, a UR foi outro elemento meteorológico adverso às condições necessárias ao desenvolvimento de doenças, principalmente da requeima e da alternaria. Em média, a UR teve valores absolutos próximos aos 80%, até os 50 DAT da época 1. Após esse período, os valores diários de UR diminuíram significativamente, alcançando valores próximos aos 25%, em torno dos 80 DAT. Isso teve uma relação direta com o tempo de molhamento foliar ocasionado pela formação de orvalho no período noturno. A ação do vento e a queda da UR no início da manhã (9h) geraram condições para o secamento rápido do dossel das plantas, reduzindo o número de horas de molhamento foliar ocasionado pela formação de orvalho.

Na Figura 2 é possível observar a condição diária de vento na região de Cristalina-GO. Pode-se verificar que há uma variação diária significativa nos valores de velocidade do vento, com uma tendência que acompanha de forma muito semelhante a variação diária da temperatura do ar. À medida em que o tempo passa e o período sem precipitação aumenta, também se registra o aumento da velocidade do vento. Da mesma forma, no entanto, de forma contrária, a temperatura do ar e a umidade relativa do ar diminuem.

Essa variação diária da velocidade do vento, da forma como ocorre, e o comportamento da temperatura do ar e da umidade relativa do ar, têm uma importância muito grande do ponto de vista da incidência e desenvolvimento das doenças no período estudado. Estes dados demonstram que nesta época do ano, na região de Cristalina, as condições meteorológicas são desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças na cultura do tomateiro.



**Figura 1** - Dados das condições meteorológicas (médias diárias de umidade relativa do ar, de temperatura do ar, de precipitação e a máxima velocidade do vento a 1,5 m de altura) de três experimentos, *Experimento SM* (A), *Experimento 1* (os dados disponíveis vão dos 20-115 DAT) e *Experimento 2*, em que 0 DAT é igual a 33 DAT do eixo x (B).



**Figura 2** - Dados de velocidade do vento média horária para três dias durante o ciclo de cultivo do tomate rasteiro, híbrido U2006, em Cristalina-GO.

#### 4.2 Fenologia da cultura do tomate

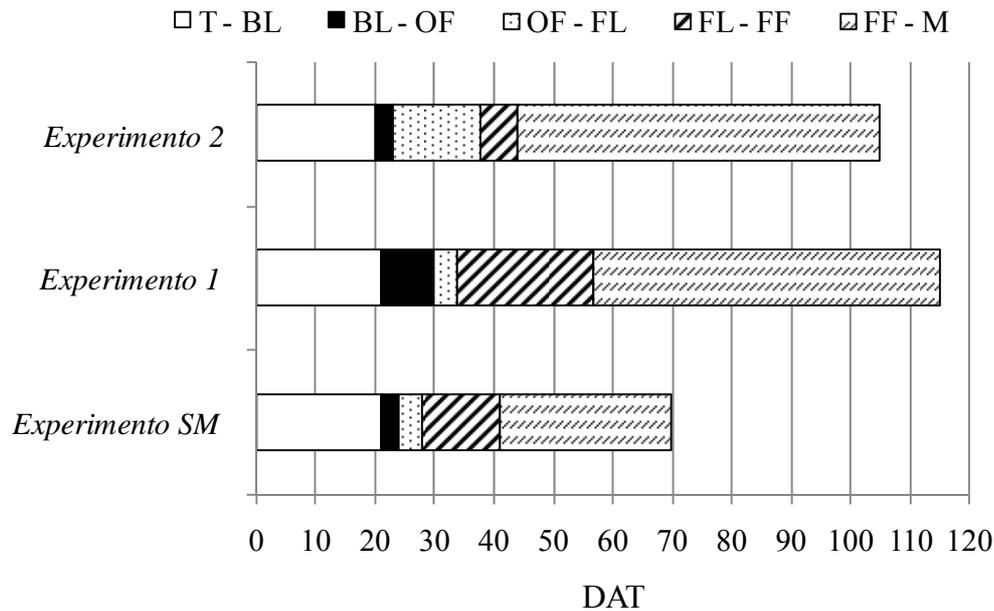
Nas condições de cerrado do Brasil Central, o ciclo da cultura dura em média, 115 dias (SILVA; MAROUELLI, 1999). No entanto, pode haver grande variação em função do genótipo e das condições térmicas. A maior parte das cultivares para processamento possui ciclo de 95 a 125 dias nas condições de clima do cerrado (EMBRAPA, 2009).

O ciclo da cultura do tomateiro, assim como das demais culturas é afetado pelo clima regional, onde a cultura está inserida. Neste caso, para o tomateiro industrial, o clima é o Tropical (de altitude), com temperaturas amenas, seco, com alta luminosidade. A planta de tomate se desenvolve bem com a temperatura no intervalo de 21-28°C no período diurno, e entre 15-20°C no período noturno. Temperaturas acima de 35°C prejudicam a frutificação e o “pegamento” dos frutos, enquanto que temperaturas baixas retardam a germinação e o desenvolvimento (FILGUEIRA, 2008).

Em 2007, no *Experimento SM* (época 1), as mudas de tomate foram transplantadas no dia 09/10 e a maturação dos frutos da primeira infrutescência foi dia 18/12, com 70 DAT. O

ciclo completo (Figura 3), transplante-senescência, não foi possível observar devido à incidência de doenças. A duração do período vegetativo foi de 24 dias, enquanto que o período reprodutivo foi de 46 dias. A duração do período da aparição da 1ª inflorescência (50% das plantas) até a formação do 1º pomo de frutos (50% das plantas) foi de 17 dias. Possivelmente, as altas temperaturas ocorridas nesse período experimental tiveram efeito na aceleração do ciclo da cultura, com o encurtamento do período da formação do fruto até a maturação dos frutos. Em condições de temperaturas altas, o ciclo é geralmente acelerado, formando-se plantas de menor porte e com maturação mais concentrada de frutos (EMBRAPA, 2009) (Figura 3). Além disso, o ciclo da cultura teve um encurtamento provocado pela incidência de doenças.

Para os experimentos realizados em Cristalina-GO (*Experimento 1 e Experimento 2*), o primeiro transplantado no dia 01/04 e, o segundo transplantado em 03/05, o ciclo das plantas teve duração de 110 e 104 dias, do transplante até a data da maturação dos frutos, respectivamente (Figura 3). De modo geral, as condições meteorológicas ocorridas neste período foram favoráveis ao desenvolvimento do tomateiro. No entanto, alguns períodos com temperaturas noturnas baixas podem ter influenciado na duração do ciclo e na duração das fases da cultura do tomate. No *Experimento 2*, é possível observar uma maior duração da fase entre a aparição do órgão floral até a floração, o que pode ser explicado pela temperatura baixa. No entanto, houve um encurtamento em relação às outras fases, da floração até a formação do fruto. A temperatura média durante todo período experimental desta época foi de 18,2°C, enquanto que a temperatura média durante esta fase foi de 18,4°C. Considerando-se esta situação, não há uma explicação do porque deste encurtamento. Ao observar os dados de radiação solar (APÊNDICE C), ocorridos durante esta época, percebe-se que não há uma variação que explique este fato. O fator estresse hídrico pode ser descartado, considerando-se que a irrigação foi baseada no cálculo e acúmulo da ETm diária. Talvez, a explicação esteja relacionada à nutrição das plantas, pois houveram problemas relacionados à adubação. Possivelmente a falta de fósforo tenha uma relação com este encurtamento. Segundo Filgueira (2003), a baixa disponibilidade de fósforo às plantas, está relacionada a um pequeno desenvolvimento das raízes. Por sua vez, a baixa absorção de fósforo e outros nutrientes pelas plantas estão relacionados com a densidade de raízes.



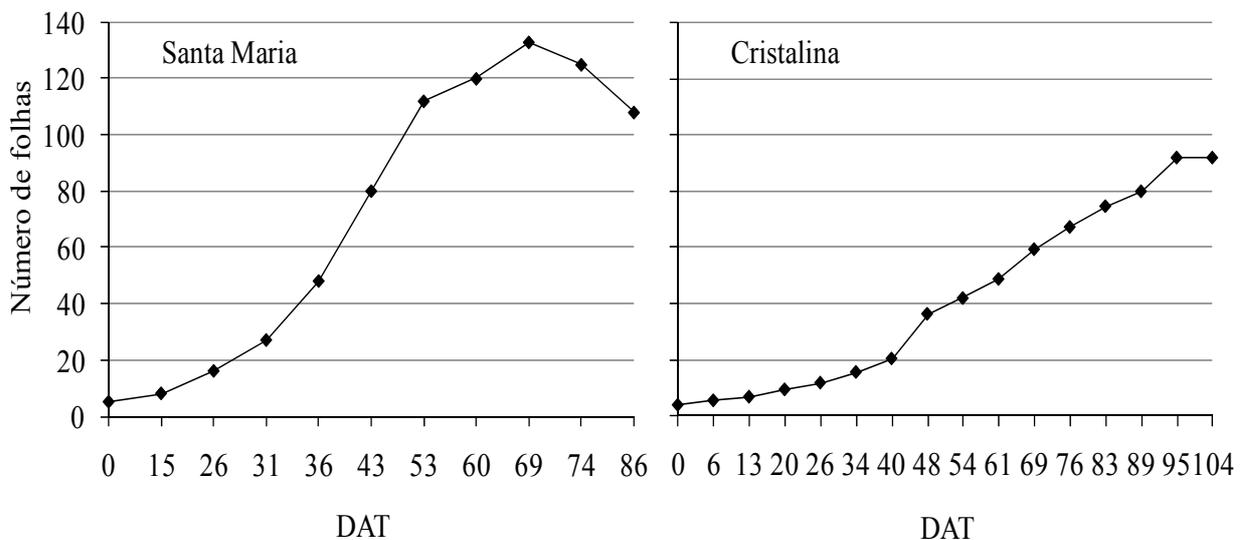
**Figura 3** - Duração do ciclo e respectivos subperíodos de desenvolvimento do tomate rasteiro, cultivar U2006, do transplante até a maturação dos frutos da primeira inflorescência, cultivado em dois locais diferentes, Santa Maria-RS e Cristalina-GO, em três épocas. Onde: T – BL: Subperíodo do Transplante ao início da Brotação Lateral; BL - OF: Subperíodo do início da Brotação Lateral o aparecimento do Órgão Floral; OF – FL: Subperíodo do aparecimento do Órgão Floral ao início da Floração; FL – FF: Subperíodo do início da Floração ao início da Formação do Fruto; FF – M: Subperíodo do início da Formação do Fruto ao início da maturação.

Na Figura 4 é possível observar a diferença no desenvolvimento do tomateiro, ocorrida nos dois locais de cultivo, através do número de folhas das plantas durante o seu ciclo. No *Experimento SM*, as plantas produziram um número máximo de 133 folhas, até os 69 DAT, enquanto que em Cristalina-GO apenas 92 folhas no *Experimento 2*, aos 104 DAT. No *Experimento 1* não foi realizada contagem de folhas, porém, baseado na observação visual, é possível inferir que o número de folhas foi semelhante ao *Experimento SM*.

Normalmente o número de folhas não é utilizado para avaliar o desenvolvimento de tomate rasteiro. No entanto, neste caso específico, o número médio de folhas, observado em dez plantas nas parcelas úteis da área experimental, demonstra a diferença no desenvolvimento das plantas de tomate. Esta variação provavelmente é devida à diferença de

temperaturas ocorridas nas duas épocas experimentais, além de possivelmente haver influencia de fatores nutricionais.

Segundo as Normais Climatológicas do Instituto Nacional de Meteorologia (1961-1990) – INMET (2009), para a região de Cristalina, no mês de julho a temperatura mínima é de 12,8°C. No *Experimento 1* e, principalmente no *Experimento 2*, as temperaturas ocorridas, especialmente no período noturno foram bem abaixo da média, chegando a valores de 5,9°C. No período de 11/07 a 30/07, fase de formação de frutos do *Experimento 2*, as temperaturas mínimas noturnas variaram entre 5,9 e 11,0°C. Segundo Filgueira (2003), temperaturas noturnas abaixo de 13°C inibem a formação de frutos devido a falta de polinização. Segundo Verkerk (1955) citado por Filgueira (2003), as temperaturas ótimas para um crescimento vegetativo moderado e elevada produção de frutos, são de 20 a 23°C no período diurno e de 11 a 17°C no período noturno. Portanto, em Cristalina-GO, as temperaturas mínimas noturnas ficaram abaixo do valor ótimo, para a cultura do tomate tipo industrial.



**Figura 4** - Número de folhas do tomate rasteiro, cultivar U2006, desde o transplante até a maturação dos frutos da primeira inflorescência, em dois locais de cultivo, Santa Maria-RS (*Experimento SM*) e em Cristalina-GO (*Experimento 2*), em função do número de dias após o transplante (DAT).

### 4.3 Incidência e severidade de doenças

#### 4.3.1 Temperatura, vento, secamento e $HUR \geq 90\%$

Nos três experimentos realizados, apenas no *Experimento SM* houve a incidência e severidade de doença, especificamente de mancha alternaria.

Para que haja a incidência e certos níveis de severidade das doenças sobre os cultivos agrícolas, como o tomate industrial, são necessários o inóculo do patógeno e condições meteorológicas favoráveis ao seu desenvolvimento. Para a pinta preta, a temperatura ótima está em torno de 25 a 30°C e a umidade relativa do ar próxima de 90% (MAFFIA et al., 1980).

Condições meteorológicas semelhantes às descritas por Maffia et al (1980) ocorreram no Experimento SM. As condições de alta pluviosidade, temperatura diurna elevada, molhamento foliar, maior número de horas de umidade relativa maior ou igual a 90% ( $HUR \geq 90\%$ ), ausência de vento ou com ventos calmos, na maior parte dos dias, geraram condições ambientais favoráveis ao desenvolvimento de doenças em Santa Maria, neste caso, mancha de alternaria (Figura 5a). Apesar da alta pluviosidade e de condições favoráveis de UR, as temperaturas muito elevadas, foram desfavoráveis à incidência de requeima. Por outro lado, nos experimentos realizados em Cristalina-GO (*Experimento 1* e *Experimento 2*), não houve a incidência de doenças na cultura do tomate. Isso pode ser explicado pelas condições meteorológicas, que em geral não foram favoráveis às duas doenças durante os experimentos (Figura 5b).

A temperatura influencia a densidade relativa de lesões e a severidade da mancha de alternaria. Em girassol, a densidade relativa de lesões de mancha alternaria foi maior na temperatura de 25°C e o aumento da temperatura provocou incremento na severidade da doença até aproximadamente 30°C, a partir da qual decresceu de forma acentuada (LEITE, 2002). Da mesma forma, a incidência e severidade de mancha de alternaria foram maiores com o aumento da duração do período de molhamento foliar e foram necessárias pelo menos 12h de molhamento foliar para que a infecção ocorresse (LEITE, 2002).

Para a requeima a temperatura também não pode ser muito baixa. Bourke (1953) afirma que são necessários temperatura do ar superior a 10°C e pelo menos um período de 12

HUR $\geq$ 90%. Para Smith (1956) esse período deve ser de pelo menos dois dias consecutivos com temperatura mínima do ar maior que 10°C e pelo menos 10 HUR $\geq$ 90%.

Nas Figuras 5a e 5b, pode ser observado o total de HUR $\geq$ 90% do *Experimento SM* e do *Experimento 1*. No *Experimento SM* ocorreram 1003,5 HUR $\geq$ 90%, enquanto que no *Experimento 1* ocorreram 1254,5 HUR $\geq$ 90%. No entanto, no *Experimento SM* o período observado foi de apenas 78 dias, enquanto que no *Experimento 1* foram 120 dias. Analisando os dados de HUR $\geq$ 90%, verificou-se que no *Experimento SM* a frequência de ocorrência de dias com 10 ou mais HUR $\geq$ 90% foi de aproximadamente 75%, enquanto que no *Experimento 1* a frequência de dias com HUR $\geq$ 90% foi de aproximadamente 60%. Uma importante consideração sobre o *Experimento 1* é que ainda ocorreram precipitações, diariamente, no período inicial do ciclo até os 27 DAT. Mesmo assim, a frequência de HUR $\geq$ 90% superior a 10 horas por dia, foi inferior ao registrado no *Experimento SM*. Outra consideração importante, é que o período em que ainda ocorreram as precipitações, o dossel das plantas de tomate ainda não estava fechado, apresentando uma faixa de solo exposto entre as fileiras de plantas. Essa condição pode ter contribuído, juntamente com a ocorrência de ventos, para o secamento rápido da superfície das folhas após as precipitações e no início da manhã, após orvalho noturno (HELDWEIN, 1993). Isso contribuiu para que houvesse uma redução no HUR $\geq$ 90% diário, criando um microclima mais desfavorável à incidência de doenças.

No *Experimento 2*, no qual procedeu-se irrigação por gotejamento e por aspersão (Figuras 5c e 5d, respectivamente), verificou-se o efeito da aspersão no total de HUR $\geq$ 90%. Todo período em que se realizou a irrigação por aspersão foi contabilizado como sendo de HUR $\geq$ 90%. Observa-se a influência da irrigação no aumento dos períodos favoráveis para a incidência de doenças. No entanto, mesmo com irrigação por aspersão e temperaturas amenas, as condições ambientais, ocorridas naturalmente e proporcionadas pelo sistema de irrigação por aspersão, não foram suficientes para que ocorresse a incidência de doenças, especificamente a requeima.

O valor do HUR $\geq$ 90% no *Experimento 2* com irrigação por gotejamento foi de 945,2 horas, enquanto que com irrigação por aspersão foi de 1047,7 horas. Proporcionalmente, o número de dias com período superior a 10 HUR $\geq$ 90% foi de 59% nos tratamentos com irrigação por aspersão, enquanto que com a irrigação por gotejamento, esse valor foi de 53%. Isso demonstra que há a influência do sistema de irrigação no HUR $\geq$ 90% e conseqüentemente, poderia haver influência na incidência de doenças. Porém no experimento, não houve efeito da irrigação no aumento do tempo de molhamento do dossel na incidência de

doenças, principalmente por causa da ação do vento, como pode ser observado na Figura 6. Após a irrigação, no período diurno, o secamento das folhas ocorre rapidamente, principalmente na parte superior do dossel, devido ao vento.

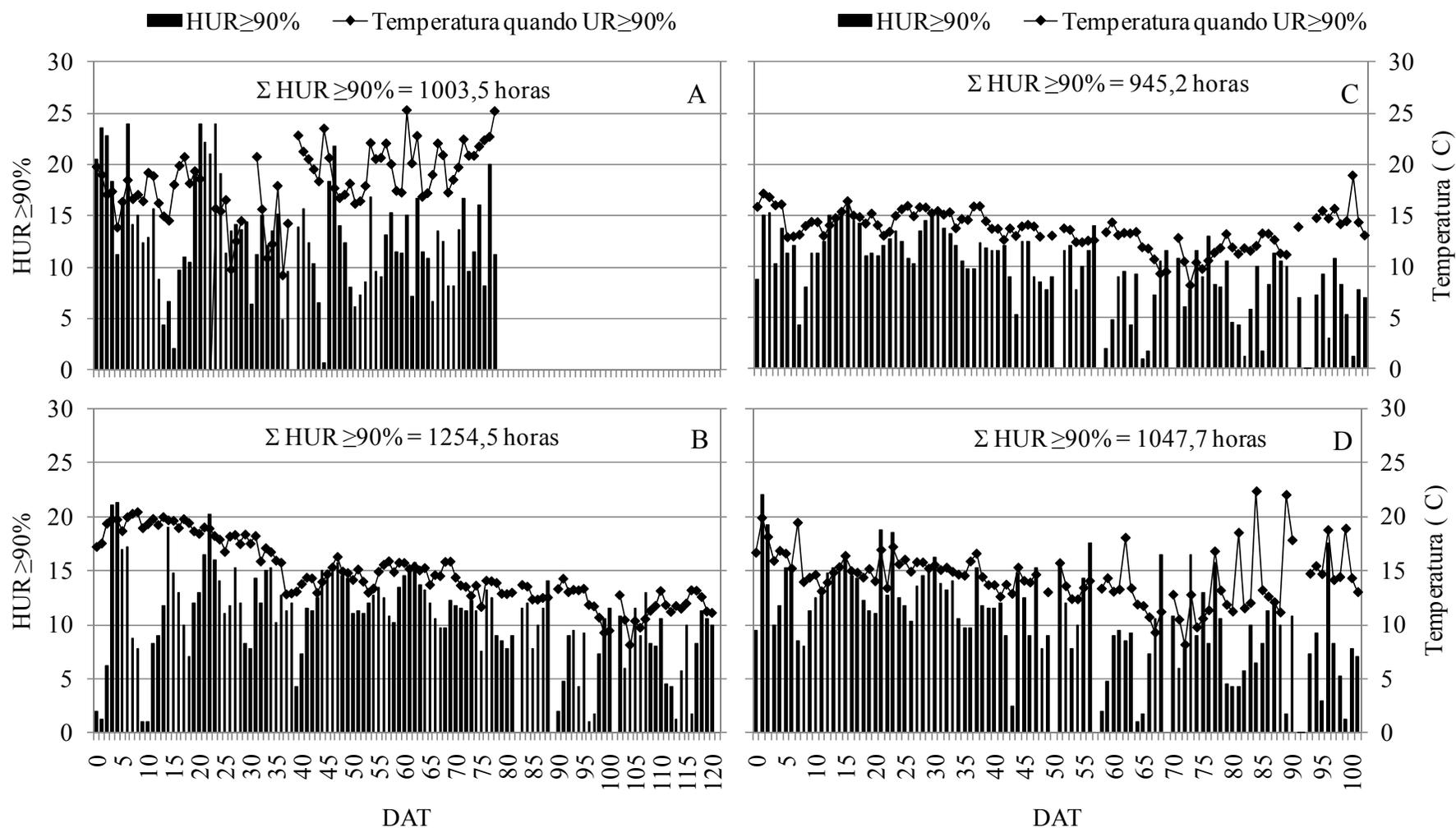


Figura 5 - Número de horas de molhamento foliar total e diário ( $HUR \geq 90\%$ ) e temperatura média do ar quando a  $UR \geq 90\%$  no decorrer dos dias após o transplante (DAT), e o somatório do  $HUR \geq 90\%$  ( $\Sigma HUR \geq 90\%$ ) durante o ciclo do tomate rasteiro, cv. U2006, cultivado em Santa Maria-RS e em Cristalina-GO, no *Experimento SM* (A), no *Experimento 1* (B), no *Experimento 2* (gotejamento - C) e *Experimento 2* (aspersão - D), respectivamente

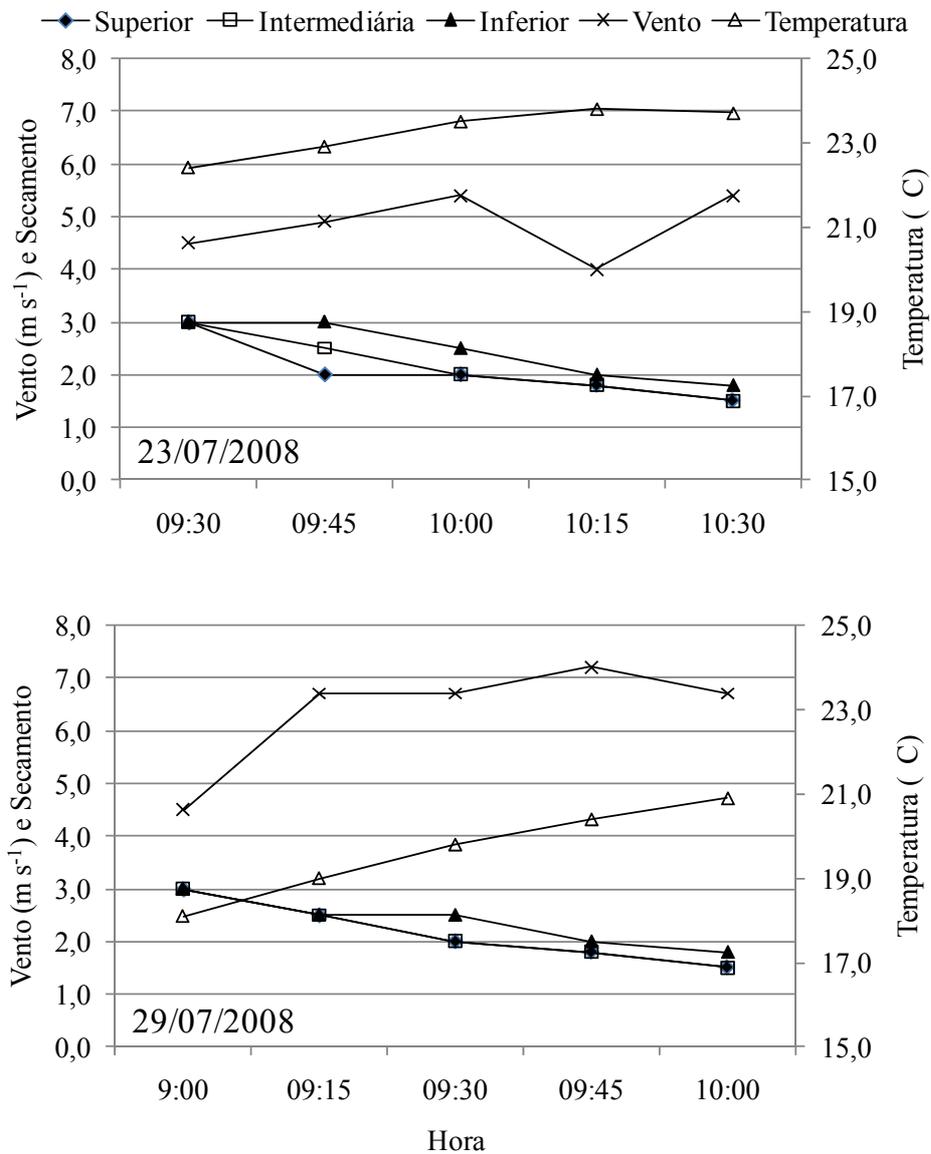


Figura 6 - Velocidade do vento, temperatura e secamento observado no dossel do tomateiro industrial, em folhas da parte superior, intermediária e inferior, após a irrigação por aspersão durante uma hora, em dois dias no decorrer do cultivo em Cristalina - GO.

Em um trabalho desenvolvido por Grimm (2007), avaliando o sistema de previsão de doenças Blitecast na cultura da batata, na primavera de 2005 e outono de 2006, em Santa Maria, houve um acúmulo de aproximadamente 750  $HUR \geq 90\%$  durante o experimento de primavera e de aproximadamente 1490  $HUR \geq 90\%$  durante o experimento de outono. Neste trabalho, houve apenas a incidência de requeima no experimento de outono em função,

principalmente da temperatura do ar, que na primavera foi muito elevada para que houvesse a incidência desta doença na cultura da batata. Na primavera que foi relativamente seca, mesmo com a utilização de um sistema de irrigação por aspersão, não ocorreu a ação da doença. Por outro lado, quando as condições de temperatura e UR foram as consideradas ideais para o desenvolvimento da doença, houve a incidência, sendo observada a alta severidade nas plantas de batata.

Nesse sentido, também, Trentin (2006) em seu trabalho com sistemas de previsão de doenças em batata, verificou que quando as condições de temperatura e umidade relativa foram ideais ao desenvolvimento da requeima a severidade observada foi elevada ao final do ciclo das plantas. No entanto, quando as condições meteorológicas foram menos favoráveis, a severidade observada da requeima da batata foi significativamente menor.

Isto demonstra que em condições meteorológicas desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças, como foi o caso dos experimentos de Cristalina (*Experimento 1 e Experimento 2*), o uso de sistemas de previsão de doenças se torna viável e pode ser uma ferramenta técnica e economicamente viável para a redução do número de aplicações de fungicidas na cultura do tomate. Nestas condições, o uso de sistemas de previsão de doenças pode ser a situação mais adequada para o controle de mancha alternaria e da requeima. Empregando-se os sistemas de previsão de doenças, é possível atingir a mesma produção que a alcançada quando da aplicação de calendário fixo com pulverizações semanais (GOMES et al., 2002), porém, com um número muito menor de aplicações. Por outro lado, para a região do Cerrado goiano, o período de plantio do tomate tipo industrial permitido pela legislação do Estado de Goiás é de fevereiro a julho, visando diminuir o ataque de mosca-branca. Dentro dessa época ocorrem precipitações quase que diariamente, até final de abril/início de maio, propiciando condições de UR, molhamento foliar e temperatura, ideais para o desenvolvimento de doenças como a requeima, alternaria ou mancha de estenfilio, dependendo dos valores da temperatura do ar.

#### 4.3.2 Quantificação do progresso de mancha de alternaria

A severidade observada (SVO) de mancha de alternaria foi verificada apenas no *Experimento SM* (Figuras 6), verificando-se o desenvolvimento variável deste patógeno no dossel das plantas no decorrer do ciclo do tomateiro. Ao final do experimento, a SVO foi maior nas folhas do terço inferior das plantas, enquanto que no terço superior onde a incidência iniciou uma semana mais tarde, a SVO foi de menor intensidade.

Desde a observação da incidência da doença até a sua maior severidade, foram aproximadamente 25 dias, demonstrando o poder destrutivo desta doença, quando as condições ambientais são favoráveis ao seu desenvolvimento. Este período foi de alta pluviosidade e com temperaturas elevadas, condições ideais para o desenvolvimento da mancha de alternaria. Ao analisar os dados meteorológicos ocorridos no decorrer do experimento, verificou-se o registro de um total de 300 mm de precipitação, sendo que dos 55 DAT até os 77 DAT registrou-se 81 mm. Neste período a temperatura média diurna (8 – 18h) foi de 26,4°C, temperatura requerida pela doença. Destes 81 mm de precipitação, 65 mm ocorreram dos 55 DAT aos 63 DAT. Ao observar a Figura 6, verifica-se que foi exatamente neste período em que a taxa de desenvolvimento da doença aumentou e a doença começou a se desenvolver com maior severidade. Estes dados estão de acordo com o que se encontra na bibliografia, onde vários autores citam a faixa de temperatura de 25 – 30°C e elevada UR, alta pluviosidade ou molhamento foliar, como condições ideais para o desenvolvimento da mancha de alternaria (MAFFIA et al., 1980; LEITE, 2002; TÖFOLI, 2005).

No terço inferior do dossel, pode ser observado que o sistema de irrigação não teve influencia significativa sobre o desenvolvimento da doença (Figura 7c), possivelmente explicado pelas precipitações freqüentes e em volumes expressivos que ocorreram ao longo do ciclo. Apenas no terço superior (Figura 7a) foi verificada uma diferença significativa na SVO entre os tratamentos irrigados e o tratamento não irrigado. No entanto, como os dados da SVO do terço médio e terço inferior da planta são diferentes daqueles apresentados pelo terço superior do dossel das plantas do tomateiro, não é possível afirmar que a SVO tenha sido menor na parte superior da planta por causa de uma possível menor duração do molhamento originado sem a irrigação por aspersão.

Todavia, na irrigação por aspersão a água aplicada, além de provocar alterações no microclima do dossel de plantas, supre a umidade requerida para a infecção (germinação e penetração) dos patógenos, favorecendo a dispersão dos esporos, através dos respingos para outras plantas (ROTEM; PALTÍ, 1969; MENZIES, 1967). O molhamento da parte aérea favorece a ocorrência da alternaria e da requeima, que podem trazer grandes prejuízos aos produtores de tomate por serem doenças destrutivas e de rápida proliferação. A importância do molhamento foliar provocado pela irrigação por aspersão pode ser verificada no trabalho realizado por Marouelli (2002b), que mostra que com a irrigação por gotejamento é possível reduzir de 40% a 60% o uso de fungicidas, por não molhar as folhas e os frutos, além de não lavar o fungicida aplicado, reduzindo a incidência de doenças da parte aérea. Balardin (2001)

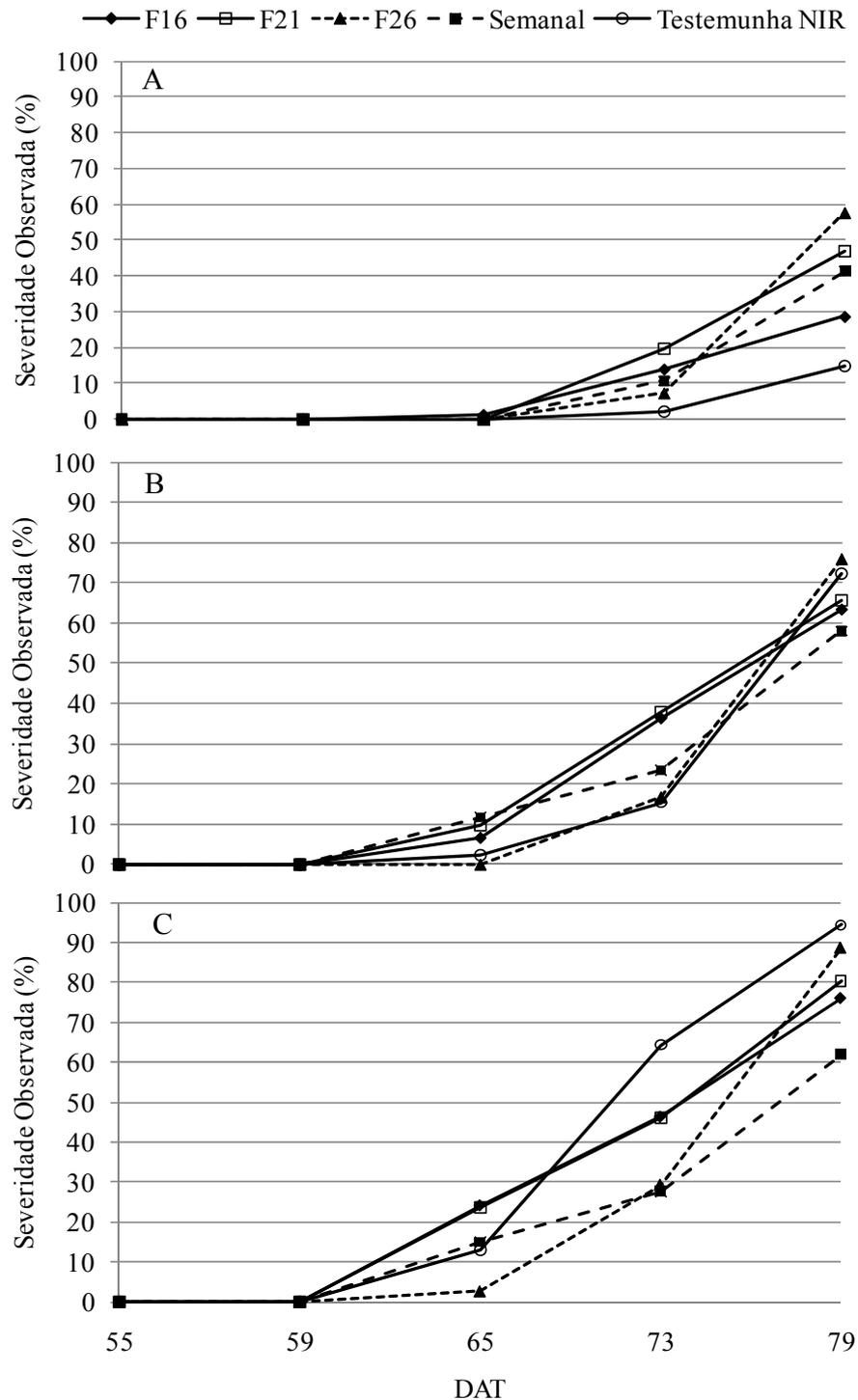
também afirma que a incidência e intensidade do ataque das doenças nas culturas submetidas à irrigação por aspersão são favorecidas tendo em vista a otimização de fatores relacionados com a patogênese, como o maior número de horas com molhamento foliar favorável ao desenvolvimento e estabelecimento dos patógenos e, a maior turgescência dos tecidos vegetais que nessa condição hídrica estão mais vulneráveis a uma rápida infecção.

#### 4.3.3 Desempenho dos sistemas de previsão

##### 4.3.3.1 Desempenho do sistema de previsão FAST no *Experimento SM*

Observando-se apenas o desempenho do sistema de previsão FAST, da doença mancha de alternaria (Figuras 7a, 7b e 7c), com aplicação do tratamento F16, quando foram acumulados 16 VS, verifica-se que a SVO foi semelhante ao calendário semanal de aplicação de fungicidas, bem como existe semelhança com o tratamento F22. Em um trabalho realizado com o sistema de previsão FAST para o tomateiro tipo industrial, Paul et al. (2004) verificaram que a aplicação de fungicidas com base nas condições meteorológicas, seguindo os regimes de pulverização impostos pelo acúmulo de 20 VS, pode-se alcançar a redução do número de aplicações sem comprometer o controle da mancha de alternaria.

No terço superior das plantas observadas, o tratamento F16 teve desempenho melhor em relação ao calendário semanal. No terço médio a diferença na SVO entre F16 e o calendário semanal foi de apenas 5%, enquanto que no terço inferior, o calendário semanal foi um pouco superior e a diferença na SVO foi de 14%.



**Figura 7** - Severidade observada (SVO) no tomate industrial, híbrido U2006, no *Experimento SM*, em três níveis do dossel, terço superior (a), terço médio (b) e terço inferior (c) das plantas no decorrer do número de dias após o transplante (DAT). Onde: F16, F22 e F28: tratamentos com diferentes valores de severidade adotados (16, 22 e 28, respectivamente) como momento de aplicação de fungicidas, previstos pelo sistema de previsão FAST; Semanal: tratamento que recebeu aplicações semanais de fungicidas; Testemunha NIR: tratamento que não foi irrigado e sem aplicações de fungicidas.

Quando se observa os resultados do *Experimento SM*, analisando o número de aplicações de fungicidas (Tabela 6), verifica-se uma redução significativa do tratamento F16, em relação ao tratamento com calendário semanal. A redução alcançada através do tratamento F16 foi de 45%. Estes dados foram obtidos em condições favoráveis para a incidência e desenvolvimento da mancha de alternaria. Pode-se inferir que em condições menos favoráveis à doença, o calendário semanal de aplicação de fungicidas é um exagero e, desta forma, a utilização do sistema de previsão de doenças pode ser a forma mais econômica e racional para o controle da mancha de alternaria.

Entretanto, é importante ressaltar que os VS devem ser ajustados para as condições climáticas de cada local de cultivo. Para alguns locais, 16 VS podem apresentar maior eficiência em prever a ocorrência da mancha de alternaria. Para outros locais, o mais adequado pode ser a adoção 20 VS como momento de aplicação dos fungicidas.

Ao verificar os dados de produção (Tabela 6), para relacioná-los com o desempenho do sistema de previsão de doenças, constatou-se que não houve uma relação claramente definida entre estes dados. A principal explicação para isto, possivelmente foi o controle ineficiente das pragas, principalmente da Lagarta-rosca (*Agrotis spp*) e da Broca-grande (*Helicoverpa zea*), que atacaram os frutos. A falta de experiência com o cultivo e o manejo cultural do tomate rasteiro e as principais pragas desta cultura, resultou em elevadas perdas que impediram que se fizesse uma relação fidedigna entre produção e a eficiência no controle da mancha de alternaria.

Ainda na Tabela 6, verificou-se que a produção de tomate no *Experimento SM*, foi baixa ( $\approx 40 \text{ t ha}^{-1}$ ), principalmente se for considerado que em 2008 a produtividade média brasileira foi de aproximadamente  $64 \text{ t ha}^{-1}$  (IBGE, 2009). Apesar de ter havido diferença no número de aplicações de fungicidas entre os tratamentos do sistema de previsão de doenças e, destes com o calendário semanal de aplicação, esta diferença não pode ser verificada através da produção obtida, em função do controle ineficiente de pragas. No entanto, foi possível verificar que o número de aplicações de fungicidas realizados durante o ciclo do tomateiro para o controle da mancha de alternaria foi em torno de 45% menor se considerados o número de aplicações do tratamento F16 e do calendário semanal. É provável que se o controle de pragas tivesse sido eficiente, a produção obtida pelo tomateiro, expressaria esta diferença de maneira significativa em função da severidade da doença. Além disso, há outros trabalhos na bibliografia, tais como o de Santos (2000), que encontrou diferenças significativas entre os tratamentos do sistema de previsão de doenças e, a produção obtida pelos tratamentos com o

sistema de previsão foi semelhante àquele obtido pelos tratamentos com o calendário de aplicação semanal. Estes resultados corroboram com os resultados obtidos em outras culturas, e a utilização de outros sistemas de previsão. Um exemplo é a utilização do sistema Blitecast na batata, no qual foi observado que quando há a incidência e severidade de doenças, a diferença de produção entre os tratamentos com o sistema de previsão de doenças e destes com o calendário semanal de aplicação é expressivo (TRENTIN et al., 2009; GOMES et al., 2002).

Tabela 6 - Relação da produção do tomate tipo industrial, híbrido U2006, com o desempenho do sistema de previsão de mancha de alternaria, do número de aplicações de fungicidas, da irrigação realizada, da precipitação realizada e do número de horas de umidade relativa do ar maior ou igual a 90% (HUR $\geq$ 90%) no cultivo realizado em Santa Maria, no *Experimento SM*.

Tratamento	Produção (t ha <sup>-1</sup> )	Aplicações de fungicidas (n°)	Irrigação (mm)	Precipitação (mm)	HUR $\geq$ 90%
F28*	45,27a**	3	98,0		
Semanal	42,91a	9	98,0		
F22	40,59a	4	98,0		
Testemunha	45,38a	-	98,0	300,0	1003,5
Testemunha NIR	39,01a	-	0,0		
F16	42,51a	5	98,0		
CV (%)	11,79				

\*\*Médias seguidas por mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Testemunha NIR: não foi realizada irrigação; \* Valores de severidade (VS) calculados pelo sistema de previsão FAST para realizar a aplicação de fungicidas para o controle de mancha alternaria quando acumulados 16 (F16), 22 (F22) e 28 VS (F28); Testemunha: sem aplicação de fungicidas, com irrigação.

#### 4.3.3.2 Desempenho do sistema de previsão Blitecast no *Experimento 1* e *Experimento 2*

O sistema de irrigação por aspersão pode, teoricamente, provocar as condições necessárias ao desenvolvimento de doenças, pois ele interage com as condições ambientais, como temperatura do ar, a umidade do ar, através do aumento do tempo de molhamento da parte aérea da planta, (VALE; ZAMBOLIM, 1996). As condições criadas pelo sistema de

irrigação, aliadas às condições de temperaturas amenas, são ideais para a incidência da requeima.

Teoricamente, as culturas irrigadas por aspersão, como o tomate rasteiro, são mais suscetíveis à incidência de doenças foliares em função do aumento do período de molhamento foliar, provocado pelo sistema de irrigação. Além disso, as folhas próximas ou em contato com o solo, bem como o dossel denso e fechado, são um ambiente propício para as doenças como a requeima e a mancha de alternaria.

Esperava-se que nas condições ambientais de Cristalina, houvesse a incidência de doenças, especialmente a requeima, pelas condições meteorológicas que ocorreram. O motivo dessa expectativa foi porque os experimentos foram realizados em duas épocas, sendo que a primeira foi conduzida com parte do ciclo em um período de ocorrência de precipitações. As temperaturas amenas, precipitações quase que diárias até os 25 DAT, irrigações e o molhamento provocado pela formação de orvalho foram as condições que prevaleceram e já eram esperadas.

Na bibliografia há trabalhos em que situações semelhantes como as ocorridas nos experimentos deste estudo foram observadas. Nas condições meteorológicas do Cerrado, também na região de Cristalina, Santos (2000) desenvolveu um sistema de previsão (PAST) para requeima, mancha de alternaria e septoriose. No trabalho de Santos (2000) foram avaliadas 3 épocas de cultivo próximas ao realizado pelo trabalho atual. Santos (2000) iniciou com o transplante em 25/03 na primeira época e, mais duas, respectivamente, em 13/04 e 03/07. Verificou-se que não houve incidência de requeima nas parcelas testemunhas das 2 primeiras épocas e o número de aplicações de fungicidas aplicado com a utilização do sistema de previsão foi aproximadamente a metade em relação ao calendário semanal de aplicação.

A provável explicação para o fato de não ter havido a incidência de requeima no tomateiro nos cultivos realizados em Cristalina é a ação dos ventos e da baixa UR, que geralmente ocorreram durante o dia nesta época do ano e que provocaram o secamento rápido do dossel, anulando o efeito do sistema de irrigação sobre a incidência das doenças que foram alvo deste estudo.

Considerando os dados obtidos pelos experimentos realizados no atual estudo, e os dados obtidos por Santos (2000), além de outros trabalhos com batata, que também encontraram dados que apontam para uma redução significativa no número de aplicações de fungicidas através do uso de sistemas de previsão de doenças (TRENTIN et al., 2009; GOMES et al., 2002), pode-se afirmar que nem sempre as condições meteorológicas são

favoráveis ao desenvolvimento de patógenos durante o ciclo das plantas de tomate e, assim, o calendário semanal de aplicação de fungicidas pode ser considerado um exagero do ponto de vista econômico e ambiental. Além disso, infere-se que a implantação de um serviço de previsão agrometeorológico de doenças fúngicas para os cultivos de tomate destinado à indústria, seria uma tecnologia possível de provável retorno econômico e uma ação que pode servir de instrumento de marketing para a comercialização dos produtos industrializados desse agronegócio, por tratar-se de produtos oriundos de áreas adequadamente manejadas do ponto de vista ambiental e econômico. Os dados experimentais de Santos (2000) e os atuais indicaram que a ausência de aplicação de fungicidas é uma real possibilidade em alguns anos ou épocas de cultivo do tomate para indústria na região de Cristalina-GO.

Por isso, neste trabalho realizou-se também uma análise econômica e as demais implicações da redução de pulverizações de fungicidas.

Em períodos com condições meteorológicas desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças, deve-se monitorar os locais da área de cultivo que são mais propícios ao desenvolvimento de doenças, como nas áreas onde o pivô-central pára a irrigação e há o gotejamento contínuo até o esvaziamento do sistema, o que prolonga o tempo de molhamento. As áreas de relevo côncavo também merecem atenção especial, pois é onde se acumula o ar frio no período noturno e a umidade do solo geralmente é maior, associado à menor incidência de ventos no decorrer do dia. Nestes locais o período de molhamento foliar originado pela irrigação ou do molhamento causado por orvalho ou chuva, comumente é maior devido a essas características topográficas.

#### 4.3.4 Produção total de tomate em Cristalina - GO

A produção total de tomate obtida nos experimentos realizados em Cristalina (*Experimento 1* e *Experimento 2*) é apresentada na Tabela 7. Observa-se que no *Experimento 1* a produção foi elevada se comparada à média nacional de produção. Estes valores são bastante acima da média nacional, no entanto são níveis de produção que são obtidos nas lavouras de produtores que aplicam bons níveis de tecnologia. Há trabalhos que mostram resultados próximos aos obtidos neste experimento. Seleguini (2005) obteve produções próximas de  $100 \text{ t ha}^{-1}$ , variando entre  $97$  e  $102 \text{ t ha}^{-1}$  em cultivos com alguns híbridos de tomate tipo industrial testados. Aragão et al. (2004) também verificaram que em

cerca de quinze híbridos as produtividades obtidas foram maiores que  $100 \text{ t ha}^{-1}$  e alguns atingiram valores próximos às  $125 \text{ t ha}^{-1}$ .

Por outro lado, foi verificado que não houveram diferenças significativas na produção, entre os diferentes tratamentos no atual trabalho. Isto é reflexo das condições meteorológicas que foram desfavoráveis à incidência de doenças e, assim não houveram danos à área foliar das plantas, além das condições hídricas que foram iguais em todos os tratamentos, o que se refletiu na produção mais homogênea. O fato de não ter ocorrido a a incidência de doenças reforça a idéia de que em épocas ou locais em que as condições meteorológicas sejam desfavoráveis à incidência de doenças, o mais adequado é a utilização de sistemas de previsão como ferramenta para gerenciar as aplicações de fungicidas para o controle das principais doenças fúngicas da cultura do tomateiro.

Apesar do número  $\text{HUR} \geq 90\%$  ter sido maior, em relação ao *Experimento 2* a frequência de ocorrência de dias com 10 ou mais  $\text{HUR} \geq 90\%$  foi de aproximadamente 60% no *Experimento 1*. Também deve ser considerado que no *Experimento 1* ocorreram precipitações diariamente até os 27 DAT. Porém, um ponto importante, é que no o período em que ainda ocorreram as precipitações, as entrelinhas das plantas de tomate ainda não estavam completamente fechadas, o que pode ter contribuído, juntamente com a ocorrência de ventos, para o secamento rápido da superfície das folhas após as precipitações e do orvalho, no início da manhã. Isso fez com que houvesse uma redução no  $\text{HUR} \geq 90\%$  diário, criando um microclima desfavorável à incidência de doenças. Levando em consideração estes dados, pode-se inferir que para efeito de controle da requeima e da alternaria, um fator de grande importância é o manejo de espaçamento entre fileiras de plantas, de forma que possibilite uma maior circulação de ar no interior do dossel, através de um maior espaçamento entre as fileiras.

No *Experimento 2* houveram diferenças significativas na produção do tomateiro, que podem ser explicadas, possivelmente pela influência dos sistemas de irrigação. Neste caso, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos irrigados por gotejamento, mais precisamente, gotejamento subsuperficial e gotejamento superficial, respectivamente. A provável explicação para este fato é de que a água é aplicada de forma localizada. Assim, há maior eficiência no uso da água pelas plantas em função das características do próprio sistema de irrigação por gotejamento, que aplica a água diretamente no solo, diminuindo as perdas por evaporação (BERNARDO et al., 2006). Marouelli et al. (2001) afirmam que o sistema de irrigação por gotejamento atinge produtividades superiores em cerca de 10-40%, se

comparado com os sistemas por aspersão, alcançando produtividades entre 110-140 t ha<sup>-1</sup>. No entanto, a produção total neste experimento foi baixa, o que é reflexo da adubação e correção do solo inadequada, conforme já foi descrito.

Ao observar o número de aplicações de fungicidas nos dois experimentos, no *Experimento 2*, verifica-se que mesmo sob irrigação por aspersão, o número de aplicações de fungicidas foi menor em relação ao *Experimento 1*. Enquanto que no *Experimento 1*, no tratamento B12, o número de aplicações de fungicidas foi de 6, no *Experimento 2*, também no tratamento B12, foram apenas 5. Nestes tratamentos não houve incidência de doenças, assim como nos tratamentos Testemunha. A expectativa inicial era de que a irrigação por aspersão favorecesse a incidência de requeima, mesmo que as condições meteorológicas não fossem muito favoráveis. Desta forma, estes experimentos serviram para mostrar que é possível cultivar o tomate tipo industrial, utilizando o sistema de irrigação por aspersão e realizando o controle das doenças com o auxílio de sistemas de previsão de doenças, como uma ferramenta na tomada de decisões. Assim, torna-se possível a redução do número de aplicações de fungicidas em épocas ou locais onde as condições meteorológicas não sejam favoráveis à incidência de doenças.

Tabela 7 - Produção total de tomate tipo industrial, híbrido U2006, em função do número de aplicações de fungicidas, determinado com o sistema de previsão de requeima, e do número de horas com UR $\geq$ 90% (HUR $\geq$ 90%) ocorridas no ciclo de cultivo em Cristalina-GO, com transplantes realizados em 01/04 e 03/05/2008 (*Experimento 1 e Experimento 2*, respectivamente).

Tratamento	Produção (t ha <sup>-1</sup> )		Aplicações de fungicidas (n°)		Somatório de HUR $\geq$ 90%	
	<i>Experimento</i>	<i>Experimento</i>	<i>Experimento</i>	<i>Experimento</i>	<i>Experimento</i>	<i>Experimento</i>
	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>	<i>1</i>	<i>2</i>
Testemunha (c)	-	55,98a*	-	0		
B12** (c***)	-	52,14ab	-	2		
B20 (c)	-	51,02abc	-	1	-	
B16 (c)	-	49,91abcd	-	2		945,2 <sup>II</sup>
B16 (b)	108,20a	49,66abcd	4	2		
B12 (b)	113,67a	48,38abcd	6	2	1254,5 <sup>I</sup>	
Testemunha (b)	110,77a	45,90abcde	0	0		
B20 (b)	113,16a	44,02abcde	3	1		
B20 (a)	-	37,52 bcde	-	3		
B16 (a)	-	36,58 cde	-	4		
Testemunha (a)	-	34,87 de	-	0	-	1047,7 <sup>III</sup>
B12 (a)	-	32,56 e	-	5		
CV (%)	14,65	11,45	-	-		

\*Médias seguidas por mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. \*\* Valores de severidade (VS) calculados pelo sistema de previsão BLITECAST para realizar a aplicação de fungicidas para o controle de requeima quando acumulados 16 (B12), 22 (B16) e 28 VS (B20); Testemunha: sem aplicação de fungicidas; \*\*\*(a) Aspersão: irrigação realizada através de aspersão, utilizando microaspersores com vazão de 280 l h<sup>-1</sup>, espaçados 2,5 x 2,5 m; (b) Gotejamento superficial: irrigação realizada através do método de irrigação por gotejamento convencional, em linha e na superfície; (c) Gotejamento subsuperficial: irrigação realizada através do método de irrigação por gotejamento, onde os tubos gotejadores foram enterrados a aproximadamente 10 cm de profundidade, ao lado da linha de cultivo. I: Válido apenas para (b); II: Válido para (b) e (c); III: Válido apenas (a).

Salustiano et al. (2006) realizam um trabalho que teve por objetivo comparar o desempenho da variedade Santa Clara e do híbrido Débora Plus, em relação ao desenvolvimento da mancha de alternaria em plantios de verão e outono sob dois sistemas de condução na região de Viçosa. Os autores afirmam que, no caso da mancha de alternaria, a severidade da doença nas épocas de verão–outono e outono–inverno é atenuada pelas condições ambientais, como temperaturas baixas, escassez de chuva e, ou, curta duração do período de molhamento foliar. Nesse período não houve diferenças significativas entre os sistemas de condução de plantas utilizados, em relação à severidade da doença, provavelmente em razão dos baixos valores de severidade. O sistema de condução não influenciou na severidade da doença em épocas em que a temperatura foi baixa (inferior ou igual a 20 °C), a umidade foi alta ou as temperaturas foram altas, com escassez de chuva e períodos curtos de molhamento foliar.

#### **4.4 Sistemas de previsão de doenças: custos de implantação e análise do impacto da sua utilização**

Em sistemas de previsão de doenças, a margem para erro permitida é a mínima possível. Para melhorar a previsão/estimativa desses sistemas, é importante a utilização de equipamentos instalados preferencialmente no interior do cultivo a ser monitorado, fazer observações visuais periódicas de incidência de doenças, além de observações visuais de molhamento foliar para calibrar os sensores, além de verificar o ajuste dos dados. Contudo, é necessário trabalhar sempre preventivamente, por vezes antecipando as aplicações de fungicidas, dependendo do tamanho da área monitorada, da condição de tempo e da previsão de tempo para os dias subseqüentes.

O problema é que, em geral, as áreas onde há produção de tomate são grandes e, conforme Tazzo (2005), o microclima de um dossel de plantas sofre muitas alterações, variando com o uso de diferentes densidades de plantio, com o desenvolvimento da cultura, com o uso da irrigação e seus diferentes métodos, com a insolação, a precipitação, o tipo de solo e a velocidade do vento, que modificam constantemente a temperatura e a umidade relativa do ar em meio ao dossel de plantas. Além disso, há muitas variações meteorológicas a nível regional ao longo do ciclo das culturas e que precisam ser monitoradas, pois alteram a interação patógeno-hospedeiro-ambiente no cultivo.

Os microclimas, ora favoráveis, ora desfavoráveis ao desenvolvimento de patógenos, precisam ser monitorados através de medição adequada das variáveis meteorológicas, o que provavelmente é um componente-chave para o alcance de êxito em programas de alerta agrometeorológico (TAZZO, 2005). Desta forma, as áreas que poderão ser monitoradas para esse fim por uma estação meteorológica automática, são em geral restritas, principalmente se o relevo não é homogêneo. Quanto menores e mais homogêneas, especialmente em relação à sua topografia, forem as áreas monitoradas, maiores são as possibilidades de êxito com o sistema de previsão de doenças em toda área em função dessa possível variabilidade de condições ambientais que há dentro do dossel do tomateiro.

Considerando que as variações meteorológicas podem ocorrer em uma escala pequena, ao nível do dossel, poder-se-ia inferir então que um sistema de previsão de doenças seria de pouca eficiência e pequena abrangência. No entanto, a área abrangida pela estação meteorológica que é limitada e não a abrangência do sistema de previsão, que pode ser composto por várias estações automáticas que irão monitorar cada área separadamente e, assim o manejo de aplicação de fungicidas também será independente, para cada pivô-central.

Seguindo esta lógica, alguém poderia concluir que se forem colocadas várias estações meteorológicas automáticas, o sistema de previsão de doenças para o tomateiro não se tornaria inviável. Baseado neste trabalho e em outros trabalhos encontrados na bibliografia pode-se dizer que não. Isso porque em média, encontraram-se relatos de redução do número de aplicações de fungicidas através do uso de sistemas de previsão de doenças entre 16 e 50%, em comparação ao calendário semanal de aplicação, principalmente para as condições climáticas da região produtora de tomate para a indústria no Estado de Goiás (GOMES, 2002; SANTOS, 2000).

Além disso, a estimativa de custo para montar um sistema de previsão de doenças (Tabela 8) está em torno de R\$ 18.178,00, ou, R\$ 181,78/ha, segundo preços atualizados de empresas de venda de instrumentos meteorológicos e de informática, incluindo uma estação meteorológica automática e um notebook para a coleta dos dados e cálculo do índice de severidade, além do pagamento de um técnico treinado para gerenciar o sistema e monitorar a área desejada. Este custo pode variar de acordo com a cotação do dólar e do salário mínimo estabelecido pelo governo federal.

Com base nos dados divulgados pela Federação da Agricultura do Estado de Goiás (FAEG), em dezembro de 2009, o custo final de produção/ha para o tomate tipo industrial esta em R\$ 10.199,41/ha. Adicionando o custo estimado do sistema de previsão de doenças, este

valor sobe para R\$ 10.381,18/ha (Apêndice D). O custo total do sistema de previsão de doenças para mancha de alternaria e/ou requeima, que foi estimado em R\$ 18.178,00 (Tabela 5), representa 1,75% no custo total de produção para o tomate rasteiro.

Na Tabela 8, verificam-se os ganhos estimados por hectare pela redução do número de aplicações de fungicidas. Considerando-se os dados de reduções no número de aplicações encontrados na literatura e a redução encontrada na bibliografia, a obtenção uma redução média de 30% no número de aplicações de fungicidas, é perfeitamente possível. Neste contexto, com base na estimativa realizada, a redução no custo de uma única aplicação em 1 hectare, considerando apenas valores referentes à aplicação de fungicidas e hora/máquina, foi de R\$ 242,40. Se for considerada esta redução em uma área de 100 ha, cultivada sob irrigação por aspersão com pivô-central, o valor da redução obtida será de R\$ 24.240,00. Assim, o sistema de previsão de doenças implantado de acordo com a Tabela 5, seria totalmente compensado no primeiro ciclo de cultivo, apenas com o valor economizado através da diminuição do número de aplicações e dos custos com a aplicação propriamente dita (custo hora/máquina). Além disso, ainda seria possível obter um lucro, em comparação ao calendário semanal de aproximadamente R\$ 6.000,00, ao final do ciclo. Considerando os valores do Apêndice D, com  $92 \text{ t ha}^{-1}$ , vendidos a um preço de R\$ 120,00 por tonelada. Nesse caso, 9200 t, gerariam uma receita bruta de R\$ 1.104.000,00. Desta forma, a economia obtida através da redução do número de aplicações e conseqüentemente, dos custos com maquinário, é um valor considerável. Em outro cenário, onde a redução do número de aplicações poderia chegar a 43%, a redução do custo de aplicações/ha foi estimada em R\$ 363,60. Em 100 ha o valor do ganho aproximado, em relação ao calendário semanal, seria de R\$ 36.360,00, valor que compensaria o valor do custo de implantação do sistema de previsão de doenças, e o saldo positivo em relação ao calendário semanal seria de R\$ 18.182,00. Isso representa o valor de implantação de outro sistema. No entanto, esse poderia ser utilizado para a compra de mais estações automáticas para aumentar a abrangência de um único sistema de previsão, composto por várias estações automáticas de coleta de dados meteorológicos. No terceiro cenário, com uma redução projetada de 65% no número de aplicações (*Experimento 2*), o que pode até ser considerado um valor exagerado em determinadas condições, mas que poderá ser alcançado em condições extremamente desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças, como as que ocorreram nos experimentos. Nestas condições a redução do custo do ciclo de cultivo, foi de R\$ 545,40. Em 100 ha o valor economizado através da redução do número de aplicações e dos valores referentes à máquinas, seria de 54.540,00, valor que seria suficiente para a

operacionalização de aproximadamente 3,0 vezes do sistema de previsão de doenças ao final do segundo ciclo de cultivo.

Ressalta-se que essas simulações foram feitas para mostrar que o sistema de previsão de doenças é uma ferramenta possível de ser utilizada no manejo de doenças do tomate industrial. Na bibliografia existem poucos trabalhos que fazem referência à valores quando se trata de sistemas de previsão de plantas. Neste caso, trata-se de um exercício de cálculo simples, apenas para mostrar que em épocas desfavoráveis à incidência de doenças, os sistemas de previsão são uma ferramenta útil para realizar o controle de doenças de maneira mais racional possível, obtendo-se grandes vantagens econômicas e ambientais.

Santos (2000) obteve em média, uma redução de 30% do número de aplicações de fungicidas, o que representou uma economia de U\$ 155,00/ha nos custos de produção. Em seu trabalho, Santos (2000) chegou a obter resultados que apresentaram uma redução de 43%, aproximadamente, no número de aplicações de fungicidas para requeima do tomateiro. Gomes et al. (2002) afirma ter encontrado relatos na bibliografia de reduções do número de aplicações de fungicidas para requeima da batata, que giravam entre 16 a 50%. Os valores encontrados em seus experimentos se situaram entre 22,2 e 28,6%. Segundo ele, na região de Pelotas-RS e São Lourenço do Sul, onde o trabalho foi desenvolvido, isto representaria uma economia de 17 t de fungicidas por ano.

Além das vantagens já mencionadas, a redução no número de pulverizações nas lavouras de tomate para industrialização, também pode ser explorada em marketing na comercialização dos produtos processados e o passivo ambiental é significativamente reduzido. Benefícios de ordem social, como redução da contaminação dos produtores e dos frutos e derivados significam maior qualidade de vida e redução dos gastos e redução dos gastos públicos e privados com saúde.

Tabela 8 - Custo estimado de implantação e uso de um sistema de previsão de doenças para mancha de alternaria e/ou requeima e ganhos relativos em função do percentual de redução de aplicação de fungicidas na cultura do tomateiro, tomando como referência o calendário semanal (14 aplicações), considerando-se uma área de 100 ha (1 pivô-central).

Forma de Aplicação	Custo Total (R\$)	Custo/ha (R\$)	Ganho Estimado em 1 ha (R\$)	Ganho Estimado em 100 ha (R\$)
Semanal (14 aplicações)	848,40***		-	-
FAST/BLITECAST (redução de 30% = 10*)	606,00	60,6	242,40	24.240,00
FAST/BLITECAST (redução de 43% = 8)	484,80		363,6	36.360,00
FAST/BLITECAST (redução de 65% = 5)	303,00		545,40	54.540,00
SISTEMA DE APLICAÇÃO			-	
Custo estimado	18.178,00**	181,78		
Percentual no Custo de produção (%)	1,75			

\* Simulações baseadas na bibliografia e nos próprios experimentos realizados, com a redução de 30% (GOMES et al, 2002), 43% (SANTOS, 2000) e 65% (*Experimento 2*) no número de aplicações de fungicidas;

\*\* Valor estimado para uma área de 100 ha, área contínua aproximada de uma área cultivada sob irrigação de um pivô-central conforme dados da Tabela 5, durante três meses.

\*\*\* Custo total estimado de aplicação de fungicidas durante o ciclo do tomateiro, considerando-se o valor de uma aplicação de Cabrio Top em um hectare .

## **5 CONCLUSÕES**

Nas áreas de cultivo da região de Cristalina, as épocas de plantio realizadas a partir do mês de abril são relativamente épocas desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças e, por isso, é possível nestas épocas, a utilização dos sistemas de previsão de doenças para o manejo das principais doenças, como a requeima.

O uso de sistemas de previsão de doenças consegue reduzir significativamente o número de aplicações de fungicidas, em relação ao calendário semanal, em regiões com condições geralmente desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças.

O custo dos sistema de previsão de doenças baseado em preços de dezembro de 2009, está em R\$ 18.178,00, considerando-se a aquisição de uma estação meteorológica automática, um notebook e o pagamento de um Engenheiro Agrônomo para operar o sistema.

Considerando-se os cenários de reduções do número de aplicação de fungicidas (30, 43 e 65%), em relação ao calendário semanal de aplicação, em épocas ou locais desfavoráveis ao desenvolvimento de doenças, é possível recuperar os custos de implantação do sistema de previsão em todos os cenários.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R. C.; DEL PONTE, E. M. Pinta-Preta. In: DEL PONTE, E. M. (Ed.) Fitopatologia.net - herbário virtual. Departamento de Fitossanidade. Agronomia, UFRGS. Disponível em: <<http://www6.ufrgs.br/agronomia/fitossan/fitopatologia/consulta.php>>. Acesso em: 29/09/ 2009.

AMERICAN FARM TRUST. **Environmental potential risk indicator for pesticides - EPRIP**. Disponível em: <<http://www.aftresearch.org/ipm/risk/eprp/index.php>>. Acesso em: 17 out. 2009.

ANVISA - AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. **ANVISA investiga alimentos contaminados por agrotóxicos**. 2002. (Boletim Informativo da Anvisa, n. 25).

ARAGÃO, F. A. S. et al. Desempenho de híbridos experimentais de tomateiro para processamento industrial nas condições edafoclimáticas do cerrado brasileiro. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 22, n. 3, p. 529-533, 2004.

BALARDIN, R. S. Dinâmica de doenças em culturas irrigadas por aspersão. In: Reimar Carlesso, Ed. **Irrigação por Aspersão no Rio Grande do Sul**. Santa Maria, RS, 2001. 165p.

BATISTA, D. C. et al. Validation of decision support systems for tomato early blight and potato late blight, under Brazilian conditions. **Crop Protection**, Amsterdam, v. 25, n. 7, p. 664-670, 2006.

BEAUMONT, A.; STANILUND, L. **13th Annual Report, Department Plant Pathology, Seale-Hayne Agricultural College, Newton Abbot**. Irish Meteorological Service. Devon, for year ending September 30, 1936. (Technical Note, n. 12).

BERNARDO, S.; SOARES, A. A.; MANTOVANI, E. C. **Manual de irrigação**. 8. ed. Viçosa: UFV, 2006. 625 p.

BISOGNIN, D. A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Centro de Ciências Rurais. Gráfica Universitária – UFSM. Santa Maria. 1996. 64 p. (Boletim técnico)

BOFF, P.; ZAMBOLIM, L.; RIBEIRO DO VALE, F. X. Escalas para avaliação de severidade da mancha de estenfilio (*Stemphylium solani*) e da pinta preta (*Alternaria solani*) em tomateiro. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 16, n. 4, p. 280-283, 1991.

BOSCO, L. C. **Sistemas de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes**. 2008. 112 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Santa Maria, 2008.

BOURKE, P. M. **Potato blight and the weather: A fresh approach**. Dublin: Irish Meteorological Service, 1953. (Technical Note, n. 13).

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura. **Tomate industrial: Norma de identidade, qualidade, embalagem, apresentação, conceitos, Classificação, embalagem e amostragem, sistemática de classificação e disposições Gerais**, Portaria N. 278 de 30 de novembro de 1988.

BUES, R. et al. Assessing the environmental impacts of pesticides used on processing tomato crops. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 102, p. 155–162, 2004.

BURIOL, G. A. et al. Homogeneidade e estatísticas descritivas dos totais mensais e anuais de chuva de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, Porto Alegre, v. 11, n. 4, p. 89-97, 2006.

CALIFORNIA PESTCAST. **Disease Model Database**. Disponível em: <<http://www.ipm.ucdavis.edu/disease/database/potatolateblight.htm>> Acesso em: 15 out 2009.

CAMARGO, F. P. de et al. 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.

CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R. Mercado mundial de tomate e o Mercosul. **Informações Econômicas**, São Paulo, v. 27, n.10, p. 25-38, 1997.

CARVALHO, J. L.; PAGLIUCA, L. G. Tomate: um mercado que não pára de crescer globalmente. **Revista Hortifruti Brasil**, Piracicaba Ano 6, n. 58, p. 6-14, junho 2007.

COSTA, R. V. et al. Previsão da requeima da batateira. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 27, p. 349-354, 2002.

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

EMBRAPA. **Cultivo de tomate para industrialização**. Embrapa Hortaliças, Sistemas de Produção. 2003. Disponível em:

<<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Tomate/TomateIndustrial/index>

> Acesso em: 30 maio 2009.

\_\_\_\_\_. Centro Nacional e Pesquisa em Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília: Embrapa-SPI; Rio de Janeiro: Embrapa-Solos, 2006. 306 p.

ESPINOZA, W. **Manual de produção de tomate industrial no Vale do São Francisco**. Brasília: IICA: CODEVASF, 1991. 301 p.

EVANGELISTA, A. W. P.; CARVALHO, L. G. de; BERNARDINO, D. T. Caracterização do padrão das chuvas ocorrentes em lavras, MG. **Irriga**, Botucatu, v. 10, n. 4, p. 306-317, 2005.

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

\_\_\_\_\_. **Solanáceas - agrotecnologia moderna na produção de tomate, batata, pimentão, pimenta, berinjela e giló**. 1. ed. Lavras: Ed. UFLA, 2003. 333 p.

FRY, W. E.; MIZUBUTI, E. S. Potato late blight. In: JONES, D. G. (Ed.). **The epidemiology of plant diseases**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998. p. 371–388.

GARCÍA, B. I. L. **Risco climático de ocorrência da requeima da batata na região dos Andes, Venezuela**. 2005. 132 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2005.

GOMES, C. B. et al. Viabilidade do uso da previsão no controle da requeima (*Phytophthora Infestans*) em batata nas regiões de Pelotas e São Lourenço do Sul-RS. Pelotas: [MAPA], 2002. **(Comunicado Técnico)**.

GRIMM, E. L. **Efeito de diferentes níveis de irrigação na produtividade e ocorrência de Requeima na cultura da batata**. 2007. 70 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

GRÜNWALD, N. J. et al. Potato late blight management in the Toluca valley: Field validation of SimCast modified for cultivars with high field resistance. **Plant Disease**, v. 86, p. 1163-1168, 2002.

HELDWEIN, A. B. et al. Frequência de ocorrência de ventos fortes em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 11, n. 2, p. 285-291, 2003.

HELDWEIN, A. B.; KRZYSCH, G. . Escala para a observacao visual do molhamento por orvalho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 5, n. 2, p. 207-214, 1997.

HELDWEIN, A. B. **Ermittlung der Taubenetzung von Pflanzenbeständen durch Anwendung mikrometeorologischer Verfahren sowie mittels konventioneller Methoden**. 1993. 206 f. Dissertação (Dr. Sci. Agrar.) – Fachbereich Internationale Agrarentwicklung, Berlin, 1993.

HENFLING, J. W. **El tizon tardio de la papa: *Phytophthora infestans***. 2. ed. Lima: Centro Internacional de la Papa, 1987.

HYRE, R. A. Progress in forecasting late blight of potato and tomato. **Plant Disease Reporter**, Illinois, v. 38, n. 4, p. 245-253, 1954.

IBGE. **Banco de Dados Agregados – SIDRA**. 2009. Disponível em <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 16 set. 2009.

INMET. Normais climatológicas (1961-1990). Brasília, 2009.  
Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/html/clima/mapas/?mapa=tmin&mes=jul>>.  
Acesso em: 15 dez 2009.

JAMES, W. C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases. Their preparation and usage. **Canadian Plant Disease Survey**, Quebec, v. 51, n. 2, p. 39-65, 1971.

LULU, J. et al. **Variabilidade espacial da duração do período de molhamento em plantas de videira Niágara Rosada**. 2006. In: CONGRESSO DE METEOROLOGIA, 14., 2006, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: [s.n.], 2006. 1 CD-ROM.

KAMOUN, S., E.; HUITEMA & V. G. A. A. Vleeshouwers 1999. Resistance to oomycetes: a general role for the hypersensitive response? **Trends in Plant Science**, v. 4, n. 5, p. 196-200, 1999.

KRAUSE, R. A.; MASSIE, L. B.; HYRE, R. A. BLITECAST: a computerized forecast of potato late blight. **Plant Disease Reporter**, Beltsville, v. 59, p. 95-98, 1975.

YAMADA, T. Resistência de plantas às pragas e doenças: pode ser afetada pelo manejo da cultura? *Informações Agronômicas*. **POTAFOS**, n. 108, 2004.

LOPES, C. A.; SANTOS, J. R. M. **Doenças do tomateiro**. Brasília: EMBRAPA/CNPQ, 1994.

LEITE, R. M. V. B. C.; AMORIM, L. Influência da temperatura e do molhamento foliar no monociclo da mancha de *Alternaria* em girassol. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 27, p. 193-200, 2002.

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

MAFFIA, L. A.; MARTINS, M. C. del P.; MATSUOKA, K. Doenças do tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 6, n. 66, p. 42 – 60, 1980.

MARQUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C. Profundidade de instalação da linha de gotejadores em tomateiro para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 2, p. 206-210, 2002a.

MARQUELLI, W. A.; **Tomateiro para processamento industrial: irrigação e fertirrigação por gotejamento**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2002b. 32p. (Embrapa Hortaliças. Circular Técnica, 30).

MARQUELLI, W. A.; MORETTI, C. L. **Gotejamento: opção para a irrigação do tomateiro para processamento nos cerrados**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2001. Folder.

MELO, P. C. T.; VILELA, N. J. Desafios e perspectivas para a cadeia brasileira do tomate para processamento industrial. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 1, p. 154-157, 2005.

MENZIES, J. D. Plant diseases related to irrigation. In: HAGAN, R. M.; HAIZE, H. R.; EDMISTER, T. W., eds. **Irrigation of agricultural lands**. Madison, American Society of Agronomy, p.1058-1064. (Agronomy series, 11). 1967.

NAZARENO, N. R. X. et al. Controle da requeima da batata através do monitoramento das variáveis climáticas. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 170 - 174, 1999.

NECHET, K. DE L. **Manejo integrado de doenças de plantas.**

Disponível em: <<http://www.agronline.com.br/artigos/artigo.php?id=338>>. Acesso em 29 maio 2009

PAULA, R. S. DE; OLIVEIRA W. F. DE. Resistência de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) ao patógeno *Alternaria solani*. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, n. 33, v. 2, p. 89-95, 2003.

PAUL P. A. et al. Epidemiologia comparativa da pinta-preta do tomateiro sob quatro regimes de pulverização. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, n. 29, p. 475-479, 2004.

PEREIRA, A. R.; VILLA NOVA, N. A.; SEDIYAMA, G. C. **Evapo(transpi)ração**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 183 p.

ROLAS - COMISSÃO DE FERTILIDADE DO SOLO DO RIO GRANDE DO SUL E SANTA CATARINA. **Recomendação de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Passo Fundo, RS. SBCS/EMBRAPA-CNPT, 2004.

REICHARDT, K., et al. Daily rainfall variability at A local scale (1,000 Ha), in Piracicaba, SP, Brazil, and its implications on soil water recharge. **Scientia Agrícola**, Piracicaba. v. 52, n. 1, p. 43-49, 1995.

REIS, E. M.; FILHO, J. A. W. Previsão de doenças de plantas. In: REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: Universidade de Passo Fundo, Passo Fundo, 2004. p. 65-99.

ROSEMBERG, N. J.; BLAD, B. L.; VERMA, S. B. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Wiley, 1983. 495 p.

ROSS, H. **Potato Breeding - problems and perspectives**. Berlin / Hamburg: Verlag Paul Parey, 1986. 132 p.

ROTEM, J.; PALT, J. Irrigation and plant diseases. **Annual Review of Phytopathology**, St. Paul, n. 7, p. 267-288. 1969.

SALUSTIANO, M. E. et al. O manejo da pinta-preta do tomateiro em épocas de temperaturas baixas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v. 32, n. 4, p. 353-359, 2006.

SELEGUINI, A. **Híbridos de tomate industrial cultivados em ambiente protegido e campo, visando produção de frutos para mesa**. 2005. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Sistema de Produção) – Faculdade de Engenharia, Universidade Estadual Paulista, Ilha Solteira, 2005.

SANTOS, A. E. **Duração do período de molhamento foliar: medida com sensores eletrônicos, variabilidade espacial em culturas e estimativa com modelos empíricos**. 2006. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2006.

SANTOS, J. R. M. dos. **Desenvolvimento do sistema de previsão e aviso “PAST” para requieima (*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**. 129 f. 2000. Tese (Doutorado em Fitopatologia). UNB, Brasília, DF, 2000.

SILVA, H. R.; MAROUELLI, SILVA, W. L. de C. **Estado da arte da irrigação em tomateiro para processamento no Brasil**. Montevideo: PROCISUR: IICA, 2007. 9 p.

SILVA, H. R. et al. Resposta do tomateiro industrial a diferentes lâminas de água e doses de potássio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, p. 389. 2002. Suplemento 1, Resumo.

SILVA, H. R. et al. Resposta do tomateiro industrial a diferentes lâminas de água e doses de nitrogênio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 215. 2001. (Suplemento 1, Resumo)

SILVA, J. B. C.; GIORDANO, L. B. **Tomate para processamento industrial**. Brasília : Embrapa Hortaliças, 2000. 168 p.

SMITH, L. P. Potato blight forecasting by 90% humidity criteria. **Plant Pathology**, New York v. 5, p. 83-87, 1956.

STRECK, E. V. et al. **Solos do Rio Grande do Sul**. 2. ed. Porto Alegre: EMATER/RS, 2008. 222 p.

STRECK, L. **Determinação da duração do período de molhamento foliar em cultivos de batata**. 2006. 107 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

TAZZO, I. F. **Variação de alguns elementos micrometeorológicos no dossel de plantas de batata.** 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2005.

TÖFOLI, J. G.; DOMINGUES, R. J. Controle da pinta preta do tomateiro com o uso de acibenzolar-s-metil isolado, em mistura com fungicidas e em programas de aplicação. **Revista Arquivos do Instituto Biológico**, São Paulo, v. 72, n. 4, p. 481-487, 2005.

\_\_\_\_\_. Alternarioses em hortaliças: sintomas, etiologia e manejo integrado. **O Biológico**, São Paulo, v. 66, n. 1, p. 23-33, 2004.

TRENTIN, G. **Avaliação de sistemas de previsão da ocorrência de *Phytophthora infestans* em cultivo de batata.** 2006. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, 2006.

TRENTIN, G. et al. Controle da requeima em batata cv. ‘Asterix’ como base para modelos de previsão da doença. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 39, n. 2, p. 393-399, 2009.

VALE, F. X. R. do; ZAMBOLIM, L. Influência da temperatura e umidade nas epidemias de doenças de plantas. **Revisão Anual de Patologia de Plantas**, Passo Fundo, p. 149-207, v. 4, 1996.

VALE, F. X. R. do et al. Avaliação fitossanitária da cultura do tomateiro em regiões produtoras de Minas Gerais e Espírito Santo. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 17, n. 2, p. 211, 1992.

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

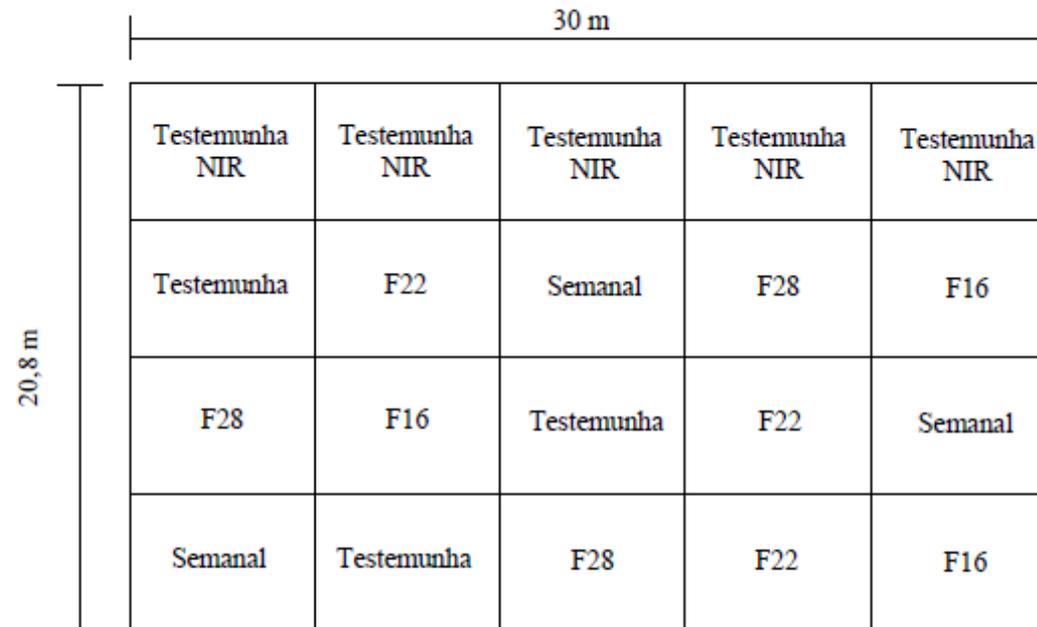
ZAMBOLIM, L et al. Doenças causadas por fungos em batata. In: ZAMBOLIM, L., Vale, F. X. R.; COSTA, H. (Eds.). **Controle de doenças de plantas**. Hortaliças-Vol. 1. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2000. p. 173-207.

ZAMBOLIM, L et al. **Emprego da Calda Viçosa na cultura do tomateiro (*L. esculentum*) para o controle de doenças da parte aérea.** Viçosa: UFRV, 1990. 6 p. (Informe técnico).

APÊNDICE A. Croqui do *Experimento SM*, em que foi avaliado o sistema de previsão de doenças FAST, para mancha de alternaria em Santa Maria - RS.

**CROQUI:**

**EXPERIMENTO SM:**



F16: Aplicação de fungicidas com 16 pontos (FAST);

F22: Aplicação de fungicidas com 22 pontos (FAST);

F28: Aplicação de fungicidas com 28 pontos (FAST);

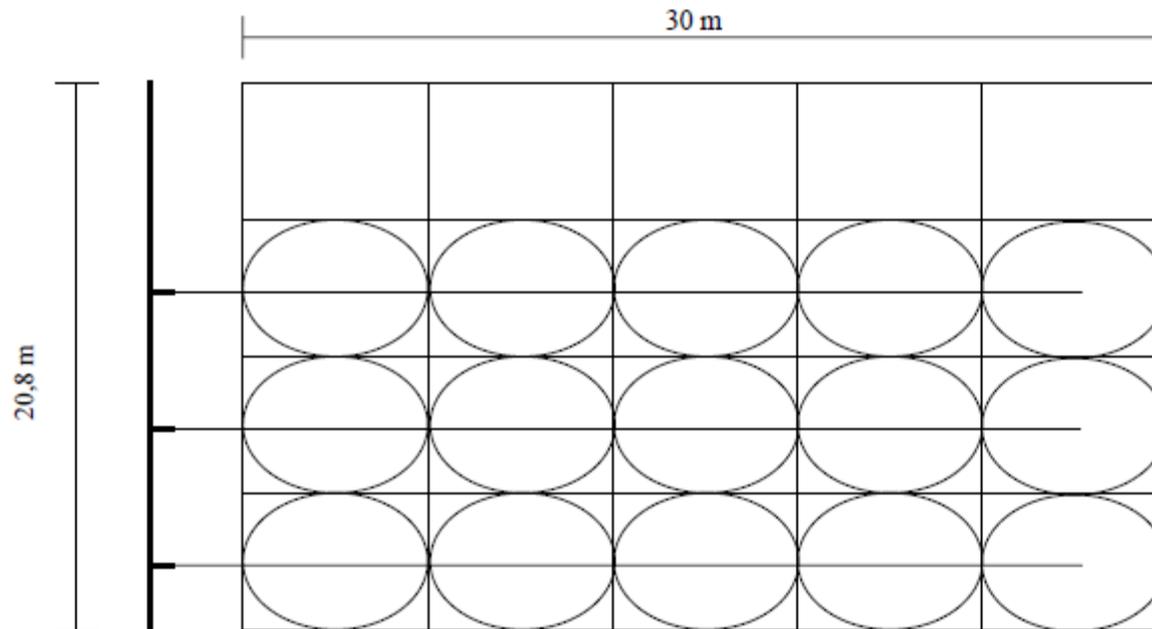
Testemunha: Sem aplicação de fungicidas;

Testemunha NIR: Sem irrigação

## APÊNDICE A. Continuação.

## DETALHES DA INSTALAÇÃO DAS LINHAS DE IRRIGAÇÃO

## EXPERIMENTO SM:



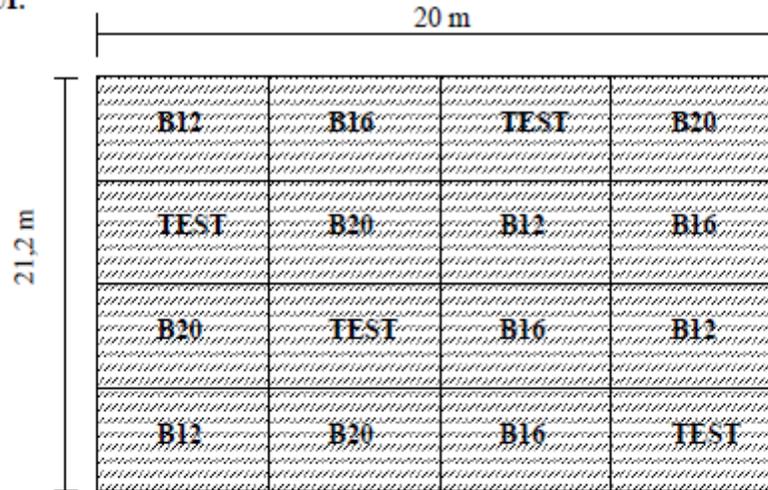
Observação: A

é meramente ilustrativa, sem escala. Os círculos representam as parcelas irrigadas por aspersão, onde a representação não fideliza a sobreposição na área molhada obtida pelo aspersor.

Figura do croqui

APÊNDICE B. Croqui do *Experimento 1* e *Experimento 2*, realizados em Cristalina - GO.

**CROQUI:**



**EXPERIMENTO 1:**

Irrigação por gotejamento

B12 = Aplicação de fungicidas com 12 pontos (Blitecast)

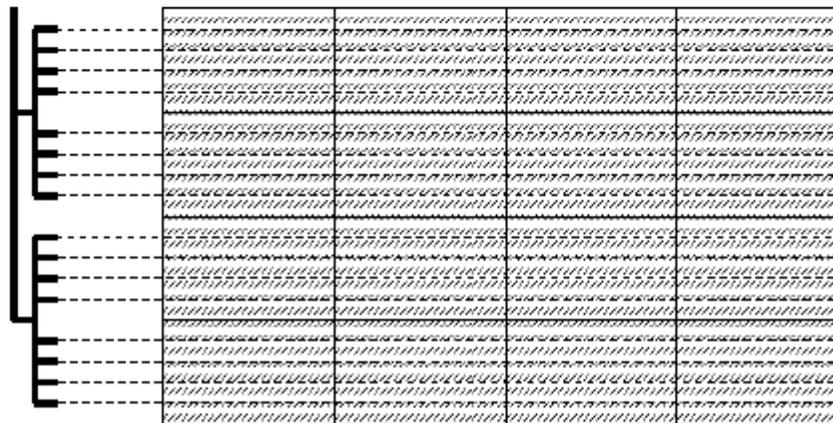
B16 = Aplicação de fungicidas com 16 pontos (Blitecast)

B20 = Aplicação de fungicidas com 20 pontos (Blitecast)

TEST = Testemunha (sem aplicação)

**DETALHES DA INSTALAÇÃO DAS LINHAS DE IRRIGAÇÃO**

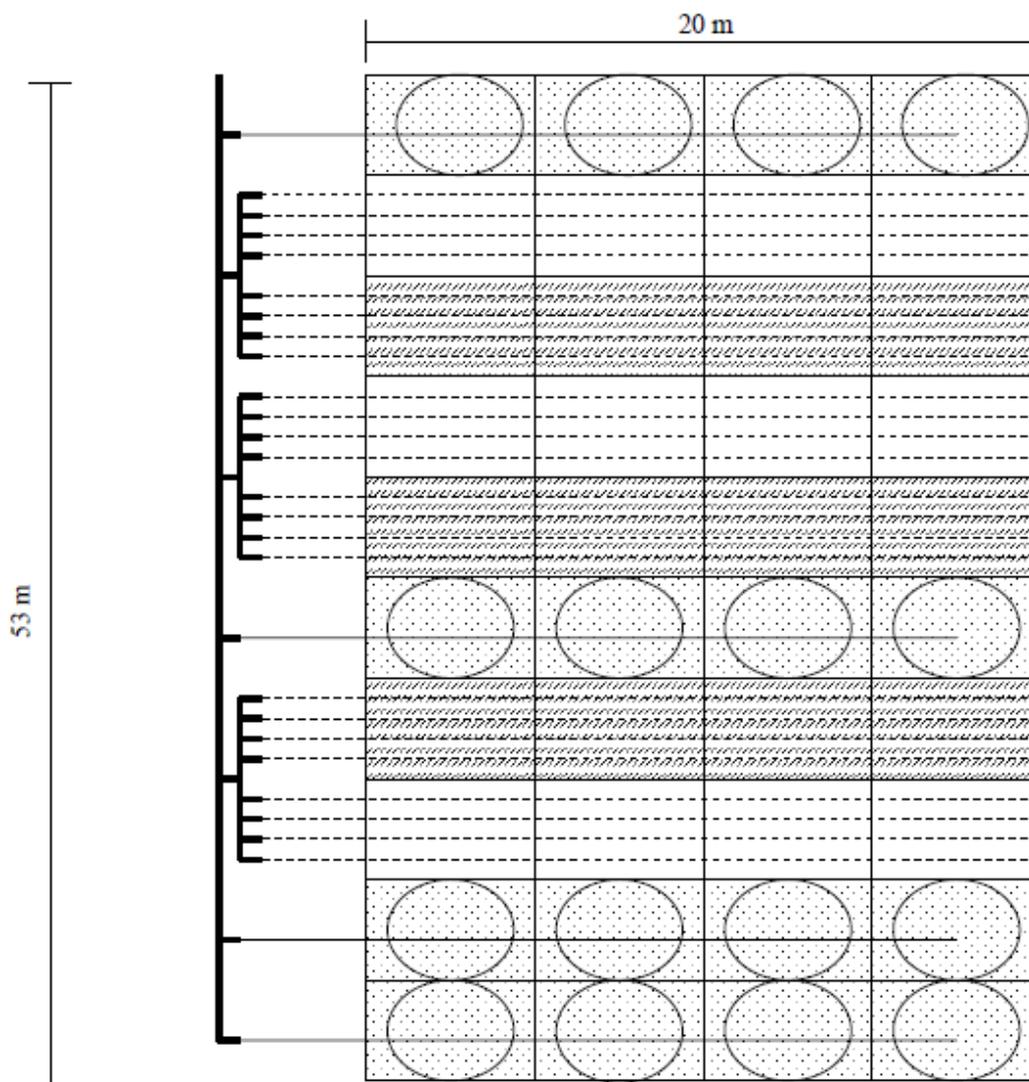
**EXPERIMENTO 1:**



Apêndice B. Continuação. Detalhes da disposição dos sistemas de irrigação na área experimental

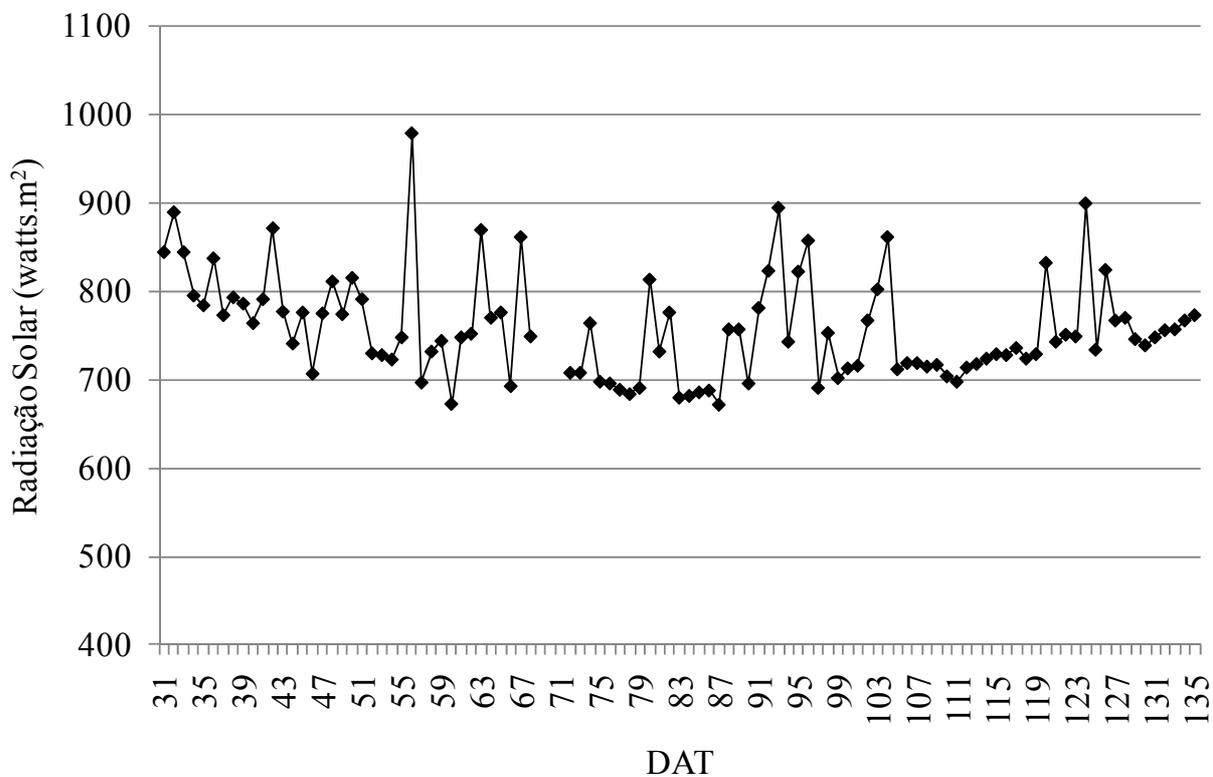
DETALHES DA INSTALAÇÃO DAS LINHAS DE IRRIGAÇÃO

EXPERIMENTO 2:



Observação: A Figura do croqui é meramente ilustrativa, sem escala. Os círculos representam as parcelas irrigadas por aspersão, onde a representação não fideliza a sobreposição na área molhada obtida pelo aspersor.

APÊNDICE C. Radiação solar máxima diária ocorrida no *Experimento 2*, em Cristalina - GO, com o tomate tipo industrial.



APÊNDICE D. Custo estimado para implantação de um hectare de tomate tipo industrial, com base em dados do mês de dezembro de 2009, divulgados pela Federação da Agricultura do Estado de Goiás (FAEG).

**ESTIMATIVA DE ORÇAMENTO PARA IMPLANTAÇÃO/ha DA CULTURA DO TOMATE INDUSTRIAL \***

*Produtividade média esperada/ha:* 92,00 t  
*Preço (R\$/t)* 120,00  
*Data da coleta de preços:* dez/09  
*Local:* Goiânia/Go

<b>ESPECIFICAÇÃO</b>	<b>UNIDADE</b>	<b>QUANTIDADE/HA</b>	<b>VALOR UNIT.</b>	<b>CUSTO/HA</b>	<b>%</b>
<b>CALAGEM</b>					
Calcário	t	1,00	42,00	42,00	0,40
Distribuição de calcário	Hora/Maq	0,50	16,47	8,23	0,08
<b>Subtotal Calagem</b>				<b>50,23</b>	
<b>PREPARO DO SOLO</b>					
Aração	Hora/Maq	1,36	63,16	85,90	0,83
Gradagem (2x)	Hora/Maq	1,50	53,07	79,61	0,77
Grade Niveladora	Hora/Maq	2,00	37,05	74,10	0,71
<b>Subtotal Preparo do Solo</b>				<b>239,60</b>	
<b>PLANTIO</b>					
Semente	Milheiro	33,00	15,00	495,00	4,77
Mudas	Milheiro	33,00	19,00	627,00	6,04
Adubação					
Adubo (05-33-00 + 0,17%Zn + 0,17% B + 0,17%Mn)	t	1,35	748,00	1009,80	9,73
Adubo (KCL granulado)	t	0,55	1023,00	562,65	5,42
Semeadora/Adubadora	Hora/Maq	1,50	25,00	37,50	0,36
<b>Subtotal Plantio</b>				<b>2731,95</b>	
<b>TRATOS CULTURAIS</b>					
Adubação de cobertura					
Adubo (sulfato de amônio)	t	0,30	569,00	170,70	1,64
Aplicação do Adubo	Hora/Maq	0,50	45,00	22,50	0,22
<b>INSETICIDAS</b>					
Novaluron 100	l	0,15	71,00	10,65	0,10
Pyriproxyfen 100	kg	0,45	235,00	105,75	1,02
Cartap 500	kg	2,50	70,80	177,00	1,71
Bovéria sp	l	2,00	40,00	80,00	0,77

Continua...

## APÊNDICE D. Continuação.

...Continuação Apêndice D.

ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE/HA	VALOR UNIT.	CUSTO/HA	%
Diafentiuon 500	kg	0,50	77,00	38,50	0,37
Thiamethoxan 250	kg	0,45	172,00	77,40	0,75
Thiamethoxan 141 + Lambdacyhalothrin 106	l	1,50	103,50	155,25	1,50
Acefato 750	l	2,50	21,40	53,50	0,52
Cloropirifós 480	l	2,00	16,40	32,80	0,32
Beta-cypermethrin 100 CE	l	0,15	54,00	8,10	0,08
Esfenvalerate 25 CE	l	4,00	15,00	60,00	0,58
Methomyl 215	l	2,67	12,30	32,84	0,32
Lufenuron 50	l	0,30	47,00	14,10	0,14
Buprofezin 250	kg	0,30	115,00	34,50	0,33
Aplicação Inseticidas	Hora/Maq	7,00	34,80	243,60	2,35
<b>FUNGICIDAS</b>		<b>TOTAL FUNGICIDAS/ha</b>		<b>1640,69</b>	
Difenoconazol 250	l	0,20	134,00	26,80	0,26
Chlorothalonil 250 + Oxicloreto de cobre 504	kg	3,00	39,00	117,00	1,13
Fluozinam 500	l	1,96	101,00	197,96	1,91
Procimidone 500	kg	1,57	89,00	139,73	1,35
Tiofanato metílico 700	kg	2,43	22,00	53,46	0,51
Chlorothalonil 720	l	7,12	39,00	277,68	2,67
Azoxystrobin 500	kg	0,20	252,62	50,52	0,49
Famoxate 62,5 + mancozeb 625	kg	3,33	22,53	75,02	0,72
Mancozeb 800	kg	3,00	16,90	50,70	0,49
Captan 750 PM	kg	2,50	14,80	37,00	0,36
Cymoxanil 80 + Macozeb 640	kg	2,10	37,10	77,91	0,75
Hidróxido de cobre 537	kg	19,30	17,00	328,10	3,16
Aplicação Fungicidas	Hora/Maq	6,00	34,80	208,80	2,01
<b>HERBICIDAS</b>					
Fluazifop 250	l	0,60	39,80	23,88	0,23
Metribuzin 480	l	2,50	44,50	111,25	1,07
Glifosato Roundup	l	3,00	10,30	30,90	0,30
2,4 D 720	l	1,00	8,20	8,20	0,08
Aplicação Herbicidas	Hora/Maq	2,00	34,80	69,60	0,67
Óleo Mineral	l	1,00	5,80	5,80	0,06

Continua...

## APÊNDICE D. Continuação.

...Continuação Apêndice D.

ESPECIFICAÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE/HA	VALOR UNIT.	CUSTO/HA	%
<b>Sistema de previsão de doenças (estimado)</b>	ha	1,00	181,78	181,78	1,75
Irrigação	kw/h	1200,00	0,40	480,00	4,62
<b>Sub-Total Tratos Culturais</b>				<b>3869,29</b>	
<b>COLHEITA</b>					
Colhedora	R\$/ton	92,00	25,00	2300,00	22,16
<b>Subtotal colheita</b>				<b>2300,00</b>	
Mão-de obra total	Serviço	9,00	25,00	225,00	2,17
<b>SUB-TOTAL</b>				<b>9416,08</b>	
<b>OUTROS</b>					
Assistência técnica (2%) - sobre 40%				64,53	0,62
Juros financiamento (8,75% a.a em 8 meses) - sobre 40%				185,53	1,79
INSS (2,3% sobre preço de venda)				254,62	2,45
Custo alternativo terra (arrendamento)				141,00	1,36
Custo alternativo variáveis (6% a.a em 8 meses)				319,43	3,08
<b>Subtotal Outros</b>				<b>965,11</b>	
<b>CUSTO TOTAL</b>				<b>RS 10.381,19</b>	<b>100,00</b>
PREÇO MEDIO DE VENDA/ t				RS 120,00	
PRODUTIVIDADE P/ EQUILIBRIO t/ha				86,51	
PRODUTIVIDADE ESTIMADA t/ha				92,00	
CUSTO/BENEFICIO (p/ cada R\$ invest.)				1,06%	
CUSTO DE PRODUÇÃO / t				RS 112,84	
<b>CUSTO DO SISTEMA DE PREVISÃO DE DOENÇAS/ha</b>				<b>RS 181,78</b>	

Obs: os custos de fretes dos insumos não estão incluídos

\* Adaptado e atualizado a partir da tabela de custo do tomate industrial divulgado pela FEAG no mês de dezembro de 2009.

[http://www.faeg.com.br/index.php?option=com\\_phocadownload&view=category&download=174:dezembro-2009-tomate-industrial&id=7:custo-de-tomate-industrial](http://www.faeg.com.br/index.php?option=com_phocadownload&view=category&download=174:dezembro-2009-tomate-industrial&id=7:custo-de-tomate-industrial)

APÊNDICE E - Tempo de molhamento foliar (resolução de 15 minutos), temperatura ( $^{\circ}\text{C}$ ), umidade relativa do ar (%) e vento ( $\text{m.s}^{-1}$ ), registrados por sensores instalados no interior dossel das plantas do tomateiro tipo industrial, cultivado em duas épocas de transplântio (01/04/08 e 03/05/08) em Cristalina-GO.

Data	Hora Início	Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )	UR (%)	Vento ( $\text{m.s}^{-1}$ )	Data	Hora Final	Temp ( $^{\circ}\text{C}$ )	UR (%)	Vento ( $\text{m.s}^{-1}$ )	Tempo de Molhamento
20/4	19:45	20,9	83	0,4	21/4	08:15	20,7	87	1,3	12:30
22/4	00:15	16,8	88	0	22/4	08:15	22,2	78	0	8:00
22/4	16:00*	27,3	55	0	23/4	07:45	18,1	93	0,4	15:45
23/4	21:00	18,3	91	0	24/4	09:00	23	80	0,9	12:00
24/4	22:45	19,7	88	0,4	25/4	08:15	20,9	81	0,4	9:30
26/4	00:15	17,6	80	0	26/4	08:30	21,2	71	1,3	8:15
26/4	23:15	19,2	91	2,2	27/4	08:00	20,3	89	0,9	8:45
27/4	21:00	18,6	90	0	28/4	09:15	24,2	78	1,3	12:15
29/4	00:30	17,6	86	0	29/4	08:30	23	72	0	8:00
30/4	03:45	17,6	89	0	30/4	08:00	21,9	87	0,4	4:15
1/5	03:45	16,2	89	0	1/5	08:30	19,8	90	2,2	4:45
1/5	21:45	18,6	91	1,3	2/5	05:00	17,8	90	3,1	7:15
2/5	21:15	16,3	87	0	3/5	08:45	20,5	81	0,4	11:30
4/5	04:15	16,4	93	1,8	4/5	08:30	17	92	1,3	4:15
4/5	23:15	16,8	91	0	5/5	09:00	18,1	94	0,9	9:45
5/5	23:30	16,8	87	0	6/5	08:15	19	84	0,4	8:45
6/5	22:00	17,7	83	0	7/5	08:15	19,3	76	0	10:15
7/8	18:15	19,8	69	0	8/5	08:30	16,8	73	1,3	14:15
8/5	21:00	14,3	75	0	9/5	08:30	18,3	65	0,9	11:30
10/5	04:30	12,4	85	0,4	10/5	08:00	18	73	0	3:30
11/5	01:15	14,6	81	0	11/5	08:15	17,6	78	0,4	7:00
11/5	22:30	15,2	83	0	12/5	09:15	18,9	75	3,1	10:45
12/5	23:30	14,3	84	0	13/5	09:00	17,7	73	3,6	9:30
14/5	01:15	12,8	87	0	14/5	09:15	18,7	71	3,1	8:00
14/5	19:45	15,7	78	0	15/5	09:30	20,7	65	3,6	13:45
15/5	18:45	17,5	71	0	16/5	09:00	19,9	73	1,8	14:15
16/5/	20:30	16,2	82	0	17/5/	10:00	22,7	60	4	13:30

Continua...

## ...Continuação Apêndice E

Data	Hora Início	Temp (°C)	UR (%)	Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Data	Hora Final	Temp (°C)	UR (%)	Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Tempo de Molhamento
17/5	17:30	20,9	71	0,9	18/5	10:15	21,8	67	4,9	16:45
19/5	17:30	23,2	63	0,4	20/5	09:30	21,8	67	2,2	16:00
20/5	18:00**	19,7	58	0,4	21/5	08:00	17,4	70	0	14:00
21/5	18:00	20,2	61	0,4	22/5	08:00	18,3	64	0,4	14:00
22/5	19:45	16,9	66	0,9	23/5	08:15	18,3	67	0,4	12:30
23/5	18:00**	20,5	56	0,4	24/5	09:15	22	54	0,4	15:15
24/5	19:15	16,9	63	0	25/5	08:15	16,4	78	0,4	13:00
25/5	18:45	18,3	72	0	26/5	08:15	20,2	69	0,9	13:30
26/5	17:45	21,8	68	0	27/5	08:00	17,7	79	0,4	14:15
27/5	19:00	19,3	69	0,9	28/5	08:00	18,7	77	0,9	13:00
28/5	18:00	20,8	71	0,4	29/5	08:00	18,7	83	0,4	14:00
29/5	17:30**	22,6	63	0	30/5	08:15	20,3	73	0,9	14:45
30/5	18:00	20,4	66	0,4	31/5	08:15	18,3	84	0,9	14:15
31/5	18:30	19,5	73	0,4	1/6	08:30	17,8	82	2,7	14:00
1/6/	18:00	19,3	72	0	2/6/	11:15	22,7	66	4	17:15
2/6	19:15	17,1	80	0,9	3/6	12:00	23,8	55	4	16:45
3/6/8	17:15**	22,2	57	1,8	4/6	08:45	18,2	83	2,2	15:30
4/6	19:00	16,6	72	0,4	5/6	08:45	18,7	74	1,3	13:45
5/6	20:45	17,4	74	0,9	6/6	08:45	19,7	70	2,2	12:00
6/6	23:00	15	75	0	7/6	08:00	15,9	78	0,9	9:00
11/6	1:15	14,9	74	0	11/6	8:00	14,9	83	0,9	6:45
11/6	22:00	15,3	70	0	12/6	8:30	18,1	68	1,3	10:30
12/6/	21:30**	14,7	66	0	13/6	8:15	16,6	66	0	10:45
14/6	1:00	13,4	82	0,9	14/6	8:30	17,9	71	1,3	7:30
15/6	23:45	14,9	67	0	16/6	8:30	19,8	63	0,4	8:45
17/6	1:30	14,6	82	0	17/6	9:15	17,6	86	1,3	7:45
17/6	23:45	14,8	78	0	18/6	8:15	16,2	81	1,8	8:30
19/6	5:00	10,9	83	0,4	19/6	8:15	17,1	74	1,3	3:15
21/6	1:30	12,4	83	0	21/6	8:00	16,4	80	0,9	6:30
22/6	23:30	14,1	76	0,4	23/6	8:00	16,9	74	0	8:30

Continua...

## ...Continuação Apêndice E

Data	Hora Início	Temp (°C)	UR (%)	Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Data	Hora Final	Temp (°C)	UR (%)	Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Tempo de Molhamento
23/6	22:30	14,6	76	0	24/6	8:30	17,7	73	1,8	10:00
25/6	1:30	13,6	80	0	25/6	8:30	16,1	82	1,8	7:00
26/6	0:15	13,4	82	0	26/6	8:30	16,3	82	1,8	8:15
26/6	22:15	14,4	76	0	27/6	8:30	15,6	82	2,7	10:15
27/6	22:15	12,8	79	0	28/6	8:30	16,5	78	2,7	10:15
29/6	1:15	18,3	68	1,3	29/6	9:00	19,1	71	2,2	7:45
2/7/	23:30	14,9	80	0,4	3/7	7:45	13,9	85	0	8:15
4/7	0:00	16,6	73	0,9	4/7	8:15	17,2	72	0	8:15
5/7	6:00	11,7	81	0,4	5/7/	7:45	14,9	77	0,4	1:45
6/7	1:30	14,2	73	0,9	6/7	9:15	18,7	70	4	7:45
7/7	6:45	10,8	82	0,9	7/7	7:30	13	76	1,3	0:45
9/7	2:15	9,4	75	0	9/7	9:00	15,7	66	2,2	6:45
9/7	23:45	9,6	70	0	10/7	8:30	14,3	67	1,3	8:45
10/7	23:00	14	74	1,3	11/7	8:15	14,8	76	1,8	9:15
12/7	21:30	13,2	75	0,4	13/7	8:30	14,5	73	1,3	11:00
14/7	3:00	8,4	71	0	14/7	8:00	11,7	71	0,4	5:00
15/7	3:15	9,3	84	0,4	15/7	8:15	14,1	75	1,8	5:00
15/7	21:30	12,7	72	0,9	16/7	8:45	14,9	73	2,2	11:15
17/7	3:15	9,1	87	0	17/7	8:45	14,9	75	2,7	5:30
17/7	22:30	12,8	72	0,9	18/7	8:45	18,1	58	1,3	10:15
19/7	5:45	11	76	0	19/7	8:00	17,2	60	0	2:15
20/7	7:00	11,2	75	0	20/7	8:00	16,3	60	0,4	1:00
25/7	22:30	13,9	55	0,9	26/7	8:00	15,4	58	0,4	9:30
27/7	22:45**	14,1	70	0,4	28/7	6:45	10,7	82	0	8:00
28/7	23:45	12,9	71	0	29/7	8:15	16,3	66	0,9	8:30
29/7	22:00	13,6	64	0,9	30/7	8:30	16,6	61	0,9	10:30
30/7	22:30	13,3	70	0,9	31/7	8:30	19,2	60	1,8	10:00
5/8	5:15	13,1	80	0	5/8	7:15	15,4	77	0,9	2:00
6/8	6:00	14,2	87	0,4	6/8	8:15	17,5	83	2,2	2:15
7/8	6:00	14	84	0,9	7/8	8:00	18,4	70	2,7	2:00

Continua...

...Continuação Apêndice E

Data	Hora Início	Temp (°C)	UR (%)	Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Data	Hora Final	Temp (°C)	UR (%)	Vento (m.s <sup>-1</sup> )	Tempo de Molhamento
7/8	22:15	14,9	69	0,4	8/8/	8:00	16,9	68	0,9	9:45
8/8	20:45**	18,1	55	0,9	9/8	0:15	15,9	62	0,4	3:30
9/8	5:15	13,9	68	0,9	9/8	7:45	17,7	64	0,4	2:30
10/8/	3:00	13,8	72	0,9	10/8	7:45	18,6	61	0,9	4:45
12/8/	0:30	14,9	67	1,3	12/8	8:00	16,7	68	2,2	7:30
TOTAL DE HORAS DE MOLHAMENTO REGISTRADAS										820:15

\* Ocorrência de precipitação; \*\* Realizada a irrigação por aspersão.

Quando observamos o APÊNDICE E, podemos verificar que o número de horas de molhamento foliar registrados pelos sensores de molhamento, instalados na cultura do tomateiro, tipo industrial, forma bem menores, se comparados ao  $HUR \geq 90\%$ . Da mesma forma, a frequência de dias com  $HUR \geq 90\%$  superior a 10 horas, é inferior, em totalizando 43%. A utilização dos valores de  $UR \geq 90\%$ , para estimar o número de horas de molhamento, pode acarretar na subestimativa do tempo de molhamento, principalmente em épocas/locais com pouca ou nenhuma precipitação. Esses resultados estão de acordo com o trabalho realizado por Streck (2006), que determinou a duração do período de molhamento foliar em cultivos de batata, e afirma que o limite de  $UR \geq 90\%$  não é adequado para estimar os valores de duração do período de molhamento foliar (DPM) em um cultivo de batata. Ainda Streck (2006) afirma que a utilização do limite de  $UR \geq 90\%$  resulta em subestimativa dos valores de DPM para qualquer nível de medição da UR acima do dossel das plantas de batata, da mesma forma como foi realizado neste experimento com tomate.

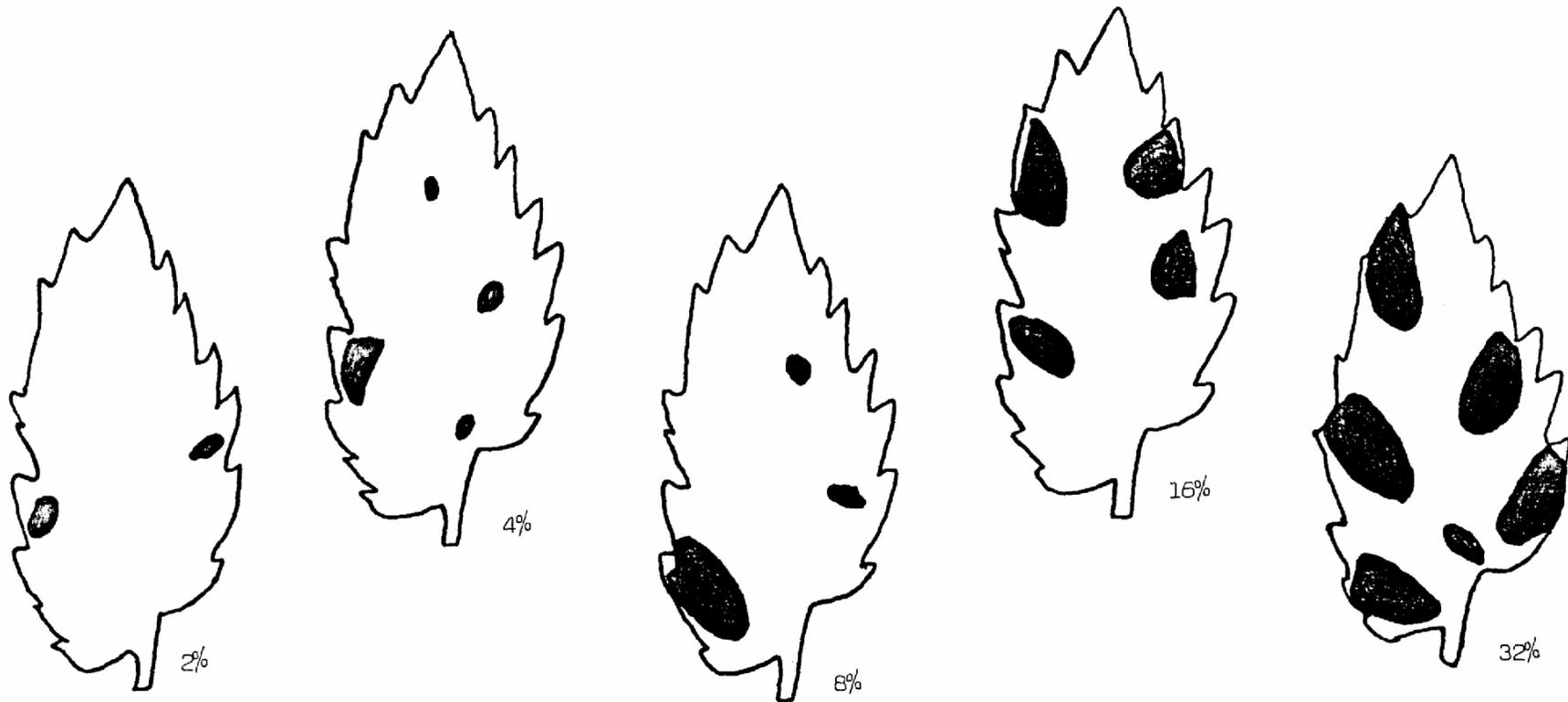
ANEXO A. Escala diagramática, apresentando 2%, 4%, 8%, 16% e 32% de área foliar lesionada pela Pinta Preta (*Alternaria solani*), em folíolos de tomateiro com 7 cm<sup>2</sup> de área foliar total. (BOFF, 1988).



ANEXO B. Escala diagramática, apresentando 2%, 4%, 8%, 16% e 32% de área foliar lesionada pela Pinta Preta (*Alternaria solani*), em folíolos de tomateiro com 12 cm<sup>2</sup> de área foliar total. (BOFF, 1988).



ANEXO C. Escala diagramática, apresentando 2%, 4%, 8%, 16% e 32% de área foliar lesionada pela Pinte Preta (*Alternaria solani*), em folíolos de tomateiro com 18 cm<sup>2</sup> de área foliar total. BOFF (1988).



ANEXO D. Escala Diagramática, apresentando 1%, 10%, 25% e 50% de área foliar lesionada pela Requeima (*Phytophthora infestans*) JAMES (1971).

