

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PREVISÃO
DE OCORRÊNCIA DE *Phytophthora infestans*
EM BATATA**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Gustavo Trentin

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PREVISÃO DE
OCORRÊNCIA DE *Phytophthora infestans* EM BATATA**

por

Gustavo Trentin

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Área de Concentração em Produção Vegetal, do Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria (RS), como requisito parcial para a obtenção do grau de
MESTRE EM AGRONOMIA.

Orientador: Prof. Arno Bernardo Heldwein

**Santa Maria, RS, Brasil
2006**

Trentin, Gustavo, 1979-

T795a

Avaliação de sistemas de previsão de ocorrência de *Phytophthora infestans* em batata / por Gustavo Trentin ; orientador Arno Bernardo Heldwein. – Santa Maria, 2006
100 f. : il.

Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2006.

1. Agronomia 2. *Solanum tuberosum* 3. Requeima 4. Molhamento folhar 5. Sistema de alerta 6. Agrometeorologia 7. Fitopatologia I. Heldwein, Arno Bernardo, orient. II. Título

CDU: 635.21

Ficha catalográfica elaborada por
Luiz Marchiotti Fernandes – CRB 10/1160
Biblioteca Setorial do Centro de Ciências Rurais/UFSM

©2006

Todos os direitos autorais reservados ao autor, Gustavo Trentin.
Endereço eletrônico: gustavotrentin@gmail.com

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

A Comissão Examinadora, abaixo assinada, aprova a Dissertação

**AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PREVISÃO DE OCORRÊNCIA DE
Phytophthora infestans EM BATATA**


elaborada por
GUSTAVO TRENTIN

como requisito parcial para a obtenção do grau de
MESTRE EM AGRONOMIA


COMISSÃO EXAMINADORA



Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein
(Presidente/Orientador)



Prof.ª PhD. Elena Blume
(UFSM)



Prof. Dr. Genei Antonio Dalmago
(UERGS)

Santa Maria, 23 de fevereiro de 2006

“As coisas simples são as mais extraordinárias
e só os sábios conseguem vê-las”.

Paulo Coelho

DEDICO

Aos meus pais João Trentin e Lídia Téo Trentin.
Ao meu irmão Roberto Trentin.

AGRADECIMENTOS

Ao Professor Dr. Arno Bernardo Heldwein pela amizade, orientação e incentivo.

Ao Departamento de Fitotecnia do CCR/UFSM, seus professores pelos valiosos ensinamentos e seus funcionários pelo apoio nos experimentos de campo.

Aos Professores PhD. Nereu Augusto Streck e Dr. Galileo Adeli Buriol, pela amizade, apoio e confiança.

A Professora PhD. Elena Blume, pela amizade e o apoio.

Ao Professor PhD. Dilson Antonio Bisognin, pela disponibilização da estrutura do setor de Melhoramento Vegetal em Batata.

Aos meus pais João e Lídia Téó Trentin, e ao meu irmão Roberto por todo amor, ensinamentos e oportunidades.

Aos colegas e amigos Luciano Streck, Joel Cordeiro da Silva, Edenir Luis Grimm, Ivonete Fátima Tazzo, Carina Rejane Pivetta, Ivan Sestari, Jacso Dellai, Fabrina Martins, Guilherme Fabiano Maass, Cleber Alberto, Leosane Bosco, Jana Koefender, Isabel Lago, Sidinei Radons, Ivan Maldaner e Fabio Schreiber, pelo companheirismo e pela amizade.

Ao CNPq pela bolsa concedida.

A todos aqueles que, embora não mencionados, sabem que contribuíram em alguma etapa da minha vida.

RESUMO

Dissertação de Mestrado
Programa de Pós-Graduação em Agronomia
Universidade Federal de Santa Maria

AVALIAÇÃO DE SISTEMAS DE PREVISÃO DE OCORRÊNCIA DE *Phytophthora infestans* EM BATATA

AUTOR: GUSTAVO TRENTIN

ORIENTADOR: ARNO BERNARDO HELDWEIN
Santa Maria, 23 de fevereiro de 2006.

A requeima é a mais importante doença na cultura da batata, podendo comprometer toda a produção em poucos dias. A utilização de modelos ou sistemas de previsão de doenças reduz o número necessário de aplicações de fungicidas e, desta maneira, também os custos para o produtor, os riscos de ocorrência de epidemias severas e a poluição ambiental, em função do menor uso de defensivos. O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho dos sistemas Blitecast e Prophy modificados, nas condições de cultivo de batata na primavera e no outono, para os clones Asterix e SMIJ461-1, na região de Santa Maria, RS. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia nos períodos de primavera de 2004 e outono de 2005. Os dados meteorológicos foram coletados no centro da área experimental no interior e acima do dossel a 10 e a 150 cm acima da superfície do solo e na Estação Meteorológica Principal de Santa Maria, distante 80 m do experimento. O delineamento utilizado para as parcelas de batata foi o inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada parcela composta de 4 fileiras de plantas com 5 m de comprimento. Utilizaram-se diferentes valores de severidade (VS) acumulada calculada pelos sistemas de alerta “Blitecast” e “Prophy” para indicar o momento de aplicação do fungicida para o controle da requeima nos dois clones de batata. Os tratamentos foram diferenciados por meio dos valores de severidade (VS) acumulados, gerados respectivamente pelos dois sistemas. O uso do sistema Prophy resulta na indicação de um número maior de aplicações de fungicida ao longo do ciclo do que o uso do sistema Blitecast. O uso do sistema Blitecast incrementa em pelo menos 34,5% o rendimento total de tubérculos em relação às áreas sem aplicação de fungicida e reduz o número de aplicações em 25% nos períodos úmidos e em 70% nos períodos secos, tendo eficiência, no controle da requeima similar à obtida com aplicações semanais de fungicida, mostrando ser possível reduzir o número de pulverizações sem afetar a produção.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum*, sistemas de alerta, requeima, molhamento foliar.

ABSTRACT

Master of Science Dissertation
Graduate Program in Agronomy
Federal University of Santa Maria

EVALUATION OF FORECAST SYSTEMS FOR PREDICTING *Phytophthora infestans* OCCURRENCE IN POTATO

AUTHOR: GUSTAVO TRENTIN

ADVISOR: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Santa Maria, RS, Brazil, February 23th, 2006.

Late blight is the most important disease of potato crop and it may cause major yield losses in a matter of a few days. The use of forecast models or systems to predict diseases has the potential of reducing the number of fungicide applications, which reduces production costs, the occurrence risks of severe epidemics, and environmental pollution. The objective of this work was to evaluate the performance of Blitecast and Prophy systems for late blight prediction Asterix and SMIJ461-1 potato clones at Santa Maria, RS, Brazil. Two experiments were carried out in the experimental area of the Crop Science Department during Spring 2004 and Autumn 2005. Meteorological data necessary to run the models were collected in the center of the canopy at 10 and 150 cm height above the soil surface and in a standard meteorological station located about 80 m from the canopy. The experimental design was a completely randomized, with four replications. Each plot was composed by 4 rows of plants with 5 m in length. Different accumulated severity values (VS), calculated with Blitecast and Prophy forecast systems, were used to indicate the time of fungicide application for late blight control in the two potato clones. The treatments were formed by the accumulated VS generated by the two systems. The Prophy system predicted a larger number of fungicide applications throughout the developmental than the Blitecast system. The fungicide application scheme based on the Blitecast system increased yield by at least 34,5 % compared with control untreated treatments and reduced the number of applications in 25% during wet periods and in 70% during dry periods, having similar efficiency to the obtained with one weekly application of fungicide in controlling late blight. These results, indicate that it is possible to reduce the number of sprays with fungicides without affecting potato yield.

Key words: *Solanum tuberosum*, forecast system, late blight, leaf wetness.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 Número de folhas, altura da haste e índice de área foliar (IAF) da cultura da batata, cultivar Asterix, em função do número de dias após a emergência (DAE). Primavera de 2004 (a,b,c) e outono de 2005(d,e,f) Santa Maria, RS. 44
- FIGURA 2 Horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90), temperatura média do ar nas horas com umidade relativa maior do que 90% (Tmolha), precipitação pluvial (precipitação) e duração da precipitação pluvial (DP), medidos com sensores instalados a 150 cm dentro da área experimental, em função do número de dias após a emergência (DAE), na primavera de 2004 (a,b,c,d) e no outono de 2005 (e,f,g,h), Santa Maria, RS. 48
- FIGURA 3 Valores de severidade acumulados (VS) calculados pelo sistema Blitecast e Prophy, e momentos de aplicação de fungicidas para os tratamentos ABli42 (a,c), APro35 (a,c), Asemanal (b,d), ABli18 (b,d) e APro15 (b,d) calculados com dados meteorológicos coletados dentro da área experimental, em função do número de dias após a emergência (DAE), na primavera de 2004 (a,b) e no outono de 2005 (c,d) Santa Maria, RS. 50
- FIGURA 4 Severidade observada da requeima na batata para o clone Asterix no tratamento sem aplicação Atest (a,b,c,d,e,f), com aplicação semanal Asemanal (a), e utilização do sistema Blitecast com 18 valores de severidade (VS) ABli18, 24 VS ABli24, 30 VS ABli30 (d), 36 VS ABli36 e 42 VS ABli42 (b), do sistema Prophy com 15 VS APro15, 20 VS APro20, 25 VS APro25 (e), 30 VS APro30 e APro35 (c); para o clone SMIJ461-1 sem aplicação SMtest (f) com a utilização do sistema Blitecast SMBli42 (f) e utilização de sistema Prophy com 35 VS APro35 (f), em função do número de dias após a emergência (DAE). Primavera de 2004. Santa Maria, RS. 53
- FIGURA 5 Severidade observada da requeima na batata para o clone Asterix no tratamento sem aplicação Atest (a,b,c,d,e,f), com aplicação semanal Asemanal (a), e utilização do sistema Blitecast com 18 valores de severidade (VS) ABli18, 24 VS ABli24, 30 VS ABli30 (d), 36 VS ABli36 e 42 VS ABli42 (b), do sistema Prophy com 15 VS APro15, 20 VS APro20, 25 VS APro25 (e), 30 VS APro30 e APro35 (c); para o clone SMIJ461-1 sem aplicação SMtest (f) com a utilização do sistema Blitecast SMBli42 (f) e utilização de sistema Prophy com 35 VS APro35 (f), em função do número de dias após a emergência (DAE). Outono de 2005. Santa Maria, RS. 54

- FIGURA 6 Valores de severidade acumulados (VS Blitecast) calculados pelo sistema Blitecast(a,b) e severidade observada no campo para os tratamentos ABli18 e Atest (a,b) e momento de aplicação de fungicida para o controle da requeima (Aplicação ABli18) (a,b), em função do número de dias após a emergência (DAE). Primavera de 2004 (a) e outono de 2005 (b) Santa Maria, RS. 55
- FIGURA 7 Severidade observada no campo para o tratamento sem aplicação de fungicidas Atest (a,b) e precipitação pluvial (a,b), em função do número de dias após a emergência (DAE) da batata, clone Asterix. Primavera de 2004 (a) e outono de 2005(b). Santa Maria, RS. 56
- FIGURA 8 Relação entre o rendimento total (RT, t ha⁻¹), em função dos dias de área foliar sadia (DAFS, dias, a,b,c), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD, d,e,f) e severidade final observada (g,h,i), com valores transformados em raiz do arco seno, para o clone Asterix de batata, cultivado na primavera de 2004 (a,d,g), no outono de 2005 (b,e,h) e no conjunto de ambos os períodos (c,f,i) em Santa Maria, RS. 66
- FIGURA 9 Frequência acumulada durante o ciclo (FAC) em dias e para durante a fase da batata (FAF) da emergência ao início da tuberização (EM-IT), do início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) e do início da senescência à colheita (IS-CO), das classes de valores diários de severidade acumulados (VS) calculados pelos sistemas Blitecast (a,b,c,d) e pelo sistema Prophy (a,d,e,f) para o ciclo na primavera de 2004 (a,b,e) e no outono de 2005 (c,d,f) em Santa Maria, RS. 69
- FIGURA 10 Horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90) a 150 cm e classes de temperatura a 10 cm (a,b,c,g,h,i) e a 150 cm (d,e,f,j,k,l), na primavera de 2004 (a,b,c,d,e,f), outono de 2005 (g,h,i,j,k,l), em função das fases da emergência ao início da tuberização (EM-IT) (a,d,g,j), do início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) (b,e,h,k) e do início da senescência à colheita (IS-CO) (c,f,i,l). Santa Maria, RS. 71

- FIGURA 11 Relação entre duração do molhamento foliar medido com sensores de molhamento na posição inferior (Minferior,a,b), intermediária (Mintermediário,a,c,d), superior (Msuperior,b,c) e duração utilizando a umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90,d) para o período de outono de 2005. Santa Maria, RS. 73
- FIGURA 12 Valores de severidade acumulados (VS) calculados para o período de outono de 2005, pelo sistema Blitecast utilizando horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90), os sensores de molhamento na posição inferior (Minferior,a), posição intermediária (Mintermediário,c), posição superior (Msuperior,b) e sensor de molhamento com uma estação automática (Mautoma,d) instalado no nível intermediário do dossel, em função do número de dias após a emergência (DAE), Santa Maria, RS. 76

LISTA DE TABELAS

TABELA 1	Tratamentos com diferentes esquemas de aplicação de fungicidas, utilizando valores de severidade (VS) calculados pelos sistemas Blitecast (Bli) e Prophy (Pro) para os clones Asterix (A) e SMIJ461-1 (SM) de batata em Santa Maria,RS.	32
TABELA 2	Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90 % (HUR>90) e valores de severidade (VS) diários para o controle de <i>Phytophthora infestans</i> nos cultivos de batata.	39
TABELA 3	Tratamentos através de diferentes esquemas de aplicação de fungicidas, momento de aplicação de fungicidas para o controle da queima segundo o sistema utilizado em dias após a emergência (DAE) e número total de aplicações para os cultivos de primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.	60
TABELA 4	Rendimento comercial (RC), rendimento não comercial (RNC), rendimento total (RT), peso médio do tubérculo comercial (PMT) e número de tubérculos por cova (NTC) de clones de batata para o cultivo de primavera. Santa Maria, RS, 2004.	62
TABELA 5	Médias de rendimento comercial (RC), rendimento não comercial (RNC), rendimento total (RT), peso médio do tubérculo comercial (PMT) e número de tubérculos por cova (NTC) de clones de batata para o cultivo de outono. Santa Maria, RS, 2005.	63
TABELA 6	Diferença relativa (%) no acúmulo de VS aos 15, 30, 45 e 60 DAE utilizando sensores de molhamento dentro da área experimental no terço inferior (Minferior), intermediário (Mintermediária) e superior (Msuperior) da planta e o sensor de molhamento registrado por uma estação automática (Mautoma) comparados ao acúmulo de VS utilizando a HUR>90 a 150 cm de altura dentro da área experimental em Santa Maria, RS.	74

LISTA DE ANEXOS

ANEXO 1	Dias de área foliar sadia (DAFS) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (severidade) e o rendimento total (RT), para o tratamentos na primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.	89
ANEXO 2	Escala diagramática utilizada para avaliar a severidade da requeima, causada por <i>Phytophthora infestans</i> em plantas de batata	90
ANEXO 3	Duração do período de molhamento foliar determinado pelo sensor de molhamento registrado por uma estação automática (Mautoma), horas com umidade relativa do ar maior do que 90 % (HUR>90) e sensores de molhamento dentro da área experimental no terço inferior da planta (Minferior), intermediário (Mintermediária), superior (Msuperior) dentro da área experimental em função de dias após a emergência (DAE) no outono em Santa Maria, RS.	91
ANEXO 4	Velocidade do vento e molhamento foliar	93
ANEXO 5	Radição Solar incidente (Rge) medidos através de um piranômetro com fotocélula de diodo (LI-COR) a 150 cm, após a data de emergência (DAE), em um dossel de plantas de batata na primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.	97
ANEXO 6	Índice de área foliar (IAF) dos clones de batata Asterix e SMIJ461-1, após a data de emergência (DAE) na primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.	99

LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

Sigla	Descrição	Unidade
AACPD	Área abaixo da curva de progresso da doença	
<i>AF</i>	Área foliar	cm ²
<i>AFt</i>	Área foliar total da planta	cm ²
<i>C</i>	Comprimento máximo da folha	cm
CO	Colheita	
D	Déficit de saturação do ar	hPa
DAE	Dias após a emergência	dias
DAFS	Dias de área foliar sadia	dias
DP	Duração da precipitação	h
E	Pressão parcial de vapor do ar	hPa
<i>Ef</i>	Espaçamento entre fileiras	m
EM	Emergência (Bätz et al.,1980)	
<i>Ep</i>	Espaçamento entre plantas	m
Es	Pressão de saturação de vapor do ar	hPa
FAC	Frequência acumulada durante o ciclo	dias
FAF	Frequência acumulada durante a fase	dias
HUR>90	Umidade relativa do ar superior ou igual a 90%	h
IAF	Índice de área foliar	cm ² cm ²
IS	Início da senescência (Bätz et al.,1980)	
IT	Início da tuberização (Bätz et al.,1980)	
<i>L</i>	Largura máxima da folha	cm
Minferior	Sensores de molhamento no terço inferior da planta	h
Mintermediária	Sensores de molhamento no terço intermediário da planta	h
Msuperior	Sensores de molhamento no terço superior da planta	h

Continuação LISTA DE SIGLAS, ABREVIATURAS E SÍMBOLOS...

Sigla	Descrição	Unidade
NTC	Número de tubérculos por cova	
PMT	Peso médio do tubérculo comercial	g
Prec	Precipitação	mm
RC	Rendimento comercial	t ha ⁻¹
Rge	Densidade de fluxo de radiação solar incidente	MJ m ⁻² h ⁻¹
Rgi	Radiação solar global transmitida pelo dossel	MJ m ⁻² h ⁻¹
RNC	Rendimento não comercial	t ha ⁻¹
RT	Rendimento total	t ha ⁻¹
T	Temperatura do bulbo seco	°C
Te	Temperatura do ar (média horária)	°C
Tmolha	Média da temperatura do ar durante a ocorrência de HUR>90	°C
Tr	Transmitância do dossel de plantas	MJ m ⁻² h ⁻¹
Tw	Temperatura do bulbo úmido	°C
u10	Velocidade do vento à 1000 cm de altura	km dia ⁻¹
u2	Velocidade do vento à 200 cm de altura	km dia ⁻¹
UR	Umidade relativa do ar	%
URe	Umidade relativa do ar (média horária)	%
VS	Valores de severidade	

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	15
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	17
2.1. Cultivo da batata.....	17
2.2. Condições meteorológicas associados ao desenvolvimento de doenças.....	18
2.3. Requeima da batata.....	18
2.3.1. Sintomatologia.....	19
2.3.2. Etiologia e epidemiologia.....	19
2.3.3. Métodos de controle da requeima.....	23
2.3.3.1. Controle químico.....	23
2.3.3.2. Outras medidas de controle.....	24
2.4. Sistemas de alerta.....	25
2.4.1. Princípios do sistema de alerta.....	25
2.4.2. Sistemas de alerta em uso para a requeima.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1. Local e descrição do experimento.....	30
3.2. Rendimento da cultura.....	33
3.3. Fenologia e fenometria das plantas de batata.....	34
3.4. Avaliação da requeima.....	35
3.5. Variáveis ambientais.....	36
3.5.1. Determinação do molhamento foliar.....	36
3.5.2. Temperatura e umidade do ar.....	37
3.5.3. Outras variáveis meteorológicas.....	37
3.5.4. Variáveis meteorológicas calculadas.....	38
3.6. Sistemas de alerta utilizados.....	38
3.6.1. Blitecast modificado.....	38
3.6.2. Prophy modificado.....	39
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	41
4.1. Crescimento e desenvolvimento da cultura da batata.....	41
4.1.1. Número de folhas.....	41
4.1.2. Altura de plantas.....	42
4.1.3. Índice de área foliar.....	42
4.1.4. Desenvolvimento vegetal.....	45
4.2. Condições meteorológicas.....	45

4.3. Evolução dos valores de severidade calculada pelos sistemas	49
4.4. Evolução observada da severidade da requeima	51
4.5. Controle químico da requeima	58
4.6. Rendimento da cultura e o sistema de alerta	61
4.7. Rendimento e a ocorrência de requeima.....	64
4.8. Avaliação dos elementos meteorológicos que contribuem para a requeima.....	67
4.8.1. Comparação dos valores acumulados de severidade utilizados pelos sistemas	67
4.8.2. Temperatura e umidade do ar em dois níveis de medida	70
4.8.3. Comparação HUR>90 e sensores de molhamento foliar	72
4.8.4. Efeito da metodologia de determinação do molhamento foliar na determinação dos valores de severidade	74
5. CONCLUSÕES	77
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79
7. ANEXOS	89

1. INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é uma cultura de grande importância mundial devido ao elevado valor nutricional e rendimento. No Brasil a batata é cultivada principalmente nas regiões Sudeste e Sul. Nessas regiões, a cultura da batata ainda apresenta sérios problemas de cultivo devido às doenças e pragas.

Agrios (1997) relata que a ocorrência de uma doença depende da inter-relação entre patógeno, hospedeiro e ambiente. O ambiente favorável para o desenvolvimento do patógeno, favorece a sua sobrevivência e desenvolvimento, tanto no hospedeiro como no meio, o que pode implicar em maior ou menor intensidade da doença (BEDENDO, 1995). Os fatores ambientais atuam sobre todas as fases do ciclo do patógeno (infecção, colonização, esporulação, dispersão e sobrevivência). A temperatura e a umidade do ar são os principais elementos meteorológicos, principalmente quando ocorre alta umidade relativa do ar e/ou molhamento foliar originado por chuva, orvalho, nevoeiro e irrigação (HELDWEIN, 1997a).

A principal doença da cultura da batata é a requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary) que pode comprometer todo o campo de produção em questão de poucos dias. Por isso, a requeima é controlada através de aplicações de fungicidas. No Brasil, as aplicações são em geral excessivas devido a serem realizadas sem considerar a interação entre aspectos biológicos do ciclo de vida do patógeno e as condições meteorológicas. A requeima é altamente dependente das condições ambientais, o que faz a doença variável no espaço e no tempo (HIJMANS et al., 2000).

O controle da requeima vem aumentando os custos de produção da cultura da batata (JOHNSON et al., 1997). Em nível mundial, estima-se que anualmente são gastos cerca de 6 bilhões de dólares para o controle da requeima em batata (CIP, 1996). No Brasil, calcula-se que o percentual destinado ao controle da doença represente entre 15 e 20% dos custos de produção.

Os sistemas de previsão de ocorrência de doenças com base nas condições ambientais são uma alternativa para auxiliar na tomada de decisão para a aplicação de fungicidas. Nesses sistemas, os períodos de condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são indicados e determinam o momento mais adequado às aplicações de fungicidas.

Atualmente diversos sistemas de alerta para a requeima estão em uso na Europa e nos Estados Unidos. Destes, alguns determinam somente o momento da primeira aplicação. Outros sistemas como Blitecast e Prophy determinam as aplicações necessárias para o controle da requeima durante todo o ciclo de cultivo. Esses sistemas têm base no valor de severidade calculada, a qual relaciona a duração de umidade relativa maior ou igual a 90% e temperatura média durante os períodos de alta umidade.

Os critérios de decisão nesses tipos de sistemas não se originam por simulação, mas por um conjunto de regras. Zadoks (1984) refere-se a esses modelos como sistemas de alerta, pois as decisões geradas dependem de condições que ocorreram no passado ou estão ocorrendo no presente.

Os sistemas de alerta precisam indicar a qualquer momento do dia e ao longo de todo o ciclo da cultura como se apresentam o molhamento da parte aérea das plantas, a umidade e a temperatura do ar e a velocidade de renovação do ar no dossel da cultura para apresentarem eficácia (HELDWEIN, 1993). Quando a duração do molhamento foliar não permite o estabelecimento do parasitismo, a superfície do órgão suscetível seca e o esporo perde a viabilidade por dessecação, por ser uma estrutura sensível à desidratação.

O uso de sistemas de alerta tem o potencial de reduzir o número de aplicações de agroquímicos e desta maneira reduz custos, diminui o risco de ocorrência de epidemias severas e reduz a poluição ambiental.

As condições edafoclimáticas e os sistemas de cultivo para a batata na região Sul do Brasil são diferentes da maioria das grandes regiões produtoras do mundo. Assim, é importante conhecer e caracterizá-las para essa região. O presente trabalho teve como objetivo avaliar a ocorrência de *Phytophthora infestans* e o rendimento da cultura de batata com a utilização de fungicidas através de diferentes valores de severidade acumulados pelos sistemas de previsão Blitecast e Prophy modificados, em relação ao sistema de aplicação semanal e ausência de aplicação de fungicidas nas condições de cultivo em Santa Maria, RS.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Cultivo da batata

A batata é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae*, gênero *Solanum*, o qual abrange mais de 2000 espécies, das quais pelo menos 150 são produtoras de tubérculos. A principal espécie cultivada é a *Solanum tuberosum* L. originária da Cordilheira dos Andes na região sul do Peru (HAWKES,1993), sendo cultivada em pelo menos 140 países. É a quarta cultura mais produzida no mundo, superada apenas pelo trigo, arroz e milho (FAO, 1998). Sendo cultivada desde a linha do Equador, nos altiplanos do Equador e do Quênia, até o círculo polar na Finlândia, sendo a cultura que atinge as maiores latitudes.

No Brasil, a batata é cultivada comercialmente desde 1920 e hoje, juntamente com o tomateiro, é a segunda hortaliça mais importante, com uma produção total de 3.126.411 toneladas em três safras anuais no ano de 2002, em uma área aproximada de 161.139 ha (IBGE, 2005). O estado com maior produção é Minas Gerais, seguido por São Paulo, Paraná e Rio Grande do Sul, nos quais são produzidos aproximadamente 90% da produção nacional de batata (IBGE, 2005). A produtividade média varia entre os Estados: em Minas Gerais são 23,9 t ha⁻¹, São Paulo 23,0 t ha⁻¹, Paraná 19,5 t ha⁻¹, Santa Catarina 12,6 t ha⁻¹ e Rio Grande do Sul 10,7 t ha⁻¹ (IBGE, 2005). A produtividade é baixa se comparada com a dos maiores produtores mundiais, como a Holanda com 38 t ha⁻¹, Inglaterra com 34 t ha⁻¹, Estados Unidos e França com 30 t ha⁻¹ (FAO, 1998).

No Rio Grande do Sul existem três importantes regiões produtoras de batata concentradas nas Regiões Sul, Central e Norte/Nordeste do Estado (BISOGNIN, 1996). Nessas regiões, os agricultores aplicam alguma tecnologia em termos de semente de qualidade, controle fitossanitário, mecanização e irrigação, porém, na quase totalidade dos casos, o nível tecnológico fica aquém do mínimo esperado para uma produção economicamente competitiva e sustentável.

As épocas de plantio recomendadas para o Rio Grande do Sul são duas: o cultivo de primavera chamado de “safra”, com plantios de Agosto a Outubro e o cultivo de verão/outono, denominada de safrinha com plantios de Janeiro a Março (BISOGNIN, 1996).

Vários são os fatores que limitam a produção de batata, dentre os quais as pragas e doenças, as quais se estabelecem nas plantas quando as condições ambientais forem favoráveis.

2.2. Condições meteorológicas associados ao desenvolvimento de doenças

A ocorrência de uma doença depende da inter-relação entre patógeno, hospedeiro e ambiente (AGRIOS, 1997). Levando-se em consideração somente o efeito dos fatores ambientais sobre o patógeno, pode-se dizer que todas as fases do ciclo do patógeno (infecção, colonização, esporulação, dispersão e sobrevivência) são afetadas por um ou mais elementos meteorológicos.

O ambiente pode ser caracterizado pelas variáveis meteorológicas que mais afetam o aparecimento e o desenvolvimento das doenças em vegetais que são a temperatura do ar e a umidade do ambiente. A temperatura do ar controla a velocidade de desenvolvimento do patógeno e do hospedeiro. A alta umidade do ambiente, caracterizada pela umidade relativa do ar e pelo tempo de molhamento foliar, originado por chuva, orvalho, nevoeiro ou irrigação, facilita o início do processo infeccioso de muitas espécies de oomicetos, fungos e bactérias (HELDWEIN, 1997a) e uma vez que a produção de propágulos reprodutivos tem papel importante na proliferação da doença.

2.3. Requeima da batata

A requeima causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary, ficou conhecida e temida por causar a escassez alimentar na Irlanda no ano de 1845, que resultou na fome e migração de grande parte da população irlandesa naquela época. No Brasil a presença da requeima da batata é anterior a 1913 (LORENA, 1913). Ainda hoje é a mais importante das doenças, podendo comprometer todo o campo de produção em poucos dias (STEVENSON, 1983; LOPES et al., 1994; ROSS, 1986; HENFLING, 1987; FRY, 1998; KAMOUN et al., 1999), sendo uma doença importante em todo o mundo (FRY, 1997).

Nos últimos anos, o controle da requeima (*Phytophthora infestans*) aumentou os custos de produção da cultura (JOHNSON et al., 1997). Em nível mundial, estima-se que anualmente são gastos cerca de seis bilhões de dólares para controle da requeima em batata (CIP, 1996). No Brasil, calcula-se que o percentual destinado ao controle da doença em batata represente entre 15 e 20% dos custos de produção (SEAB-DERAL, 1998).

2.3.1. Sintomatologia

Os sintomas típicos da ocorrência da requeima manifestam-se intensamente nas folhas. Inicialmente aparecem lesões de formato irregular e coloração escura. Essas lesões se expandem e tomam áreas maiores, tendendo ao formato circular. Uma característica marcante desse estágio de desenvolvimento é o aspecto encharcado das lesões. Sob condições de alta umidade relativa, forma-se, na face abaxial da folha, uma faixa de coloração clara a branca, circundando a lesão (DIAS et al., 1997). Esse local é composto de esporangióforos e esporângios do patógeno. As lesões se desenvolvem e, à medida que o tecido foliar é consumido, essas áreas necrosam e adquirem consistência seca, conferindo um aspecto de queima, o que originou a denominação de requeima. Nas hastes, os sintomas são lesões de coloração marrom escura, geralmente superficial, não apresentando aspecto deprimido (LUZ et al., 2001).

2.3.2. Etiologia e epidemiologia

O gênero *Phytophthora* pertence ao Reino Stramenopila, Filo Oomycota, Classe Oomycetes, Ordem Pythiales, Família Pythiaceae (ALEXOPOULOS et al., 1996). Até recentemente, o gênero *Phytophthora* era considerado fungo verdadeiro e pertencente ao reino Fungi.

Zadoks et al. (1979) relatam que os patógenos respondem a estímulos ou sinais do ambiente como qualquer outro ser vivo. Os principais estímulos da natureza são a água e a temperatura. Na presença da água no estado líquido, os esporos iniciam de forma obrigatória e irreversível o processo de infecção. Esse processo compreende as sub-fases de germinação do esporo, crescimento do tubo germinativo, penetração e

estabelecimento do parasitismo. Após a duração do molhamento foliar contínuo por tempo suficiente para o estabelecimento do parasitismo, a superfície da planta até poderá secar e o parasita não mais perderá sua viabilidade por estar abrigado abaixo da epiderme foliar e nutrindo-se do hospedeiro, sendo a temperatura o elemento que governará a velocidade do crescimento do micélio. Caso a duração do molhamento foliar não permitir o estabelecimento do parasitismo, e a superfície do órgão suscetível secar, o esporo perderá a viabilidade por dessecação, por ser uma estrutura sensível à desidratação.

Phytophthora produz esporângios que são formados em períodos com umidade relativa superior a 90% ou na presença de molhamento e temperatura do ar ótima entre 18 a 22 °C (CROSIER et al., 1934). Harrison (1992) sugere que a temperatura do ar ideal abrange 16 a 23 °C. Apesar de haver pequenas divergências nas condições ambientais ótimas no desenvolvimento da epidemia, é consenso que a requeima não se desenvolve com taxas expressivas a temperaturas do ar abaixo de 7°C (HYRE, 1954) ou acima de 28°C (ROTEM et al., 1971). No Brasil também foram encontrados resultados semelhantes, onde sob temperaturas acima de 30°C foi verificado que a requeima dificilmente ocorre, mas o patógeno permanece vivo, podendo provocar danos assim que as condições meteorológicas se tornarem favoráveis (LOPES et al., 1994; ZAMBOLIM et al., 2000).

A dispersão do patógeno ocorre pelo vento, água e insetos. O ciclo completo desse patógeno pode ocorrer em menos de cinco dias em cultivares suscetíveis e os esporos também infectam os tubérculos (FRY et al., 1997), os quais apodrecem durante o armazenamento ou são fonte de inóculo primário se no plantio seguinte forem utilizados como tubérculos-semente.

A duração do período de molhamento foliar é imprescindível para a germinação de esporos de *Phytophthora infestans*. São necessárias no mínimo, 3 horas de molhamento foliar para que ocorram as sub-fases de germinação e infecção (ROTEM et al., 1978). As condições de alta umidade relativa do ar favorecem a germinação de esporos de *Phytophthora infestans* (MINOGUE et al., 1981; HARRISON, 1992), levando a um aumento da severidade da doença. Nos locais de clima semi-árido a doença pode se desenvolver desde que seja utilizada irrigação por aspersão (JOHNSON et al., 1996).

O molhamento foliar é difícil de ser medido acuradamente e, não raro, é estimado por meio da umidade relativa do ar, considerando os períodos em que a mesma se encontra acima de 90% (GLEASON et al., 1994; WILSON et al., 1999). Por se tratar de água externa à planta, pode ser descrita e determinada também pelo balanço de energia da superfície (PEDRO JUNIOR e GILLESPIE, 1982; HELDWEIN, 1993). O molhamento foliar depende de vários fatores: umidade relativa do ar e do solo, saldo de radiação, principalmente no período noturno, precipitação e velocidade do vento.

O patógeno *Phytophthora infestans* é uma das poucas espécies do gênero *Phytophthora* adaptadas ao ambiente aéreo e somente tem como hospedeiros plantas da família *Solanaceae*. Apresenta os esporângios caducos e o anterídio anfígeno. Existem duas maneiras de propagação: a sexuada e a assexuada, sendo que a primeira não ocorre no Brasil. Nas estruturas de propagação assexuais, o modo de germinação do esporângio é determinado pela temperatura do ar. As temperaturas menores que 15 °C, o esporângio germina, predominantemente, de modo indireto, formando três a oito zoósporos (DE BARY et al., 1876). Nas temperaturas de 15 °C até 26 °C é maior a proporção de esporângios germinando de modo direto, formando tubo germinativo (MELHUS, 1915; DE BARY et al., 1876).

A interação patógeno-hospedeiro inicia-se com a chegada do inóculo, geralmente por esporângios, nas folhas da planta de batata. Havendo condições favoráveis de temperatura e umidade, inicia-se a germinação dos esporos. Após a germinação direta de esporângios ou germinação dos zoósporos, ocorre a formação de apressórios que iniciam a penetração no hospedeiro (DIAS et al., 1997). Os apressórios são considerados as estruturas de infecção mais importantes (KRÄMER et al., 1997) e, preferencialmente, são formados próximos da parede anticlinal das células epidérmicas adjacentes às células guarda dos estômatos (GEES et al., 1988). Do apressório surge a hifa de penetração que pode penetrar diretamente pelos estômatos. A colonização inicia pelo crescimento do patógeno internamente nos tecidos para áreas saudas. A fase final é a reprodução principalmente na face abaxial das folhas, local com maior número de estômatos.

Os esporangióforos são formados e ganham o exterior da folha ao crescerem através dos estômatos. O esporangióforo apresenta crescimento indeterminado e, portanto, os esporângios não paralisam o crescimento do esporangióforo, e novos

esporângios poderão ser formados em outros pontos do mesmo, enquanto persistir a condição ambiental favorável de molhamento ou umidade relativa do ar elevada.

A temperatura indica o período viável dos zoósporos após liberados dos esporangióforos, sendo essa variável. Os zoósporos podem nadar durante cerca de 20h a 3 °C e até 30 min a 24 °C (CROSIER et al., 1934) antes de iniciarem a sua instalação na parede celular.

Os valores de temperatura do ar abaixo de 10 °C e acima de 25 °C são considerados como desfavoráveis à infecção (ROTEM et al., 1971). Cohen (1988), verificou que a quantidade de horas de molhamento necessária para a infecção é em média de três horas. No entanto, os efeitos da umidade externa não são expressivos à planta no crescimento e colonização das hifas (HARRISON et al., 1990). Mizubuti et al. (1998) observaram que a 15 °C ocorreu alta porcentagem de germinação de esporângios de isolados das linhagens clonais novas US-7 e US-8 e da antiga US-1.

A esporulação mais abundante ocorre na faixa de 20 a 22 °C e praticamente não há esporulação a temperaturas inferiores a 8 °C ou superiores a 25 °C (CROSIER et al., 1934; DE WEILLE, 1964; HARRISON, 1992). Além da temperatura, a umidade do ar e molhamento da planta tem influência marcante na esporulação de *Phytophthora infestans*. Condições de atmosfera saturada ou quando a umidade relativa do ar é maior do que 90% (CROSIER et al., 1934; DE WEILLE, 1963; ROTEM et al., 1978) e ventos a baixa velocidade (HARRISON et al., 1989) favorecem a esporulação. Sob condições de atmosfera saturada, há abundante formação de oósporos em temperaturas que variam de 8 a 22 °C, e um menor número é formado a 25 °C (HARRISON, 1992).

Os esporângios são extremamente sensíveis à radiação solar. Em dias ensolarados, com densidades de fluxo de radiação solar (R_g) acima de 600 W m⁻², a viabilidade de esporângios destacados é reduzida em 95% após 3 horas de exposição. No entanto, em dias nublados, R_g abaixo de 300 W m⁻², a viabilidade é apenas pouco reduzida em 25% após três horas (MIZUBUTI et al., 2000).

A requeima apresenta um período latente curto, alta taxa de expansão de lesão e alta capacidade de esporulação, o que permite vários ciclos de vida do patógeno durante uma safra da planta hospedeira. Os esporângios, produzidos abundantemente nas lesões, são estruturas adaptadas à dispersão pelo vento, com alta eficiência (FRY et al., 1998).

O período latente da *Phytophthora infestans* é de quatro dias (BERGAMIN FILHO, 1995).

O patógeno pode ser transmitido em tubérculos de batata (LAMBERT et al., 1998). Embora o plantio de tubérculos infectados possa originar plantas doentes (DIAS et al., 1997), a eficiência dessa fonte de inóculo inicial é reduzida, quando comparada a epidemias iniciadas por inóculo transportado pelo ar (HIRST et al., 1960).

2.3.3. Métodos de controle da requeima

As epidemias da requeima apresentam alta taxa de progresso em condições favoráveis. Desta maneira, são adotadas medidas que visem prevenir a doença, sendo mais eficazes que medidas de caráter curativo.

2.3.3.1. Controle químico

O controle da doença adotado pelos produtores é a utilização de calendários de pulverização, na maioria das vezes excessivos, que desconsideram a interação entre aspectos biológicos do ciclo de vida do patógeno e as condições meteorológicas.

Os produtores da cultivar Bintje, suscetível à requeima, temerosos dos riscos de perdas inerentes à doença, iniciam as pulverizações com fungicidas antes do aparecimento da doença tão logo se inicia a expansão das primeiras folhas e seguem realizando aplicações em intervalos de três a cinco dias até o final do ciclo da planta (NAZARENO et al., 1999). Dias et al., (1997) verificaram que o número médio de aplicações de fungicidas chega próximo a oito aplicações durante o ciclo da cultura, dependendo das condições meteorológicas.

Os fungicidas protetores e sistêmicos são comumente empregados para o controle da requeima em batata (FRY et al., 1979). Para Reis et al., (1999), na utilização dos fungicidas protetores (cúpricos, carbamatos e clorotalonil), o período de proteção equivale há sete dias, porém sempre que ocorrer chuva significativa nesse período, no término da chuva é realizada nova aplicação. Para os fungicidas sistêmicos o período de

proteção é considerado de 10 a 15 dias pelos fabricantes, porém esses prazos por vezes são contestados.

Os fungicidas mais comumente usados são: cúpricos, mancozeb, clorotalonil, metalaxyl + mancozeb, cymoxanil + manebe, dimethomorph + clorotalonil. Dos fungicidas sistêmicos mais utilizados, destaca-se o metalaxyl (BRUCK et al., 1980). Recentemente outros fungicidas com propriedades sistêmicas estão sendo utilizados, como cymoxanil (SAMOUCOA et al., 1988), dimethomorph (COHEN et al., 1995), propamocarb (REITER et al., 1995, BARDSLEY et al., 1996) e estrobirulina (AGROFIT, 2004).

Os maiores problemas decorrentes do uso excessivo de produtos químicos para o controle da requeima são: aumento do custo de produção, possibilidade de intoxicação mais freqüente e intensa de aplicadores, aumento da contaminação do meio ambiente pela deriva e lixiviação dos excessos de produtos pulverizados, resíduos de fungicidas em tubérculos e outros órgãos vegetais (ZAMBOLIM et al., 1990) e surgimento de isolados do patógeno resistentes a fungicidas (ROYLE et al., 1988).

2.3.3.2. Outras medidas de controle

O controle genético pode se manifestar na resistência vertical ou horizontal. A resistência vertical apresenta resistência a uma raça-específica e é governada por um número menor de genes. A resistência horizontal apresenta resistência a várias raças do patógeno e é governada por um número desconhecido de genes (multigênica, poligênica). A resistência do tipo poligênica está relacionada à maturidade dos genótipos, sendo que variedades tardias são mais resistentes (COLLINS et al., 1999).

As práticas culturais podem reduzir a intensidade da requeima. Na escolha do local devem ser evitadas áreas sujeitas a períodos prolongados de alta umidade relativa, plantios sucessivos na mesma área, aquisição de material não sadio, além de realizar a eliminação dos restos culturais da safra anterior, a eliminação de plantas hospedeiras selvagens das proximidades de campos de produção. Pode-se também manipular as condições microclimáticas para diminuir as condições de formação de microclima favorável à doença, através de plantios pouco adensados e irrigação nos momentos mais adequados para reduzir ao máximo o tempo de molhamento foliar.

2.4. Sistemas de alerta

Recentemente, iniciaram os estudos sobre o uso dos sistemas de alerta. Esses sistemas utilizam os estudos de epidemiologia das doenças, a fim de aplicar fungicidas somente quando necessário, realizando uma simulação do progresso das doenças nas plantas. Os modelos de fenologia, dinâmica de população e os modelos epidemiológicos foram desenvolvidos para diversas doenças de importância econômica. Entretanto, problemas estão ainda à espera de solução, especialmente quando o objetivo final é de incluir esses modelos em sistemas de suporte à tomada de decisão para o uso dos produtores e dos técnicos.

A grande maioria das doenças das culturas que mais empregam fungicidas tem sido controlada empiricamente, ou seja, sem usar os fundamentos epidemiológicos (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

A utilização de sistemas de previsão de ocorrência com base nas condições ambientais recentes, tem se destacado como uma alternativa para auxiliar na tomada de decisão, indicando os períodos de condições favoráveis ao desenvolvimento das doenças, e determinando o momento mais adequado para as aplicações de fungicidas. As principais vantagens dos sistemas de previsão são: maior lucro ao produtor, decréscimo do risco de ocorrência de epidemias, redução do número de pulverizações e menor dano ao homem e ao meio ambiente (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

As inovações ocorridas nos últimos dez anos ampliaram a capacidade de monitoramento do microclima das culturas, introduzindo possibilidades para o estudo preciso do efeito dos elementos meteorológicos no desenvolvimento das doenças de plantas.

2.4.1. Princípios do sistema de alerta

A determinação da duração do período de molhamento da superfície suscetível da planta, em função da temperatura do ar requerida pelo patógeno para a liberação do inóculo, germinação e penetração são fundamentais na previsão da ocorrência de epidemias (ZADOKS et al., 1979).

Qualquer sistema que prevê o início ou o desenvolvimento de uma doença a partir de informações acerca das condições meteorológicas ou ambientais, do hospedeiro, do patógeno ou da própria doença, pode ser considerado um sistema de previsão de doença. Esse conceito é amplo o suficiente para nele serem incluídos desde sofisticados programas de computador até simples regras que relacionem, por exemplo, infecção com horas de molhamento foliar.

Os sistemas de alerta também são originados de outros meios além da simulação. Um exemplo de sistema que projeta a ocorrência de doença com base em períodos críticos para o seu desenvolvimento, é o Blitecast, sistema computadorizado e específico para *Phytophthora infestans* (KRAUSE et al., 1975). Estabelecido o período crítico para a ocorrência da doença, o sistema permite imprimir os dados processados em um algoritmo específico ou mostra em monitor digital o alerta para que sejam aplicados os fungicidas. Os critérios de decisão nesses tipos de sistemas, denominados de sistemas especializados, não se originam por simulação e sim por um conjunto de regras. Zadoks (1984) refere-se a esses modelos como sistemas de alerta, pois as decisões geradas dependem de condições que ocorreram no passado ou estão ocorrendo no presente.

2.4.2. Sistemas de alerta em uso para a requeima

A requeima da batata, causada por *Phytophthora infestans* é uma doença importante, altamente dependente das condições ambientais, o que faz a doença variável no espaço e no tempo (HIJMANS et al., 2000). A simulação é utilizada para integrar o conhecimento epidemiológico sobre *Phytophthora infestans* e melhorar o manejo da doença.

O primeiro sistema de alerta para a requeima foi desenvolvido na Holanda por Van Everdingen em 1926 e foi utilizado para prever a requeima pelo serviço holandês no período de 1928 a 1948 (SCHRÖDTER, 1987).

Na Inglaterra, Beaumont et al., (1937) criou o critério que as condições favoráveis para o desenvolvimento do patógeno eram temperatura mínima do ar superior a 10°C e dois dias com umidade relativa do ar superior a 75% às três horas da tarde.

Posteriormente, diversos sistemas de alerta foram desenvolvidos. Entre eles as “regras irlandesas” descritas por Bourke (1953) (temperatura do ar superior a 10°C e umidade relativa superior ou igual a 90% num período de 12 horas indicavam um dia favorável para o desenvolvimento da requeima); e o período de Smith (1956) com dois dias consecutivos com temperatura mínima do ar maior que 10°C e pelo menos 10 horas de umidade relativa superior a 90%.

Nos Estados Unidos foi criado o sistema Blitecast (KRAUSE et al., 1975). É o sistema mais conhecido de alerta, o qual combina os modelos de Hyre (1954) e Wallin (1962). A primeira parte do sistema prevê a ocorrência de requeima 7-14 dias após a acumulação de 10 dias favoráveis com chuva segundo Hyre (1954), ou ocorre o acúmulo de 18 valores de severidade segundo o modelo de Wallin (1962). A segunda parte do sistema recomenda a aplicação do fungicida baseado no número de dias chuvosos favoráveis e valores de severidade acumulados durante os últimos sete dias. Os dias chuvosos favoráveis se baseiam no acúmulo da precipitação. O valor de severidade relaciona a duração da condição de umidade relativa maior ou igual a 90% e temperatura média durante os períodos com esta condição de alta umidade. No sistema de alerta Prophy (SCHEPERS et al., 1995; RIDDER, et al., 1995) os sensores são colocados a 10 cm acima do solo dentro do cultivo e utiliza como principal parâmetro os sensores de molhamento.

Outros sistemas de previsão de requeima utilizados no mundo são: Negfry (HANSEN et al., 1995), baseado no programa Phytprog (SCHRÖDTER et al., 1966), prevê o risco de ocorrência de requeima através da “Prognose negativa” e “dias livres de requeima” que prevê a primeira aplicação de produto; as demais aplicações de fungicida são realizadas com o programa Simcast (FRY et al., 1983; GRÜNWALD et al., 2000). Ainda existem os sistemas: Progeb (GUTSCHE et al., 1993), PhytoPre (FORRER et al., 1993) e Simphyt (GUTSCHE et al., 1996).

No Brasil, praticamente inexistem programas de previsão de epidemias causadas por requeima ou outras doenças. Uma exceção é o programa de alerta utilizado pela EPAGRI em São Joaquim para a previsão da sarna da macieira (*Venturia inaequalis* (Cooke) Winter) (KATSURAYAMA et al. 1997). Outros ainda estão em fase de teste do sistema, enquanto que no site eletrônico do INMET ocorre a divulgação de prognósticos baseados apenas nos dados de estações meteorológicas convencionais,

porém sem o devido ajuste das condições ocorrentes nessas estações e o dossel das plantas cultivadas num determinado estágio de desenvolvimento.

HELDWEIN (1997) considera como requisitos básicos para a implantação de sistemas de alertas agrometeorológicos, o monitoramento do microambiente da cultura e dos solos e os levantamentos periódicos da população dos insetos-praga ou dos propágulos de fitopatógenos e/ou sintomas das moléstias por eles causados, podendo ser estabelecidas às relações e ajustes dos modelos que permitem prever a necessidade de aplicar ou não os agrotóxicos específicos.

A aplicação de produtos químicos, baseado no conhecimento do desenvolvimento do patógeno é um dos fundamentos do manejo integrado de doenças, e tem sido utilizado com eficiência na Holanda nas duas últimas décadas, para a cultura da batata (STEVENSON, 1993) e na Alemanha, através do sistema AMBAR do Serviço Meteorológico Alemão para diferentes culturas (HEGER, 1995), além de vários sistemas de previsão que definem a primeira ocorrência de requeima e determinam o programa de pulverização, em outros países.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Local e descrição do experimento

Foram conduzidos dois experimentos na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria – UFSM (latitude: 29° 43'23''S, longitude: 53° 43'15''W e altitude: 95m). O clima da região é do tipo Cfa, subtropical úmido com verões quentes, conforme classificação de Köppen (MORENO, 1961). As temperaturas médias do ar variam entre 12,9°C no mês de junho a 24,6°C para o mês de janeiro (MORENO, 1961). Nos meses de abril a outubro predominam os excessos hídricos, enquanto que nos meses de novembro a fevereiro as deficiências hídricas no solo são freqüentes (BURIOL et al., 1980; HELDWEIN et al., 2006).

O solo pertence à Unidade de Mapeamento São Pedro e é classificado como ARGISSOLO VERMELHO Distrófico Arênico (EMBRAPA, 1999).

A área experimental possuía 40m de comprimento, no sentido Leste-Oeste, e 32m de largura. O primeiro experimento foi conduzido na primavera no período de 16/08/2004 à 21/10/2004 e o segundo no outono, no período de 13/04/2005 à 16/06/2005. Nos dois experimentos foram utilizados os clones Asterix e SMIJ461-1. Este último foi desenvolvido nos Estados Unidos e está sendo avaliado pelo programa de melhoramento genético de batata da Universidade Federal de Santa Maria. A resistência dos clones para a requeima é moderada para o clone Asterix e alta para o clone SMIJ461-1 (COSTA, 2004).

O preparo do solo da área foi realizado no início da semana anterior a cada plantio, conforme as recomendações técnicas para a cultura (BISOGNIN, 1996). Foram demarcadas 42 fileiras, sendo dispostas no sentido Leste-Oeste, distanciadas de 0,80m entre si. A adubação consistiu na aplicação de 1500 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅, K₂O da fórmula 7-11-9. A incorporação ao solo foi manual, através da utilização de uma enxada. Sobre essa mistura foram distribuídos os tubérculos e construídos os camalhões com aproximadamente 0,10m de altura e 0,20m de largura.

O plantio dos tubérculos foi realizado em 23 de julho de 2004 e 17 de março de 2005, quando os mesmos apresentavam pelo menos uma gema desenvolvida. O espaçamento adotado foi de 0,30m entre plantas na fileira e 0,80m entre as fileiras.

A amontoa foi realizada aos 25 dias após a emergência (DAE) no experimento de primavera e aos 20 DAE no experimento de outono.

O monitoramento da presença de pragas e doenças foi realizado a cada dois dias. O controle de pragas foi realizado quando necessário, conforme recomendação para a cultura. As poucas plantas que apresentaram sintomas de viroses foram imediatamente retiradas da área experimental após sua detecção.

Os fungicidas utilizados foram mancozeb (Dithane NT – 3,0 kg ha⁻¹ do produto comercial), oxiclureto de cobre (Cuprocarb 350 – 4 g l⁻¹ do produto comercial), dimethomorph + clorotalonil (Forum + Vanox 750 PM 0,8 kg ha⁻¹ + 1,5 kg ha⁻¹ do produto comercial) e ditiocarbamato + estrobilurina (Cabrio Top – 3 kg ha⁻¹ do produto comercial). Os produtos foram aplicados alternadamente nessa ordem, observando-se um intervalo mínimo de cinco dias entre duas aplicações consecutivas, qualquer que fosse o acúmulo de valores de severidade (VS) alcançado, devido ao efeito residual do fungicida. As pulverizações foram realizadas com pulverizador costal manual de 20 litros de capacidade, ao qual foi acoplado um bico de pulverização do tipo cone vazio.

Todos os experimentos seguiram o delineamento experimental inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada parcela composta de quatro fileiras de plantas (duas fileiras úteis e duas de bordadura) com 500 cm de comprimento. Os tratamentos foram compostos de 15 diferentes esquemas de aplicação de fungicidas para o controle da requeima e de dois clones, conforme descrito na Tabela 1.

Tabela 1. Tratamentos com diferentes esquemas de aplicação de fungicidas, utilizando valores de severidade (VS) calculados pelos sistemas Blitecast (Bli) e Prophy (Pro) para os clones Asterix (A) e SMIJ461-1 (SM) de batata em Santa Maria, RS.

Número	Tratamento*	Clone	Sistema de aviso	VS
1	Atest ¹	Asterix	Sem aplicação	-
2	ASemanal ²	Asterix	Semanal	-
3	ABli18 ³	Asterix	Blitecast	18
4	ABli24 ⁴	Asterix	Blitecast	24
5	ABli30 ⁵	Asterix	Blitecast	30
6	ABli36 ⁶	Asterix	Blitecast	36
7	ABli42 ⁷	Asterix	Blitecast	42
8	APro15 ⁸	Asterix	Prophy	15
9	APro20 ⁹	Asterix	Prophy	20
10	APro25 ¹⁰	Asterix	Prophy	25
11	APro30 ¹¹	Asterix	Prophy	30
12	APro35 ¹²	Asterix	Prophy	35
13	SMtest ¹³	SMIJ461-1	Sem aplicação	-
14	SMBli42 ¹⁴	SMIJ461-1	Blitecast	42
15	SMPPro35 ¹⁵	SMIJ461-1	Prophy	35

* Tratamentos são diferenciados de acordo com o sistema e clone que foi utilizado; ¹ e ¹³ Não receberam nenhuma aplicação; ² Aplicação semanal de fungicida para o clone Asterix que apresenta resistência moderada a requeima; ^{3, 4, 5, 6 e 7} A aplicação de fungicida utilizando o sistema Blitecast modificado e a determinação do momento de aplicação foi com valores de severidade calculada (VS) variando de 18 a 42 VS para o clone Asterix; ^{8, 9, 10, 11 e 12} A aplicação de fungicida utilizou o sistema Prophy modificado e a determinação do momento de aplicação foi com VS de 15 a 35 VS para o clone Asterix; ¹⁴ A aplicação de fungicida utilizou o sistema Blitecast modificado e a determinação do momento de aplicação foi com 42 VS para o clone SMIJ461-1 que apresenta resistência alta a requeima; ¹⁵ A aplicação de fungicida utilizou o sistema Prophy modificado e a determinação do momento de aplicação foi com 35 VS para o clone SMIJ461-1.

Os tratamentos que contém a sigla “Bli” são diferenciados pelos valores de severidade (VS) acumulados gerados pelo sistema Blitecast. Os VS são calculados através do método de Wallin (1962) que considera as variáveis meteorológicas na determinação da severidade. Por exemplo, para o tratamento Blitecast18, no momento do acúmulo de 18VS também foi realizada a aplicação do fungicida e iniciava-se uma nova contagem dos VS.

Desta mesma maneira são diferenciados os tratamentos pelo sistema Prophy que utilizam a sigla “Pro”. O tratamento denominado “semanal” consistiu de uma aplicação de fungicida com intervalo rígido de sete dias. Nos tratamentos 1 e 13, testemunhas, não houve aplicação de fungicidas.

Os menores VS utilizados neste trabalho são os VS empregados como padrão pelos sistemas de alerta. Optou-se pelo intervalo de 5 VS para o sistema Prophy e 6 VS para o sistema Blitecast entre tratamentos, com um intervalo gradativo entre tratamentos podem-se determinar a necessidade de aplicação de fungicida em diversos níveis acumulados e sua interferência no rendimento final da cultura.

Os clones de batata foram escolhidos por apresentarem resistência moderada a requeima no caso do clone Asterix e o clone SMIJ461-1 com resistência alta. O clone Asterix ainda apresenta importância econômica no Rio Grande do Sul onde no ano de 2000, já possuía 30% da área plantada de batata (FIOREZE, 2003), e nos anos subsequentes a área plantada foi ampliada, já que este clone foi introduzido no Brasil na safra 1995/1996 (FIOREZE, 2003). Os clones que apresentam resistência alta, necessitam de menor número de aplicações de fungicidas comparado com clones de resistência moderada a determinada doença (CAMARGO et al., 1995). Dessa maneira, o clone SMIJ461-1 recebeu somente os tratamentos com maior intervalo entre aplicações utilizado para o clone Asterix, utilizando os sistemas de alerta e um tratamento sem aplicação de fungicida.

3.2. Rendimento da cultura

A colheita dos tubérculos ocorreu aos 76 DAE no experimento de primavera e aos 67 DAE no outono. A área útil colhida das parcelas foram as duas fileiras centrais, sendo desprezado um metro de bordadura nas suas extremidades. Após a retirada dos tubérculos da lavoura para o galpão, foram classificados em comerciais e não comerciais, determinando-se o seu número e sua massa total.

3.3. Fenologia e fenometria das plantas de batata

As determinações fenológicas de emergência (EM), início da tuberização (IT) e início da senescência (IS), para caracterizar as fases de desenvolvimento da cultura, foram realizados por observações visuais a cada três dias e seguiram a escala fenológica de Bätz et al. (1980). A emergência foi determinada quando, em média 50%, das plantas atingiram a emergência. Para determinar o início da tuberização foram arrancadas duas plantas dentre as plantas da bordadura, a cada dois dias. Quando uma planta apresentou tuberização arrancaram-se mais duas plantas e escavou-se junto a base de mais quatro plantas para confirmar o início da tuberização, considerando-se a data em que 50% das oito plantas atingiram esse estágio fenológico. O início da senescência foi determinado quando 50% das plantas apresentaram senescência.

No intervalo inferior a uma semana mediram-se o comprimento e a largura máxima (cm) de todas as folhas de cada planta amostrada, através de uma régua com resolução de 0,1 cm. Foram utilizadas todas as folhas de 5 plantas por tratamento. Os tratamentos com maior número de aplicações de fungicidas foram utilizados (Asemanal, ABli18 e SMPro35), devido a duração de área foliar nesses tratamentos foi maior do que nos tratamentos que receberam menor número de aplicações. As medidas foram realizadas sempre nas mesmas plantas e utilizadas para calcular a área de cada folha através da equação exponencial determinada por Streck (2005)¹, para plantas de batata, a saber,

$$AF = 0,535 (C \times L)^{0,9592} \quad (1)$$

em que, AF é a área foliar em cm^2 , C o comprimento máximo da folha em centímetros, L a largura máxima da folha em centímetros, sendo a área foliar total da planta (AFt), a soma da AF de todas as suas folhas individuais. Com os valores diários de AFt , calculou-se o índice de área foliar diário (IAF), com a equação:

$$IAF = \frac{AFt \times 0,0001}{Ef \times Ep} \quad (2)$$

em que, IAF é o índice de área foliar $\text{m}^2 \text{m}^{-2}$, Ef é o espaçamento entre fileiras em metros, Ep é o espaçamento entre plantas em metros.

¹ Doutorando do Programa de Pós-Graduação em Agronomia/CCR/UFSM – Santa Maria, RS.

Os valores diários de área foliar foram obtidos por interpolação a partir do ajuste de equações em função dos dias após a emergência. Ainda foram determinados o número de folhas de cada haste e a altura das respectivas hastes (cm).

3.4. Avaliação da requeima

As avaliações de severidade real ou de ocorrência da doença foram feitas nas duas fileiras centrais de cada parcela, descartando-se 100 cm de cada extremidade da fileira. Para a avaliação de ocorrência do oomiceto e avaliação da severidade real iniciou após o aparecimento dos sintomas da doença no campo. No período de outono as plantas foram examinadas aos 20, 25, 30, 35, 40, 44, 48, 52, 56, 60, 64 e 67 DAE e na primavera foram avaliados nos 35, 40, 45, 50, 55, 60, 65 e 70 DAE. Para a avaliação de severidade foi utilizada uma escala diagramática de James (1971), apresentadas no Anexo 2. Quantificou-se a doença, marcado três plantas por parcela, a planta foi dividida em porção inferior, intermediária e superior do dossel. A severidade da parcela foi obtida pela média das severidades das três plantas.

Não houve inoculação artificial de *Phytophthora infestans* e a doença ocorreu por infecção natural das plantas. Plantas marcadas e que foram afetadas por outras doenças ou que apresentaram qualquer problema prejudicial ao seu desenvolvimento foram desconsideradas durante as avaliações. Foram calculadas as variáveis “área abaixo da curva de progresso da doença” (AACPD) conforme Vanderplank (1963) e “duração da área foliar sadia” (DAFS) conforme Waggoner et al. (1987).

A variável AACPD foi calculada integrando a curva de progresso da doença para cada parcela, através da fórmula:

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (3)$$

onde, n é o número de avaliações, x é a proporção de doença e $(t_{i+1} - t_i)$ é o intervalo entre avaliações consecutivas.

O cálculo da variável DAFS utilizou o índice de área foliar (*IAF*), com a equação:

$$DAFS = \sum_{i=1}^{n_0-1} \frac{[IAF_i (1-x_i) + IAF_{i+1} (1-x_{i+1})]}{2(t_{i+1} - t_i)} \quad (4)$$

O processamento e a análise estatística dos dados, através de algoritmo próprio, foram realizados através de regressões lineares e não lineares, entre as variáveis de doença (severidade, AACPD e DAFS) com o rendimento da cultura. Os resultados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a diferença entre as médias, quando significativa, comparada pelo teste de Duncan ao nível de 5% de probabilidade. A severidade real, que é expressa em porcentagem foi transformada em $\text{arc sen} \sqrt{x/100}$ para análise estatística.

3.5. Variáveis ambientais

3.5.1. Determinação do molhamento foliar

O molhamento foliar foi determinado somente para o período de outono através de sensores de molhamento foliar sendo que foram construídos 10 sensores de molhamento foliar conforme Heldwein (1993), adaptando a técnica de Häckel (1984). Os sensores foram instalados ao longo das fileiras experimentais na parte central do experimento observando-se uma distância mínima de 0,80m entre sensores. A altura do sensor foi ajustada diariamente conforme a altura do dossel e dividida em três níveis: inferior, intermediário e superior. Para cada nível foram instalados três sensores e para a região intermediária quatro sensores. Os sensores de molhamento foram conectados a uma placa que realiza a conversão dos dados analógicos em digitais e envia para um armazenador de dados com intervalo de 10 minutos.

A precisão dos sensores foi avaliada por comparação a observação visual do molhamento foliar conforme Heldwein (1997b). Utilizaram-se sete plantas e em cada planta foram utilizadas três folhas dos níveis inferior, intermediário e superior da planta.

3.5.2. Temperatura e umidade do ar

A temperatura foi determinada e a umidade do ar foi calculada através da instalação de oito pares psicrométricos no interior do experimento. Cada par psicrométrico era constituído de dois termômetros de resistência elétrica de platina (Pt-100), sendo um seco (T) e outro úmido (Tw), instalados no interior de um mini-abrigo conforme descrito por Tazzo (2005).

No experimento de outono as medições psicrométricas foram obtidas no centro do cultivo. No nível intermediário da cultura foram instalados três pares psicrométricos nas fileiras e dois pares entre as fileiras. Ainda foi instalada uma torre com três pares psicrométricos nos níveis de 10; 50 e 150 cm acima do solo. No experimento de primavera, na área central do experimento no nível intermediário da cultura instalaram-se dois pares psicrométricos nas fileiras e foram montadas duas torres com quatro pares (10, 50, 150 e 220 cm do solo). Os sensores foram conectados a um sistema automático de aquisição de dados, que armazenou os dados com intervalo de 10 minutos.

3.5.3. Outras variáveis meteorológicas

Coletaram-se, ainda, com uma estação automática instalada a 150 cm acima do solo, com medidas horárias de temperatura do ar (Te), umidade relativa do ar (URe), densidade de fluxo de radiação solar incidente (Rge) medidos através de um piranômetro com fotocélula de diodo (LI-COR) e precipitação (Prec) a 150 cm e velocidade do vento a 200 cm de altura (U₂). A radiação solar global transmitida pelo dossel (Rgi) foi obtida com dois tubos solarímetros de 100 cm de comprimento, abaixo do dossel de plantas, sendo um instalado no sentido transversal e outro no sentido longitudinal das fileiras de plantas.

A transmitância do dossel de plantas (Tr) foi calculada através de:

$$Tr (\%) = 100 Rgi Rge^{-1} \quad (4)$$

A velocidade média horária do vento foi medida a 80 metros do experimento na estação meteorológica automática nos níveis de 200 cm acima do solo por anemômetro de canecas e a 1000 cm de altura através de um anemógrafo universal (Fuess).

3.5.4. Variáveis meteorológicas calculadas

A partir das médias horárias de temperatura do bulbo seco (T) e temperatura do bulbo úmido (Tw) calcularam-se: a pressão de saturação de vapor do ar em hPa (es), pressão parcial de vapor do ar em hPa (e), umidade relativa do ar, em % (UR), déficit de saturação do ar em hPa (d) nas diferentes alturas da torre e nas repetições no interior do dossel.

$$es = 6,107 \exp^{[17,2694 T / (T + 237,3)]} \quad (5)$$

$$e = 6,107 \exp^{[17,2694 Tw / (Tw + 237,3)]} - 0,66 (T - Tw) \quad (6)$$

$$UR = 100 e es^{-1} \quad (7)$$

3.6. Sistemas de alerta utilizados

3.6.1. Blitecast modificado

Os sensores de temperatura do ar, umidade relativa do ar e precipitação foram instalados à 150 cm acima do nível do solo no local do experimento.

O acúmulo de valores de severidade (VS) é calculado conforme a Tabela 2 (KRAUSE, 1975), os quais variam de zero a quatro, de acordo com a temperatura média do ar no período em que a umidade relativa do ar é superior ou igual a 90% (HUR>90) e o número de horas acumuladas com HUR>90 para cada dia. Após a emergência das plantas, os VS foram calculados diariamente, sendo acumulados até atingir os valores previamente determinados para a aplicação em cada tratamento conforme descrito na Tabela 1. Quando foram atingidos os VS acumulados para cada tratamento, foi realizada a aplicação de fungicida e iniciava-se novo acúmulo dos valores de severidade. Os dias considerados desfavoráveis ao desenvolvimento da doença, conforme preconiza o sistema, apresentaram temperatura do ar inferior a 7,2 °C ou superior a 26,6 °C no momento de UR>90 ou quando o acúmulo de HUR>90 foi inferior a nove horas, sendo atribuído o VS igual a zero. Outro exemplo, seria um período contínuo de umidade relativa maior que 90%, totalizando 17

horas de (HUR>90 = 17) e a temperatura média deste período de 14 °C, resultaria em dois VS para esse dia.

No sistema Blitecast as aplicações são realizadas a cada acúmulo de 18 VS, neste trabalho foram utilizados os princípios deste sistema com diferentes níveis de VS, por isso o sistema foi nomeado de Sistema Blitecast Modificado.

Tabela 2. Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90 % (HUR>90) e valores de severidade (VS) diários para o controle de *Phytophthora infestans* nos cultivos de batata.

Classes de temperatura (°C)*	HUR>90%				
7,2 – 11,6	≤ 15	16-18	19-21	22-24	24
11,7 – 15,0	≤ 12	13-15	16-18	19-21	> 22
15,1 – 26,6	≤ 9	10-12	13-15	16-18	> 19
VS	0	1	2	3	4

* Temperatura média do ar no período em que a umidade relativa do ar foi maior ou igual a 90%
 FONTE: KRAUSE (1975).

3.6.2. Prophy modificado

Para o sistema Prophy a primeira aplicação de fungicida quando o cultivo alcançou altura de 15 cm, nas cultivares suscetíveis, ou 10 dias para cultivar resistente, quando as condições foram propícias para o desenvolvimento da requeima. Quando as condições não foram propícias, as aplicações variam conforme as condições meteorológicas e os fungicidas utilizados. O cálculo dos valores de severidade (VS) é o mesmo utilizado pelo sistema de Blitecast diferindo pela localização dos sensores de temperatura e umidade relativa do ar que foi instalado a 10 cm acima do solo dentro da área de cultivo, conforme preconiza o sistema. Quando ocorreu precipitação ou molhamento estes parâmetros foram utilizados para o acúmulo de VS, já que estes como a UR>90% são indicativos de presença de molhamento foliar, sendo esse um segundo critério que diferencia este sistema do sistema Blitecast.

Para o clone de batata suscetível foram utilizados oito dias entre aplicações após o uso de um fungicida sistêmico. De acordo com o nível de resistência do clone, o intervalo entre aplicações aumenta em 1, 2 ou 3 dias, para, clones pouco, moderado ou altamente resistentes, respectivamente. Por isso, para os clones utilizados no experimento, o intervalo de aplicação após o acúmulo dos VS, para cada tratamento, foi aumentado em dois dias, para o clone Asterix, e três dias para o clone SMIJ461-1.

No sistema Prophy as aplicações são realizadas a cada acúmulo de 15 VS, neste trabalho foram utilizados os princípios deste sistema com diferentes níveis de VS, por isso o sistema foi nomeado de Sistema Prophy Modificado.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A variação dos elementos micrometeorológicos no interior de cultivo é influenciada pela parte área da cultura. Dessa maneira a apresentação dos resultados deste trabalho inicia com a caracterização da cultura.

4.1. *Crescimento e desenvolvimento da cultura da batata*

O desenvolvimento e crescimento vegetal são processos que ocorrem independentes ou simultaneamente. Segundo Hodges (1991), crescimento é o aumento irreversível de massa, área, volume, altura, comprimento ou diâmetro de órgãos, enquanto desenvolvimento é a diferenciação celular, iniciação de órgãos e outros eventos de tempo fisiológico. O crescimento da cultura da batata pode ser afetado pela ocorrência de doenças (ZWANKHUIZEN, et al., 1998). A emergência foi considerada quando 50% das plântulas já haviam emergido, o que ocorreu em 10 de agosto de 2004 e 10 de abril de 2005, respectivamente. O estande das plantas foi uniforme. Neste trabalho os índices de crescimento vegetal avaliados foram: o índice de área foliar (IAF), a altura de planta e o número de folhas. Quanto ao desenvolvimento foram determinadas a emergência (EM), início da tuberização (IT), início da senescência (IS) e colheita (CO).

4.1.1. Número de folhas

O número máximo de folhas chegou a 67 aos 31 DAE na primavera e a 28 aos 30 DAE no outono. A evolução do número de folhas na primavera (Figura 1.a) chegou a ser três vezes maior do que no outono (Figura 1.d), porém o tamanho médio das folhas foi menor comparado com o outono. Dessa maneira, a diferença do IAF até os 31 DAE não foi significativa para os dois experimentos. Nas folhas maiores, a secagem é mais lenta devido a maior camada limite, favorecendo o desenvolvimento de doenças (HELDWEIN, 1993) e sob condição de precipitação de maior intensidade, favorecem o acamamento da cultura, devido ao aumento da pressão exercida sobre a haste (EASSON et al., 1993).

4.1.2. Altura de plantas

Na primavera de 2004, a altura média das plantas apresentou maior taxa de acréscimo até os 31 DAE quando alcançou 41 cm comparado com o outono de 2005 (Figura 1.b). Para o cultivo de outono (Figura 1.e), em 2005, nos três primeiros DAE as plantas emergidas tiveram um aumento inicial mais acentuado da altura quando comparadas com as do período de primavera. Provavelmente isso ocorreu porque as temperaturas e a umidade no solo, devido às chuvas ocorridas no início do experimento, foram favoráveis à emergência e crescimento das plantas. As plantas alcançaram 42 cm de altura máxima, aos 22 DAE. A partir dos 26 DAE no período de outono a altura das hastes começou a diminuir devido a um período de precipitação contínuo (Figura 2.g), iniciando o acamamento da cultura e, a partir dos 40 DAE, provavelmente a requeima reduziu a resistência da cultura ao acamamento. A altura de 40 cm foi alcançada pelas plantas na primavera aos 27 DAE e no outono já aos 20 DAE (Figura 1.b), mostrando que o crescimento foi mais acentuado no outono.

4.1.3. Índice de área foliar

Na figura 1 estão representadas as curvas do índice de área foliar (IAF) no cultivo de primavera (Figura 1.c) e outono (Figura 1.f). Ao comparar o IAF entre as duas épocas constata-se que houve diferença entre os dois cultivos da batata. No cultivo de outono de 2005 observa-se uma taxa de crescimento semelhante à primavera de 2004 até os 31 DAE e, posteriormente ocorre um decréscimo mais acentuado do IAF no cultivo de outono. O IAF máximo na primavera foi maior do que no outono chegando a 3,4. No outono o IAF atingiu o valor máximo de 3,0 aos 31 DAE e após, em decorrência principalmente da ocorrência da requeima, apresentou um decréscimo contínuo até o final do experimento, aproximadamente aos 60 DAE.

Dois fatores influenciaram na diminuição do IAF no período de outono, ambos decorrentes do prolongado período chuvoso e úmido que ocorreu no período dos 26 aos 40 DAE (Figura 2.g). O primeiro, a menor disponibilidade de radiação solar durante este período, o que determinou maior nebulosidade e períodos de molhamento foliar prolongado. A outra consequência, decorrente dessas condições meteorológicas, foi o aparecimento precoce de requeima, cujos primeiros sintomas foram perceptíveis no

tratamento testemunha (Atest) no 30º DAE (Figura 5.a). A doença, inicialmente localizada, se distribuiu após o período de chuva, atingindo todos os tratamentos a partir dos 38 DAE, ainda que com baixa taxa de severidade nos tratamentos com menor intervalo entre as aplicações de fungicidas. Nesse período de precipitação no outono, pode também ter sido restringida a concentração de oxigênio livre no solo em níveis limitantes ao sistema radicular causado pelo excesso de umidade no solo durante o período chuvoso diminuindo o crescimento vegetal (WOLFE et al., 1983).

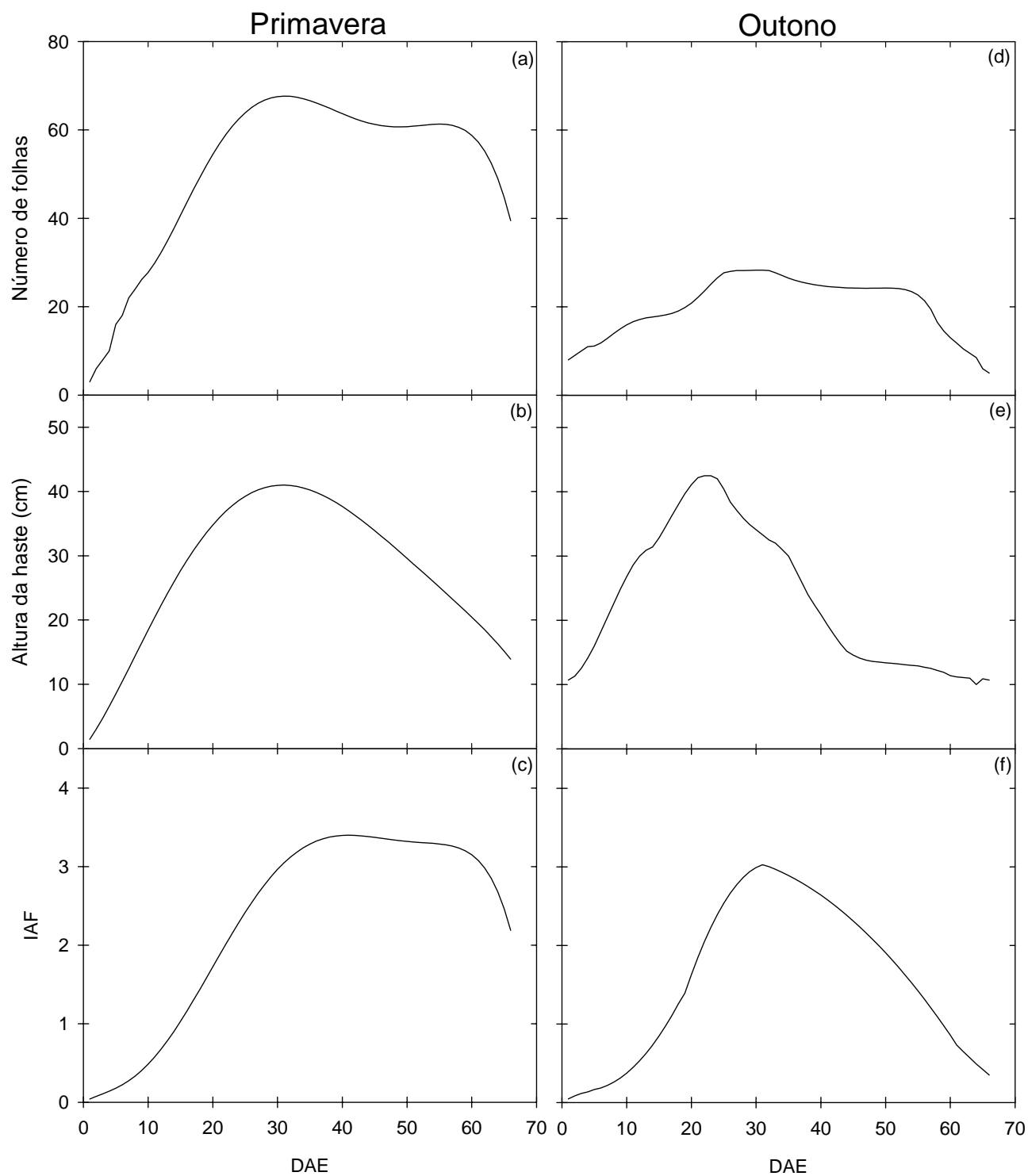


Figura 1. Número de folhas, altura da haste e índice de área foliar (IAF) da cultura da batata, cultivar Asterix, em função do número de dias após a emergência (DAE). Primavera de 2004 (a,b,c) e outono de 2005(d,e,f) Santa Maria, RS.

4.1.4. Desenvolvimento vegetal

A duração total do ciclo de desenvolvimento da batata foi dividida nas fases de emergência a início da tuberização (EM-IT), início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) e início da senescência até a colheita (IS-CO). O ciclo de desenvolvimento mais longo ocorreu no chamado “plantio de safra” (BISOGNIN, 1996) na primavera de 2004, totalizando 72 dias. As fases EM-IT, IT-IS e IS-CO, duraram 21, 36 e 15 dias, respectivamente.

No outono ou “safrinha” o ciclo de desenvolvimento foi menor chegando a 66 dias. A fase EM-IT teve duração de 23 dias apresentando maior duração se comparada com o plantio de primavera. A fase IT-IS foi de somente 31 dias, sendo 5 dias menor do que no período de primavera. Essa fase de desenvolvimento quando prolongada, aumenta a duração da fotossíntese e conseqüentemente a produção de fotoassimilados para enchimento dos tubérculos (SOUZA, 2003). A fase IS-CO durou somente 12 dias, devido às condições favoráveis ao desenvolvimento da requeima da batata.

4.2. Condições meteorológicas

A principal condição que favorece o desenvolvimento da doença é a temperatura favorável no momento em que ocorre a presença de umidade alta por um período prolongado. A temperatura adequada para o desenvolvimento da requeima fica entre 7,2 a 26,3 °C (WALLIN, 1962). Os maiores valores de horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90), geralmente foram verificados em dias de céu nublado ou com presença de precipitação e ausência de vento. A diminuição da temperatura durante o período noturno contribuiu para o aumento da HUR>90.

A média da temperatura do ar a 150 cm dentro da área experimental foi de 17,1 °C na primavera e 17,6 °C no outono, apresentando variações entre a mínima absoluta de 3,1 °C e a máxima absoluta de 33,3 °C para a primavera. No outono, a mínima foi similar a da primavera e a máxima alcançou 30,1 °C.

Nas Figuras 2.a e 2.e são apresentadas as HUR>90, para os períodos de primavera e outono, e a média da temperatura durante a ocorrência de HUR>90 maiores do que zero (Tmolha) nas Figuras 2.b e 2.f. As HUR>90 superiores a 20 horas na

primavera ocorreram em apenas 4 dias (aos 7, 8, 30 e 41 DAE) com Tmolha entre 14,4 e 16,4 °C (Figura 2.b). Já no outono, ocorreram 13 dias com HUR>90 superiores a 20 horas (aos 9, 14, 26, 29, 31, 34, 35, 36, 37, 38, 40, 44 e 50 DAE) sendo que a Tmolha ficou entre 16 a 19 °C, com exceção dos dias 14 e 44 com Tmolha 13,6 e 12,6 °C, respectivamente (Figura 2.f). Nos dois experimentos, todos os dias citados acima tiveram precipitação durante o período diurno, aumentando o período de molhamento, devido ao seu prolongamento no período noturno subsequente.

A evolução da Tmolha nos dois experimentos foi distinta (Figura 2.b e 2.f). O valor médio dessa variável durante todo o período experimental foi de 13,6 °C na primavera e 15,6° C no outono. A Tmolha não excedeu 20,4 °C, em média, nos dois experimentos. A menor Tmolha ocorreu na primavera aos 13 DAE chegando a mínima diária de 3,1 °C. A máxima Tmolha ocorreu aos 56 DAE chegando a 26,3°C no final da tarde. Nessa tarde o vento parou e o céu estava límpido, ocorrendo um rápido resfriamento do ar e conseqüente aumento da umidade relativa do ar.

Os dias com HUR>90 inferior a 9 horas, foram 33 na primavera, sendo que destes em seis (aos 19, 26, 27, 32, 35 e 62 DAE), o número de horas com HUR>90 foi igual a zero. No outono, aos 33 DAE a HUR>90 foi igual a zero devido à ocorrência de vento “Norte” com a passagem de frente quente sobre a região. Neste período, ocorreram cinco dias (23, 33, 41, 48, e 53 DAE) com HUR>90 inferior a 9 horas.

É possível verificar que a precipitação pluviométrica nos dois períodos experimentais, teve acentuada variação (Figura 2.c e 2.g). Na primavera ocorreram dois períodos de dias contínuos com chuva dos 29 aos 34 e dos 39 aos 42 DAE (Figura 2.c). O segundo dia mais chuvoso ocorrido aos 40 DAE, com 49,6mm, influenciando no desenvolvimento da doença, devido ao aumento do período contínuo de molhamento foliar (Figura 2.c). No outono, ocorreram precipitações no período entre o plantio e a emergência. Após a emergência, houve poucas chuvas até os 26 DAE, quando ocorreram 13 dias com precipitação até os 40 DAE. A precipitação alcançou 234,6 mm e as chuvas foram de menor intensidade quando comparadas com a primavera (Figura 2.g). Os períodos de estiagem na primavera foram dos 11 aos 22 DAE e dos 43 aos 58 DAE, enquanto no outono houve um curto período no final do período experimental.

A duração da precipitação (DP) durante a primavera contribuiu com 89 horas no período de molhamento foliar nos 72 dias do experimento (Figura 2.d). Após as precipitações, ainda existiram períodos de continuidade de molhamento associados à

secagem gradual das folhas, que não foram contabilizadas na duração da precipitação. Na fase inicial do cultivo, as temperaturas foram menores e a secagem das folhas ocorreu de forma mais lenta. Já na fase final do experimento de primavera, as temperaturas começaram a aumentar diminuindo o período de molhamento foliar. No outono, foram 90,5 horas de DP em 60 dias (Figura 2.h). A DP contribuiu para o aumento do período com presença de água sobre as folhas. Verificou-se que com precipitações diurnas, o período de molhamento foliar foi prolongado, já que durante a noite subsequente ocorreu o resfriamento mais acentuado. Nessas noites geralmente a diminuição da nebulosidade da atmosfera apresenta menor teor de aerossóis após a chuva e o saldo de radiação de onda longa das folhas se torna mais negativo.

A radiação solar incidente (R_{ge}) no período de outono chegou a valores máximos próximos de $2,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ em dias límpidos (sem nuvens) nas horas próximas ao meio dia, nas quais sua curva diária tem forma parabólica negativa. Nos dias nublados a curva ficou praticamente estável durante o dia com valores de radiação menores que $1,5 \text{ MJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$. Quanto à radiação solar transmitida (Tr) através do dossel de plantas, este foi maior em dias de céu limpo. Aos 31 DAE verificou-se que com o IAF máximo de 3,0 ocorreram os menores valores de Tr entorno de 36,8%. Os maiores valores de Tr foram obtidos no período inicial e final do ciclo da cultura, resultados semelhantes aos encontrados por TAZZO (2005). Desta maneira houve uma relação inversa entre a transmitância e o índice de área foliar.

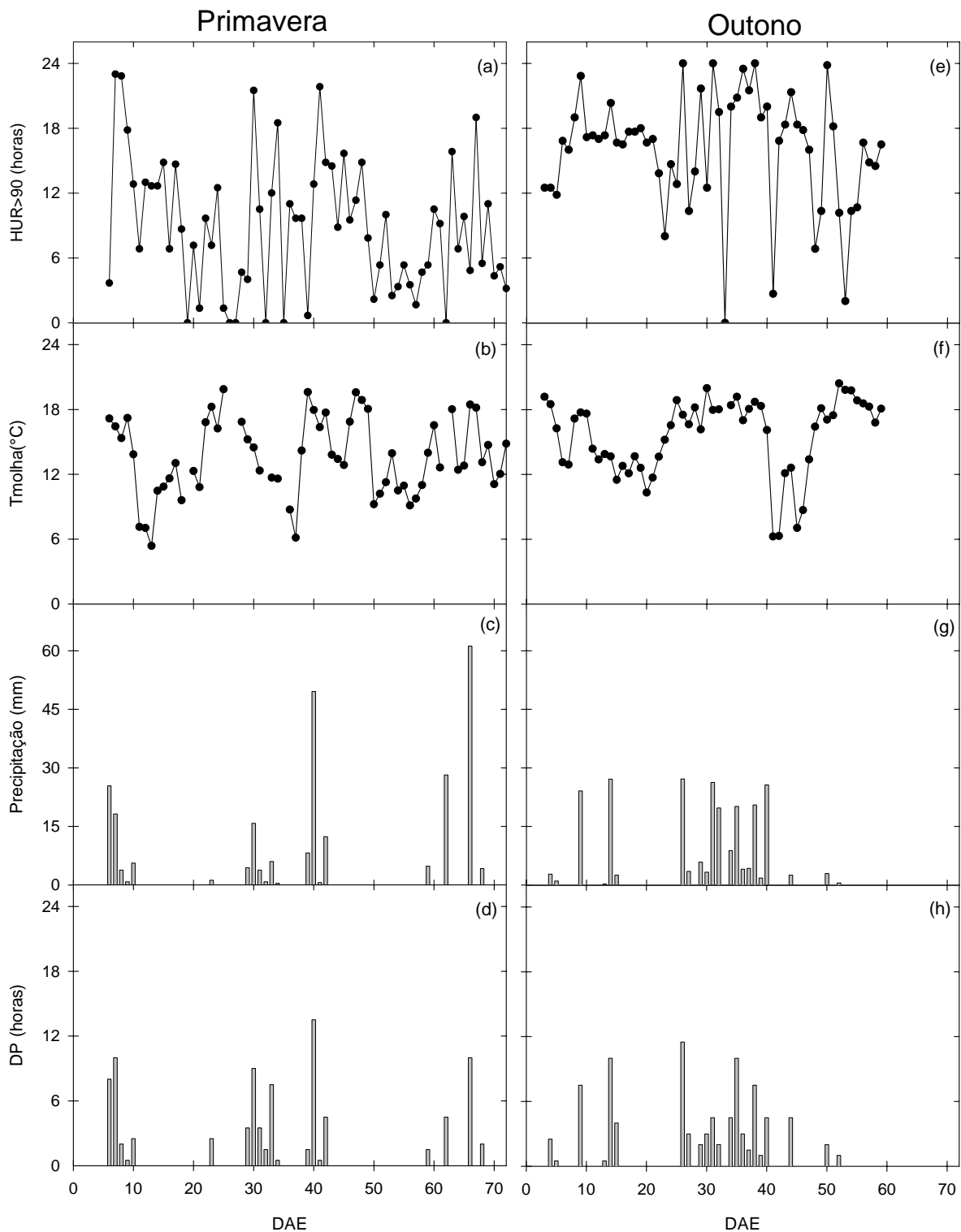


Figura 2. Horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90), temperatura média do ar nas horas com umidade relativa maior do que 90% (Tmolha), precipitação pluvial (precipitação) e duração da precipitação pluvial (DP), medidos com sensores instalados a 150 cm dentro da área experimental, em função do número de dias após a emergência (DAE), na primavera de 2004 (a,b,c,d) e no outono de 2005 (e,f,g,h), Santa Maria, RS.

4.3. Evolução dos valores de severidade calculada pelos sistemas

Na figura 3 estão representados os valores de severidade (VS) calculados pelos sistemas Blitecast e Prophy e seus valores acumulados para os tratamentos ASemanal, ABli18, ABli42 e APro35 no decorrer do ciclo do crescimento da cultura da batata cultivar Asterix para os experimentos de primavera e outono. O tratamento ASemanal recebeu uma aplicação a cada 7 dias podendo ser observados os 10 e 8 momentos de aplicação na primavera e outono, respectivamente (Figura 3.b e 3.d).

Os VS acumulados para o sistema Blitecast alcançaram 50 e 120 VS para a primavera e outono, respectivamente (Figura 3.a e 3.c). Nesse sistema, o tratamento ABli18 é o que recebeu maior número de aplicações: na primavera foram necessárias três aplicações e no outono seis. O tratamento em que foi realizado o menor número de aplicações foi o ABli42, no qual foi realizada apenas uma aplicação na primavera e duas no outono. As descrições sobre a eficiência dos sistemas e o controle do desenvolvimento da doença são realizadas nos itens 4.4 e 4.5, respectivamente.

No sistema Prophy os VS acumulados durante o ciclo da cultura foram 86 VS na primavera e 130 VS no outono. O tratamento com maior número de aplicações foi o APro15 que se igualou ao número de aplicações do tratamento semanal no outono, no qual se utilizaram oito aplicações e na primavera foram cinco aplicações. No sistema Prophy, o número de aplicações foi ligeiramente maior do que no sistema Blitecast devido à coleta das informações meteorológicas estar mais próximo das plantas, conforme exigido pelo sistema Prophy e onde os valores de umidade são maiores do que a 150 cm. O tratamento que recebeu menor número de aplicações com o sistema Prophy foi o APro35, no qual foram feitas duas aplicações na primavera e três no outono.

Na comparação do avanço dos VS percebe-se que no sistema Prophy a evolução dos VSs é maior devido a coleta dos dados de temperatura e umidade serem realizadas a 10 cm do solo. Isso pode ser observado na primavera no período de 9 a 22 DAE no qual no sistema Blitecast não foi acumulado nenhum VS e no sistema Prophy foram acumulados 10 VS. No outono, a diferença até os 30 DAE entre os dois sistemas foi baixa, sendo inferior a 9 VS acumulados, devido às pequenas diferenças entre os elementos meteorológicos nos diferentes níveis.

Os períodos propícios para o desenvolvimento da requeima são aqueles em que existe um aumento dos VS em um pequeno espaço de tempo, indicando o período provável para o desenvolvimento da doença. Para a primavera, o período se encontrou entre os 30 e 48 DAE e no outono todo o ciclo apresentou boas condições para o desenvolvimento da doença, conforme pode ser visualizado na Figura 3. No entanto, analisando o conjunto de dados de precipitação no outono (Figuras 2.g), percebe-se que o período entre 26 a 40 DAE apresentou condições muito favoráveis para o avanço da doença.

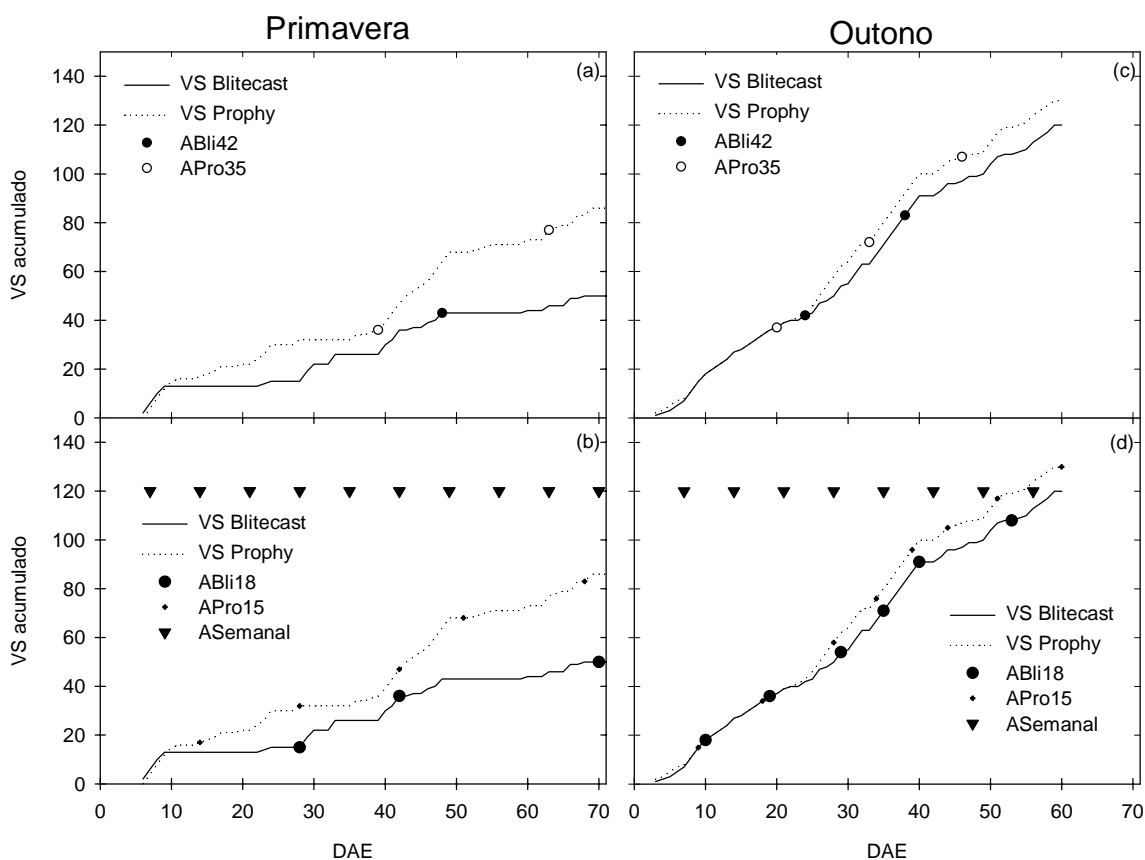


Figura 3. Valores de severidade acumulados (VS) calculados pelo sistema Blitecast e Prophy, e momentos de aplicação de fungicidas para os tratamentos ABli42 (a,c), APro35 (a,c), Asemanal (b,d), ABli18 (b,d) e APro15 (b,d) calculados com dados meteorológicos coletados dentro da área experimental, em função do número de dias após a emergência (DAE), na primavera de 2004 (a,b) e no outono de 2005 (c,d) Santa Maria, RS.

4.4. Evolução observada da severidade da requeima

Os primeiros sintomas da requeima no experimento de outono foram observados aos 30 DAE e aos 34 DAE na primavera.

Nas figuras 4 e 5 é apresentada a evolução da severidade observada nos tratamentos dos experimentos de primavera e outono. O tratamento Atest (tratamento testemunha sem aplicação) está incluído para fins de comparação da evolução da doença nas figuras 4 e 5. Nas figuras 4.f e 5.f foram comparados o tratamento testemunha com o clone Asterix (Atest), com os tratamentos que utilizaram o clone SMIJ461-1. Nos dois experimentos, a ocorrência de condições favoráveis à requeima permitiram que a doença alcançasse alto nível de severidade, proporcionando elevadas porcentagens de área foliar afetada e a redução significativa da produção nas parcelas testemunhas. Esse fato mostrou a importância dessa doença como fator limitante para o cultivo e a produção comercial de batata, principalmente sob condições meteorológicas favoráveis a sua incidência.

Todos os parâmetros vegetais avaliados foram drasticamente afetados pela doença, sendo indispensável o uso de fungicidas para o seu controle e a redução de danos e perdas. Os diferentes tratamentos apresentaram eficiência diferenciada no controle da requeima, em função do momento adequado para a aplicação do fungicida. Para Schwinn (1995), o momento adequado de aplicação pode ser considerado aquele que apresentar o controle adequado da requeima com a menor necessidade ou número de aplicações.

No tratamento semanal para o clone Asterix (Asemanal) (Figuras 4.a e 5.a), o progresso da doença foi mais lento que nos tratamentos que seguiam regimes de pulverização impostos pelos sistemas de previsão ou não recebiam aplicação. A exceção do período de outono em que o tratamento ABli18 (Figura 5.d) em que a severidade não diferiu, apresentando-se inferior a 0,2% em média comparada com o tratamento ABli24.

Na primavera, as condições meteorológicas foram menos favoráveis para o desenvolvimento da requeima do que no outono sendo que em todos os tratamentos, independentemente do regime de pulverização e incluindo a testemunha, que não recebeu aplicação, a severidade final ficou abaixo dos 78% de área foliar lesionada até os 72 DAE (Figura 4). A menor severidade ocorreu com o tratamento Asemanal em que a severidade final chegou a 27%. Os tratamentos ABli18 e APro15 apresentaram

severidade final inferior a 49%. Para o clone SMIJ461-1 (Figura 4.f) a severidade final chegou a 61, 54 e 46 % para os tratamentos SMtest, SMBli42 e SMPro35, respectivamente, mostrando que para esse clone, considerado resistente, o intervalo de VS acumulado deve ser menor entre as aplicações. O maior desenvolvimento da doença (Figuras 4.f e 5.f) em todos os tratamentos com o clone SMIJ461-1 foi observado a partir dos 50 DAE, com as condições de temperatura e molhamento foliar favoráveis.

No outono, sob os tratamentos ABli18 e Asemanal, a severidade da doença manteve-se abaixo de 88% na última avaliação. Para o clone Asterix com os tratamentos Atest, ABli30, ABli36 e APro15 a severidade final chegou a 100%. Nos dois experimentos o clone SMIJ461-1, considerado de alta tolerância ou resistente, apresentou o início da doença pelo menos 12 dias após ao aparecimento no clone Asterix. A evolução após o surgimento foi maior do que no clone Asterix, mas a severidade final não alcançou 100%. Os valores máximos observados no final do experimento foram 89, 87 e 89% para os tratamentos SMtest, SMBli42 e SMPro35, respectivamente (Figura 5.f).

Nas figuras 4.b, 4.c, 5.b e 5.c, verifica-se também que a evolução da doença nos tratamentos ABli36, ABli42, APro30 e APro35 foram similares ao tratamento sem aplicação de fungicida (Atest), comprovando que não é recomendado em qualquer hipótese esperar acumular 36 VS pelo sistema Blitecast ou 30 VS pelo sistema Propthy para realizar a aplicação de fungicidas contra a requeima no clone Asterix.

Para Camargo et al. (1995) a presença de resistência vertical a determinada doença atrasa o início da epidemia. Foi o que ocorreu nos dois experimentos (Figuras 4.f e 5.f), nos quais o surgimento da doença para o clone SMIJ461-1, que apresenta alta resistência à requeima (COSTA, 2004), ocorreu após o aparecimento no clone Asterix, que apresenta resistência considerada moderada a requeima. Após o aparecimento da doença, seu alastramento e intensidade de dano nas folhas sempre foi crescente para os dois clones. Campbell (1990), verificou que com o aumento de novos tecidos sadios através da emissão de folhas novas, a proporção de tecido doente pode decrescer. Durante o experimento plantas já haviam emitido todas as folhas, desta maneira, ocorreu somente o aumento da dimensão das folhas e a doença não decresceu. Assim, o controle químico possivelmente reduziu o avanço da doença, mas a área afetada não pode ser recuperada.

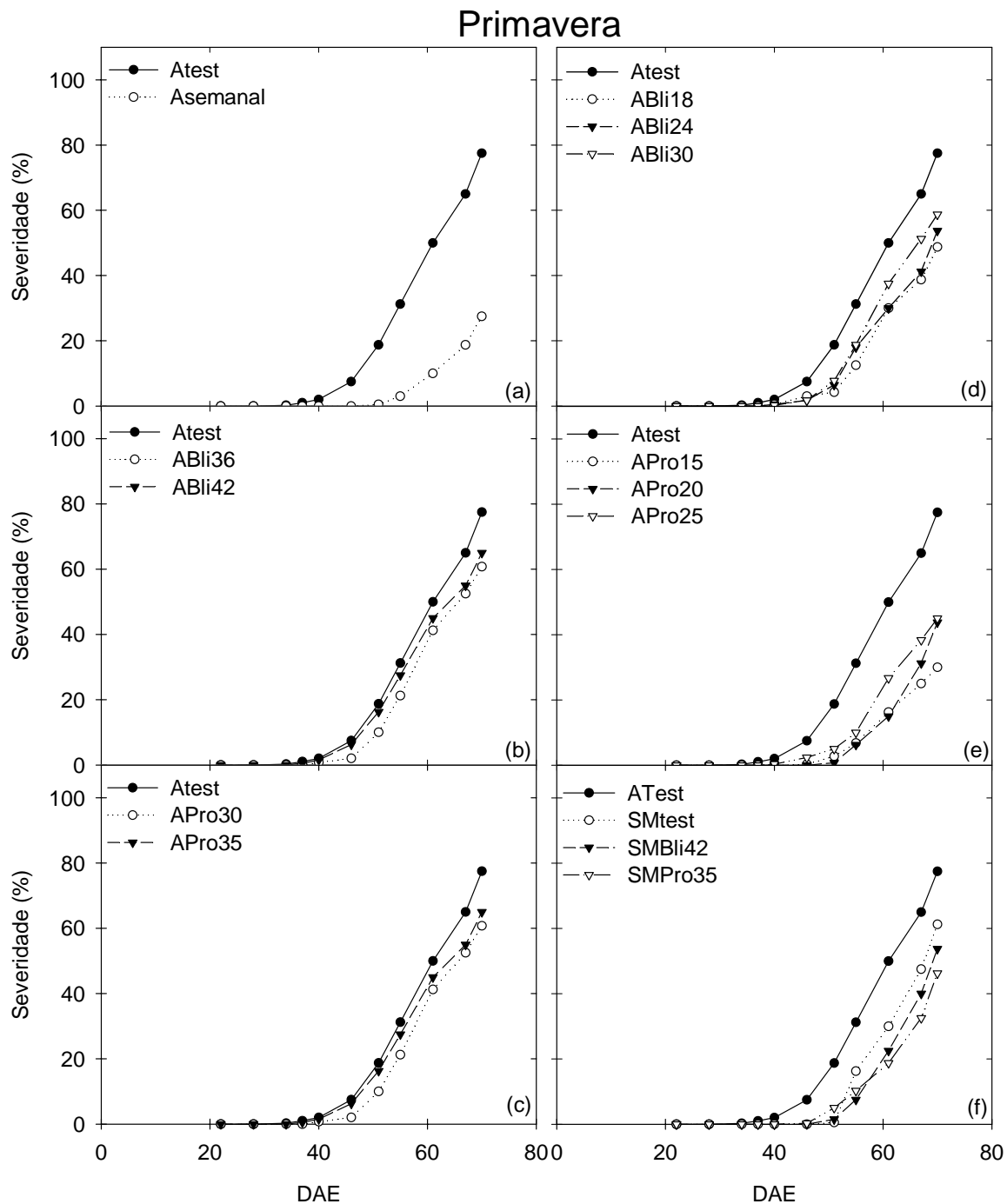


Figura 4. Severidade observada da requeima na batata para o clone Asterix no tratamento sem aplicação Atest (a,b,c,d,e,f), com aplicação semanal Asemanal (a), e utilização do sistema Blitecast com 18 valores de severidade (VS) ABli18, 24 VS ABli24, 30 VS ABli30 (d), 36 VS ABli36 e 42 VS ABli42 (b), do sistema Prophy com 15 VS APro15, 20 VS APro20, 25 VS APro25 (e), 30 VS APro30 e APro35 (c); para o clone SMIJ461-1 sem aplicação SMtest (f) com a utilização do sistema Blitecast SMBli42 (f) e utilização de sistema Prophy com 35 VS APro35 (f), em função do número de dias após a emergência (DAE). Primavera de 2004. Santa Maria, RS.

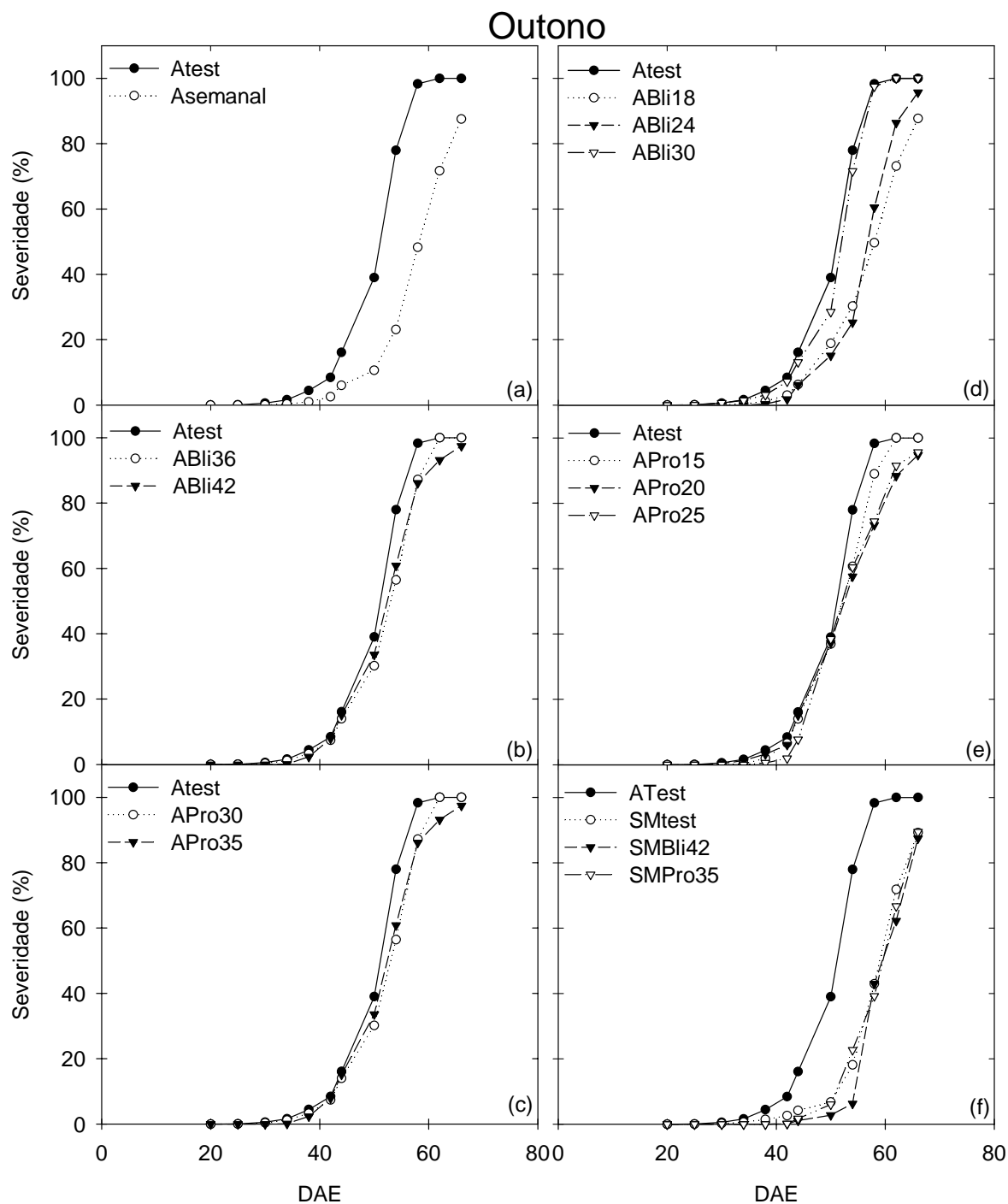


Figura 5. Severidade observada da requeima na batata para o clone Asterix no tratamento sem aplicação Atest (a,b,c,d,e,f), com aplicação semanal Asemanal (a), e utilização do sistema Blitecast com 18 valores de severidade (VS) ABli18, 24 VS ABli24, 30 VS ABli30 (d), 36 VS ABli36 e 42 VS ABli42 (b), do sistema Prophy com 15 VS APro15, 20 VS APro20, 25 VS APro25 (e), 30 VS APro30 e APro35 (c); para o clone SMIJ461-1 sem aplicação SMtest (f) com a utilização do sistema Blitecast SMBli42 (f) e utilização de sistema Prophy com 35 VS APro35 (f), em função do número de dias após a emergência (DAE). Outono de 2005. Santa Maria, RS.

O aumento da doença, observado a partir dos 45 DAE, nos dois experimentos, coincidiu com o período de enchimento dos tubérculos. Nesse estágio a planta de batata apresenta maior suscetibilidade à doença (GRÜNWARD et al., 2000) e as condições meteorológicas favoráveis observadas nesse período, nos dois experimentos, provavelmente também contribuíram para o desenvolvimento da requeima.

Na figura 6 são apresentados os VS acumulados pelo sistema Blitecast, a severidade observada no campo nas parcelas com o tratamento ABli18 e o momento de aplicação de fungicida para o controle da requeima em função do número de dias após a emergência (DAE) para os experimentos de primavera e de outono. Na primavera o sistema recomendou três aplicações enquanto que no outono foram necessárias seis aplicações.

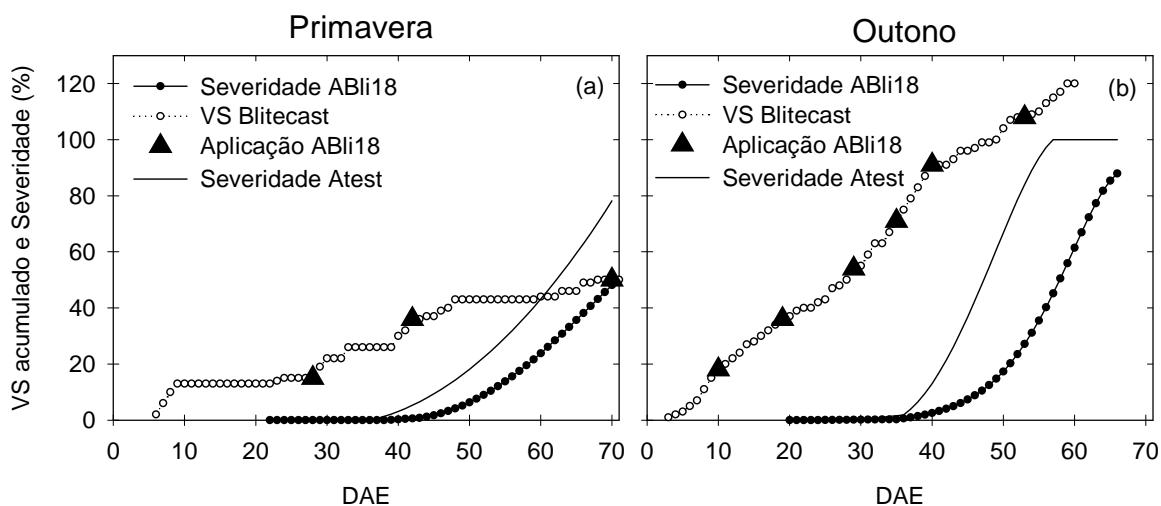


Figura 6. Valores de severidade acumulados (VS Blitecast) calculados pelo sistema Blitecast(a,b) e severidade observada no campo para os tratamentos ABli18 e Atest (a,b) e momento de aplicação de fungicida para o controle da requeima (Aplicação ABli18) (a,b), em função do número de dias após a emergência (DAE). Primavera de 2004 (a) e outono de 2005 (b) Santa Maria, RS.

Na primavera, o início da doença foi verificado aos 34 DAE (Figura 4.a) no tratamento Atest, no qual não foi aplicado fungicida para o controle da requeima. Nessa data, para o tratamento ABli18, o sistema já havia recomendado uma aplicação aos 28 DAE e não apresentou sintomas de requeima (Figura 6.a). O segundo dia mais chuvoso do período experimental, ocorrido aos 40 DAE (Figura 2.a), com 49,6mm, aumentou o

período de molhamento foliar e a doença começou a desenvolver-se intensamente no tratamento testemunha, enquanto no tratamento ABli18 a severidade observada alcançou próximo a 1% aos 42 DAE (Figura 6.a), quando o sistema calculou a necessidade da aplicação. O aumento de inóculo na área experimental e o acúmulo de umidade no interior das entrelinhas de plantas pelo sombreamento imposto pelo hospedeiro, foram condições favoráveis de microclima que determinaram o desenvolvimento rápido da doença, cujos sintomas foram mais expressivos a partir dos 45 DAE.

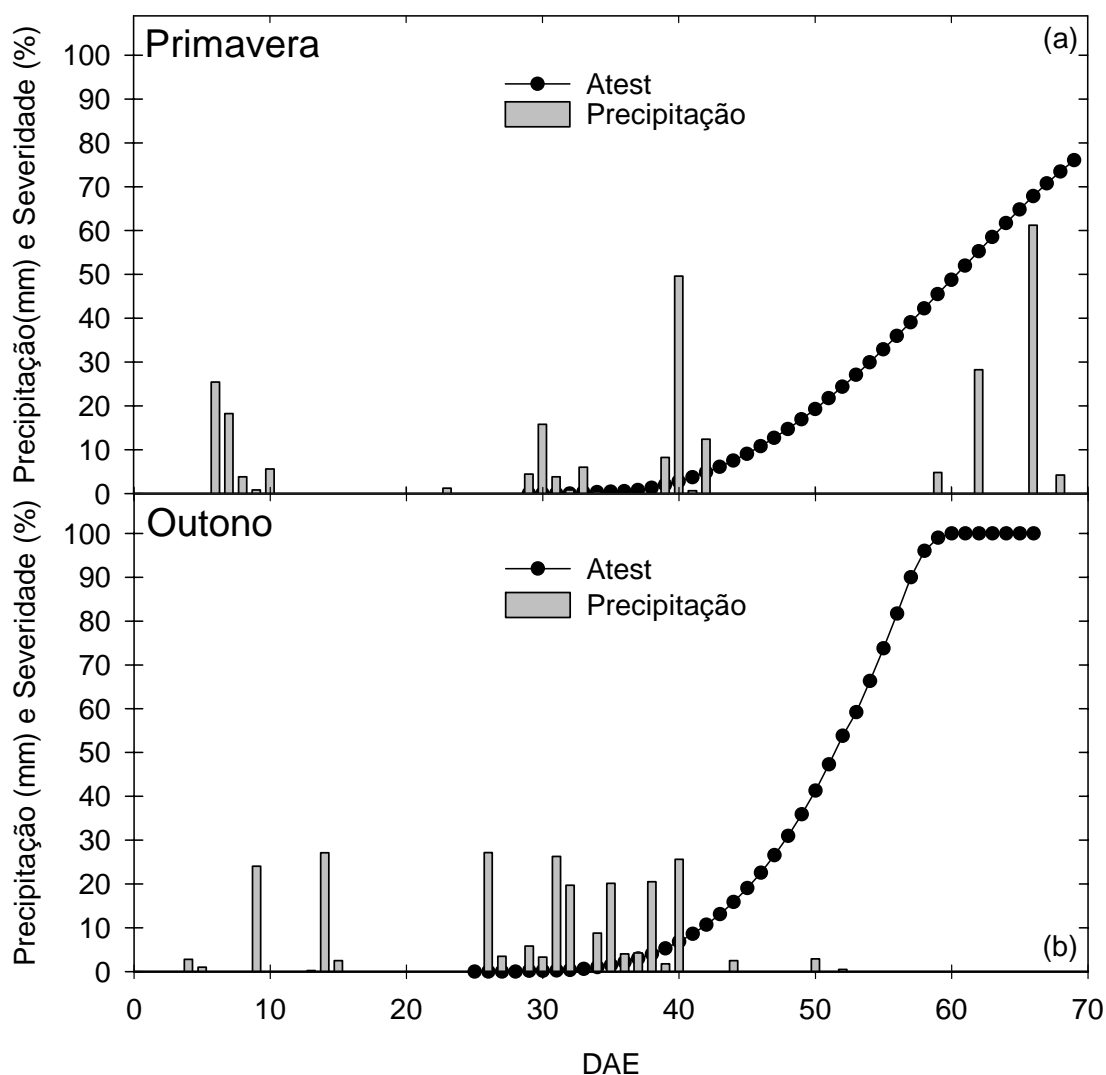


Figura 7. Severidade observada no campo para o tratamento sem aplicação de fungicidas Atest (a,b) e precipitação pluvial (a,b), em função do número de dias após a emergência (DAE) da batata, clone Asterix. Primavera de 2004 (a) e outono de 2005(b). Santa Maria, RS.

No outono para o tratamento Atest, a doença surgiu aos 30 DAE, enquanto que no tratamento ABli18 já haviam sido realizadas duas aplicações, aos 10 e 19 DAE (Figura 6.b). No tratamento ABli18, o aparecimento da doença só ocorreu aos 38 DAE (Figura 5.d) quando o IAF estava acima de 2,8 (Figura 1.f) e a cultura havia sofrido acamamento (Figura 1.e) devido ao período chuvoso ocorrido a partir dos 26 DAE.

Durante o período experimental de outono foram registradas 21 ocorrências de precipitação pluvial, sendo que 62% delas ocorreram entre os 26 e 40 DAE. A partir dos 40 DAE (Figura 6.b), a doença se desenvolveu rapidamente, apesar das aplicações realizadas aos 40 e 53 DAE. As condições meteorológicas foram favoráveis e a cultura estava prostrada, favorecendo o acúmulo de umidade junto às folhas das plantas que, associado a falta de ventilação, provavelmente aumentou o período de molhamento foliar próximo ao solo, tornando-se praticamente contínuo. Nos dois experimentos, nos períodos com HUR>90 superior a 15 horas e velocidade do vento inferior a $0,4 \text{ m s}^{-1}$ foram observados os esporangióforos do patógeno na parte abaxial das folhas de batata.

A chuva é um fator meteorológico importante na ocorrência e desenvolvimento de doenças em plantas pois, além de elevar a umidade do ar e proporcionar o molhamento foliar, pode influenciar na dispersão e disseminação dos esporos (HELDWEIN, 1997a). Os resultados obtidos neste trabalho confirmam que os períodos chuvosos são mais efetivos para o alastramento e propagação da requeima em cultivos de batata do que o molhamento causado por orvalho, embora este não deixe de ser importante para o progresso da doença. Isso fica evidente se observado o período dos 45 aos 60 DAE no outono, em que a ausência ou a baixa precipitação não diminuíram a intensidade de aumento dos danos às folhas (Figura 7.b). Também se verificou que, no outono, possivelmente o orvalho tem mais efeito favorável à requeima, o que provavelmente está associado a períodos mais prolongados de molhamento devido as noites serem mais longas e a superfície do solo se manter úmida por mais tempo após as chuvas.

O processo de infecção do hospedeiro pelo patógeno depende não só da umidade mas, da interação temperatura e umidade, sendo importante a formação de orvalho e a permanência deste sobre a cultura, pois a água, na forma de orvalho, é essencial para a germinação de esporos e penetração no hospedeiro (BEDENDO, 1995) e, assim, mesmo em períodos sem chuva, propiciou uma evolução contínua, embora mais lenta da doença (SCHRÖEDER, 1987). Neste sentido pode-se inferir que o

orvalho é muito importante para manter a doença em evolução no cultivo, enquanto os períodos chuvosos sejam os desencadeadores da epidemia.

Apesar das temperaturas e umidade registradas nos diferentes intervalos fenológicos estarem na faixa de temperatura que favorece o desenvolvimento da requeima, a maior precipitação observada nesses mesmos intervalos, no outono, propiciou maior severidade se comparada com a primavera (Figuras 5 e 6). As plantas expostas a uma elevada umidade relativa do ar apresentam uma redução na transpiração e como consequência a diminuição na translocação de solutos reduzindo o seu crescimento (ROSEMBERG, 1974; BAILEY, 1985), o que diminui a velocidade de expansão de área foliar nova.

O avanço da requeima, na primavera, pode ter diminuído devido ao aumento da radiação solar (Anexo 5) e aos períodos com menor umidade (Figura 2.a) que reduziram a viabilidade dos esporos. Para Fernández-Pavía et al. (2004) nos meses de maior intensidade luminosa a evolução da requeima é menor. Já no outono, durante o ciclo ocorreu a diminuição da radiação solar incidente, que associado ao aumento do IAF e da diminuição da T_r , poderia ter favorecido o desenvolvimento da requeima. No outono aos 31 DAE, os valores máximos de radiação global transmitida pelo dossel (R_{gi}) não foram superiores a $1,01 \text{ MJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$ durante as horas de maior intensidade luminosa. Desta maneira a viabilidade dos esporos não é reduzida significativamente. Conforme Mizubuti et al. (2000), em dias nublados, com densidade de fluxo de radiação abaixo de $1,11 \text{ MJ m}^{-2} \text{ h}^{-1}$, a viabilidade é apenas ligeiramente reduzida após três horas.

4.5. Controle químico da requeima

Na tabela 3 são apresentados o momento de aplicação dos fungicidas segundo os tratamentos utilizados. No tratamento Asemanal as aplicações iniciaram aos 7 DAE sendo necessárias um total de 10 e oito, na primavera e no outono, respectivamente. Comparado com os outros tratamentos (Anexo 1), os valores de dias de área foliar sadia (DAFS) foi maior e a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) foi menor ao longo do ciclo da cultura nesse tratamento. Quanto maior o DAFS maior a duração do ciclo da cultura, já valores de AACPD maiores indicam que a cultura terá uma duração menor.

A primeira pulverização (Tabela 3) dos diferentes tratamentos que utilizam o sistema de previsão ocorreu aos 10 DAE, no outono pelos dois sistemas utilizados. Isso ocorreu porque no método Blitecast a aplicação é realizada com o acúmulo de 18 VS e no sistema Prophy é utilizado o acúmulo de 15 VS (APro15), e neste, são acrescentados 2 dias devido à resistência moderada do clone Asterix.

Na primavera, a primeira aplicação no tratamento APro15 ocorreu aos 14 DAE, enquanto que para o tratamento ABli18 a primeira aplicação ocorreu somente aos 28 DAE. Portanto, existem diferenças de critérios entre os dois sistemas de previsão que, sob determinadas condições meteorológicas, podem ser muito significativas em termos de tempo de espera para uma nova aplicação de fungicidas.

O número de pulverizações nos tratamentos que utilizam um sistema de previsão foi sempre menor do que 51% das aplicações semanais, na primavera. No outono, com exceção do tratamento APro15 em que o número de aplicações foi igual ao semanal, nos demais tratamentos o número de aplicações foi menor que no semanal. Na utilização do sistema Blitecast chegou a haver uma redução de pelo menos 25% comparado com o tratamento Asemanal no outono, e de 70% na primavera, sendo a primeira pulverização prevista e realizada, no mínimo, 14 dias mais tarde do que no tratamento com aplicação semanal.

No outono, as condições meteorológicas de temperatura, umidade e chuvas no mês de maio, na fase de início da tuberização ao início da senescência (IT-IS), favoreceram o aparecimento da doença. Com o aumento da intensidade da doença no outono, foram necessárias, no mínimo, duas e no máximo oito aplicações nos diferentes tratamentos, em 67 dias de cultivo, enquanto na primavera foram necessárias de uma a cinco aplicações.

O tratamento com aplicações semanais não pode ser considerado como perfeito, visto que no período de alta umidade quase contínua entre 26 e 40 DAE no outono, no sistema Prophy foram previstas 3 aplicações em 11 dias (28, 34 e 39 DAE), mostrando que em tal condição o espaçamento de 7 dias entre as aplicações pode ser muito longo e, por consequência, a cultura poderá ficar desprotegida. Portanto, a utilização de um sistema de previsão adequado no lugar do calendário semanal tem a vantagem de reduzir o número de aplicações, bem como garantir que as aplicações sejam mais eficientes.

Tabela 3. Tratamentos através de diferentes esquemas de aplicação de fungicidas, momento de aplicação de fungicidas para o controle da requeima segundo o sistema utilizado em dias após a emergência (DAE) e número total de aplicações para os cultivos de primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.

Tratamento*	Momento de aplicação (DAE)										Número de aplicações
	1 °	2 °	3 °	4 °	5 °	6 °	7 °	8 °	9 °	10 °	
Primavera 2004											
Atest											0
ASemanal	7	14	21	28	35	42	49	56	63	70	10
ABli18	28	42	70								3
ABli24	35	66									2
ABli30	40										1
ABli36	42										1
ABli42	49										1
APro15	14	28	42	51	68						5
APro20	18	42	49	70							4
APro25	24	45	66								3
APro30	28	49									2
APro35	40	63									2
SMtest											0
SMBli42	49										1
SMPro35	41	64									2
Outono 2005											
Atest											0
ASemanal	7	14	21	28	35	42	49	56			8
ABli18	10	19	29	35	40	53					6
ABli24	14	27	35	45	59						5
ABli30	16	31	40	59							4
ABli36	19	35	52								3
ABli42	24	38									2
APro15	10	18	28	34	39	44	51	60			8
APro20	12	24	32	39	47	59					6
APro25	16	28	36	43	60						5
APro30	16	31	40	57							4
APro35	19	33	46								3
SMtest											0
SMBli42	24	38									2
SMPro35	21	34	47								3

*Atest e SMtest não foram realizadas aplicações de fungicidas; Asemanal aplicação semanal de fungicidas; nos tratamentos os números 18, 24, 30, 36 e 42 e 15, 20, 25, 30 e 35 junto aos símbolos ABli, APro, SMBli e SMPro significam os valores de severidade acumulados nos sistemas de previsão Blitecast (Bli) e Prophy (Pro), para os clones Asterix (A) e SMIJ461-1(SM).

4.6. Rendimento da cultura e o sistema de alerta

Nos dois experimentos constatou-se que a utilização de fungicidas constituiu-se em uma ferramenta importante no controle da requeima, pois a aplicação desses produtos propiciou a redução da perda de produtividade da batata, como pode ser observado nas Tabelas 4 e 5. Esse efeito foi significativo para o clone Asterix quando comparado ao tratamento Atest. Já para o clone SMIJ461-1, no período da primavera não foi significativa a diferença entre aplicar ou não os fungicidas. Na primavera (Tabela 4), foram observadas diferenças no rendimento total (RT) do clone Asterix de pelo menos 13 % entre a testemunha e os demais tratamentos. No outono (Tabela 5), os tratamentos que receberam fungicidas os incrementos no RT foram maiores que 2,2%, alcançando até 34,5% no tratamento ABli18 e 44% no Asemanal. As perdas provavelmente não foram maiores devido ao surgimento da doença ocorrer somente após o início da tuberização.

Entre os tratamentos baseados nos sistemas de previsão e que utilizaram o clone Asterix, os tratamentos ABli18 e ABli24 se destacaram na primavera, com apenas três e duas aplicações (Tabela 3), respectivamente. Esses tratamentos apresentaram maior eficiência em prever a ocorrência de epidemias de requeima e proporcionaram rendimento comercial que não diferiu estatisticamente (Tabela 4) do tratamento com aplicação semanal (Asemanal), apesar de diferirem na quantidade de fungicida utilizado e na época de aplicação, com redução significativa do número de aplicações. No outono, os tratamentos ABli18 e APro15 receberam seis e oito aplicações, respectivamente (Tabela 3) e a produção final não diferiu do semanal (Tabela 5). O tratamento APro15 recebeu o mesmo número de aplicações que o tratamento semanal, porém as diferenças foram os dias em que foram realizadas as aplicações, o que, no entanto não resultou em maior rendimento, não diferindo do tratamento Asemanal, e do tratamento ABli18. Por outro lado, também não diferiu dos tratamentos APro20 e ABli24, com rendimento um pouco menor.

Tabela 4. Rendimento comercial (RC), rendimento não comercial (RNC), rendimento total (RT), peso médio do tubérculo comercial (PMT) e número de tubérculos por cova (NTC) de clones de batata para o cultivo de primavera. Santa Maria, RS, 2004.

Clone	Tratamento	RC (t ha ⁻¹)	RNC(t ha ⁻¹)	RT(t ha ⁻¹)	PMT (g)	NTC
Asterix	ASemanal	24,8 a	2,1 ^{ns}	26,9 a	132,0 a	10,8 ^{ns}
	ABli18	23,2 a	2,4	25,6 ab	146,5 a	12,1
	ABli24	21,3 b	2,5	23,8 ab	135,8 a	11,8
	APro15	20,6 bc	2,2	22,8 bc	147,8 a	11,6
	APro20	20,0 bcd	2,5	22,5 cd	123,1 a	10,6
	ABli30	19,7 bcde	2,1	21,8 cde	117,8 a	10,9
	APro25	19,0 cdef	2,2	21,2 cde	113,1 a	11,7
	APro30	18,4 defg	2,4	20,8 de	134,2 a	10,2
	ABli36	18,1 efg	2,3	20,4 de	110,9 a	11,5
	ABli42	17,4 fg	2,7	20,1 de	111,6 a	12,3
	APro35	17,1 g	1,9	19,0 ef	100,6 b	10,8
	Atest	13,9 h	2,8	16,7 f	95,7 b	12,2
Média		19,4	2,4	21,8	122,4	11,4
CV(%)		5,74	30,51	8,34	15,92	14,24
SMIJ461-1	SMtest	6,6 ^{ns}	4,3 ^{ns}	10,9 ^{ns}	51,4 ^{ns}	10,8 ^{ns}
	SMBli42	6,1	4,7	10,8	54,8	9,4
	SMPro35	6,1	4,6	10,7	47,8	11,3
	Média	6,3	4,5	10,8	51,3	10,5
CV(%)		18,05	6,66	12,42	11,53	19,5

Tratamentos não seguidos pela mesma letra nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

Não se verificou efeito significativo para o número de tubérculos por cova (NTC), entre os tratamentos que receberam fungicidas e a testemunha não pulverizada do clone Asterix (Tabela 4 e 5), o que também foi observado para o clone SMIJ461-1. Isso permite inferir que a requeima quando ocorre a partir do início da tuberização não altera o número de tubérculos para as características dos clones estudados e nos níveis de severidade observados nesta pesquisa, que foram inferiores a 80% na primavera e 100% no outono, mas afeta o tamanho dos tubérculos.

Tabela 5. Médias de rendimento comercial (RC), rendimento não comercial (RNC), rendimento total (RT), peso médio do tubérculo comercial (PMT) e número de tubérculos por cova (NTC) de clones de batata para o cultivo de outono. Santa Maria, RS, 2005.

Clone	Tratamento	RC (t ha ⁻¹)	RNC(t ha ⁻¹)	RT(t ha ⁻¹)	PMT (g)	NTC
Asterix	ASemanal	17,8 a	1,5 d	19,3 a	81,3 a	7,2 ^{ns}
	ABli18	16,4 a	1,6 d	18,0 a	79,9 a	8,4
	APro15	16,2 a	1,4 d	17,6 ab	67,9 a	7,4
	APro20	14,3 b	2,0 b	16,3 bc	66,8 ab	7,6
	ABli24	14,3 bc	1,7 bcd	16,0 bcd	73,9 a	7,7
	APro25	13,6 bc	2,0 b	15,6 cd	67,1 a	7,1
	APro30	13,1 c	2,3 a	15,4 cde	89,7 a	7,3
	ABli36	13,6 bc	1,6 d	15,0 cdef	76,7 a	5,9
	ABli30	13,6 bce	1,6 d	15,0 def	57,1 b	7,5
	APro35	12,5 ce	1,7 bcd	14,2 def	71,8 a	6,1
	ABli42	11,8 e	1,9 bc	13,7 ef	67,5 a	6,7
	Atest	11,5 e	1,9 bc	13,4 f	62,0 b	6,6
Média		14,0	1,8	15,7	71,8	7,1
CV(%)		8,38	8,4	7,48	18,5	13,5
SMIJ461-1	SMBli42	6,7 a	3,5 b	10,2 a	129,2 a	4,4 ^{ns}
	SMPro35	5,4 b	4,2 ab	9,6 ab	70,8 b	4,8
	SMtest	3,7 c	4,8 a	8,5 b	127,3 a	4,0
	Média	5,3	4,2	9,4	109,1	4,4
CV(%)		11,48	5,74	8,6	21,2	10,5

Tratamentos não seguidos pela mesma letra nas colunas diferem entre si pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade de erro. ^{ns} Não significativo a 5% de probabilidade.

O clone Asterix, nos dois experimentos, recebeu aplicações semanais (ASemanal) e o tratamento ABli42 recebeu o menor número de aplicações dentre os tratamentos que seguiam o sistema de alerta, sendo duas no outono e uma na primavera (Tabela 3).

A utilização de dados meteorológicos como base para o sistema de previsão, utilizando o tratamento ABli18, permitiu reduzir sete pulverizações de fungicidas no cultivo de primavera e duas no outono, em relação ao tratamento semanal representando

uma redução de 70% e 25%, respectivamente (Tabela 3). O número de tratamentos químicos empregados para o controle da requeima, sem diferença estatística no rendimento total e no rendimento de tubérculos comerciais (Tabelas 4 e 5). Outros trabalhos realizados no Brasil relatam que o uso de sistemas de alerta para a batata reduziu de 16 a 50% o número de pulverizações com fungicidas em diferentes épocas de plantio (KATSURAYAMA et al., 1996; NAZARENO et al., 1999; REIS et al., 1999; COSTA et al., 2002).

Para Katsurayama et al. (1996), o sistema Blitecast, em épocas não muito favoráveis à requeima reduz o número de aplicações de fungicidas em relação ao tratamento semanal de aplicações e não reduz a produção. Verificou-se que dependendo das condições meteorológicas do período de cultivo, é possível reduzir o número de pulverizações, sem que haja perda na produção. Na exportação dos resultados obtidos nesses experimentos para o produtor rural, o tratamento ABli18 proporcionaria um incremento nos lucros do produtor pela redução dos custos através da redução do número de aplicações, além de contribuir significativamente para a diminuição dos riscos à saúde humana e ao ambiente, embora não houvesse ganhos no rendimento comercial de tubérculos.

O número de aplicações para os tratamentos que utilizaram o sistema Prophy foi maior que o sistema Blitecast, mas nem sempre se refletiu na produção. As chuvas podem ter reduzido a presença de fungicidas da superfície das folhas, uma vez que chlorothalonil e oxicloreto de cobre são fungicidas protetores (KIMATI et al., 1995). A segunda possibilidade é a chuva ter aumentado a dispersão de inóculo do patógeno nos tratamentos próximos (BERGAMIN FILHO et al., 1995).

4.7. Rendimento e a ocorrência de requeima

Nas figura 8 pode-se observar que no outono os dias de área foliar sadia (DAFS), calculada pela equação três, foram menores do que na primavera e a variação ficou entre 74 dias no outono a 137 dias na primavera. A área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) indica a atividade da doença, quanto maior o AACPD maior o ataque da doença. No outono o AACPD foi maior do que na primavera (Figura 8.d e 8.e) e a severidade final foi maior no outono (Figura 8.h), indicando que a redução no rendimento no outono foi causada pela maior intensidade da doença.

Na maioria dos casos, foram obtidos coeficientes de determinação significativos, com exceção da relação comparativa entre severidade final e produção para o outono de 2005, devido à evolução da doença ter eliminado as parcelas com pouca aplicação de fungicidas, enquanto outras ainda continuavam o seu ciclo, acumulando carboidratos. Para Waggoner et al. (1987) a mesma proporção de severidade da doença, nas diferentes áreas foliares, pode não ter o mesmo impacto na produção em virtude da severidade das doenças não fornecer estimativas a respeito do tamanho e da duração da área foliar da planta e da insolação absorvida por esta área foliar.

Para o clone Asterix os maiores valores de AACPD foram obtidos no tratamento Atest, com 1004 e 1647 unidades para a primavera e outono, respectivamente. A menor AACPD foi para o tratamento Asemanal, que foi 80 e 48% menor que o Atest para a primavera e o outono, respectivamente. Para os tratamentos que utilizaram um sistema de alerta, o menor AACPD foi do tratamento APro15, com 300 unidades de AACPD na primavera, e no outono do tratamento ABli18, com 923 unidades de AACPD.

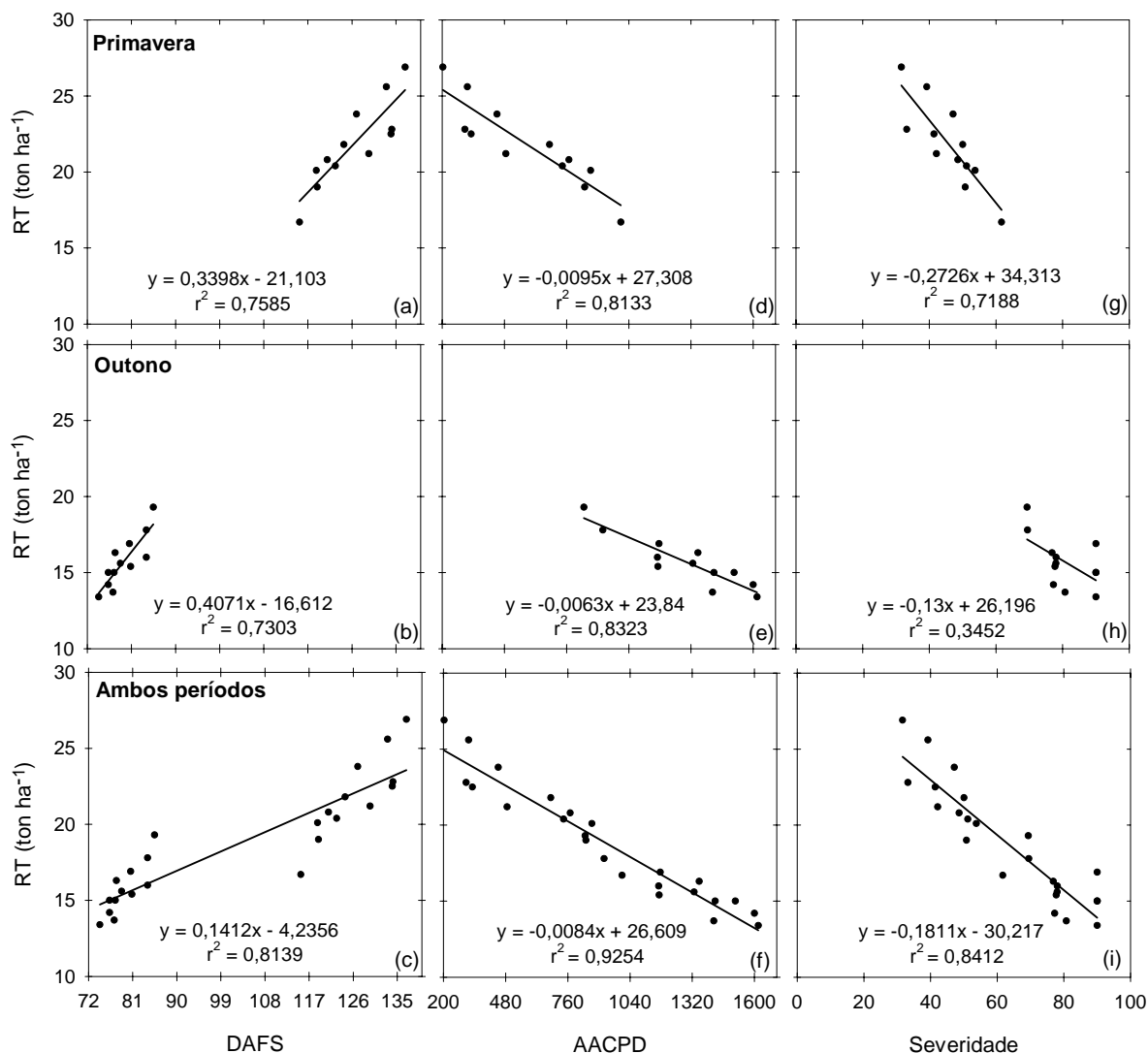


Figura 8. Relação entre o rendimento total (RT, t ha⁻¹), em função dos dias de área foliar sadia (DAFS, dias, a,b,c), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD, d,e,f) e severidade final observada (g,h,i), com valores transformados em raiz do arco seno, para o clone Asterix de batata, cultivado na primavera de 2004 (a,d,g), no outono de 2005 (b,e,h) e no conjunto de ambos os períodos (c,f,i) em Santa Maria, RS.

O clone SMIJ461-1 apresentou DAFS maiores, AACPD menores e severidade menor quando comparados os tratamentos sem aplicação (Anexo 1), mostrando a resistência do clone à requeima. A produção desse clone foi 35% menor na primavera e 23% menor no outono, quando comparado com o clone Asterix. A menor produção ocorreu devido ao menor potencial produtivo desse clone, em que o IAF máximo no

experimento de primavera chegou a 1,4 e 1,2 no outono (Anexo 6), enquanto no clone Asterix alcançou pelo menos 3,0 nos dois experimentos. Desta maneira, o acúmulo de matéria seca, bem como o rendimento de tubérculos pelo clone SMIJ461-1 é sempre menor quando comparado com o clone Asterix qualquer que seja o tratamento considerado, apesar de apresentar resistência à requeima.

4.8. Avaliação dos elementos meteorológicos que contribuem para a requeima

Os principais elementos meteorológicos que interferem nas condições para o desenvolvimento da requeima são a temperatura do ar e a umidade do ar ou o molhamento foliar. Para determinar quais dias são favoráveis a esse patógeno são calculados os VS, que são um indicativo de quando as condições meteorológicas são favoráveis. Os VS variam de zero a quatro (Tabela 2) correspondem um período diário, em que zero indica condições desfavoráveis e quatro condições altamente favoráveis. Nos itens a seguir são comparados os elementos meteorológicos que interferiram no desenvolvimento da requeima.

4.8.1. Comparação dos valores acumulados de severidade utilizados pelos sistemas

Na figura 9.a observa-se que, na primavera, na maioria dos dias com VS calculados, o acúmulo desses foi predominantemente zero, com 46% dos dias para o sistema Prophy e para o sistema Blitecast 70% dos dias sem acúmulo. Desta maneira, o acúmulo de valores de VS foi maior para o sistema Prophy. Também, o VS igual a quatro (Tabela 2), que é o máximo acúmulo diário, foi 88% superior ao obtido no sistema Blitecast.

Na figura 9.d verifica-se que os VS igual a quatro que foram calculados pelo sistema Prophy, foram maiores que os VS Blitecast e os VS igual a zero e um predominaram para o Blitecast. Essas diferenças são devidas, principalmente, à posição dos sensores de temperatura e umidade do ar em níveis diferentes para os sistemas Blitecast e Prophy. O sistema Prophy ainda se diferencia do Blitecast pelo intervalo de aplicação de fungicidas após o acúmulo dos VS para cada tratamento em dois dias para o clone Asterix e três dias para o clone SMIJ461-1. No outono (Figura 9.d) os VS

acumulados foram pelo menos 42% maiores do que na primavera (Figura 9.a) na totalização do ciclo da cultura.

A influência das fases de desenvolvimento da batata nos VS é apresentada nas figuras 9.b, 9.c, 9.e, 9.f. O acúmulo de VS igual a zero predominou em todas as fases na primavera (Figuras 9.b e 9.e); na fase IT-IS os VS iguais a quatro ocorreram durante quatro dias para o sistema Blitecast (Figura 9.b) e representaram 32% dos VS durante o ciclo. Na figura 9.e verificou-se que os VS iguais a 4 calculados pelo sistema Prophy também foram mais freqüentes na fase IT-IS, totalizando seis dias e corresponderam a 28% do total dos VS no ciclo.

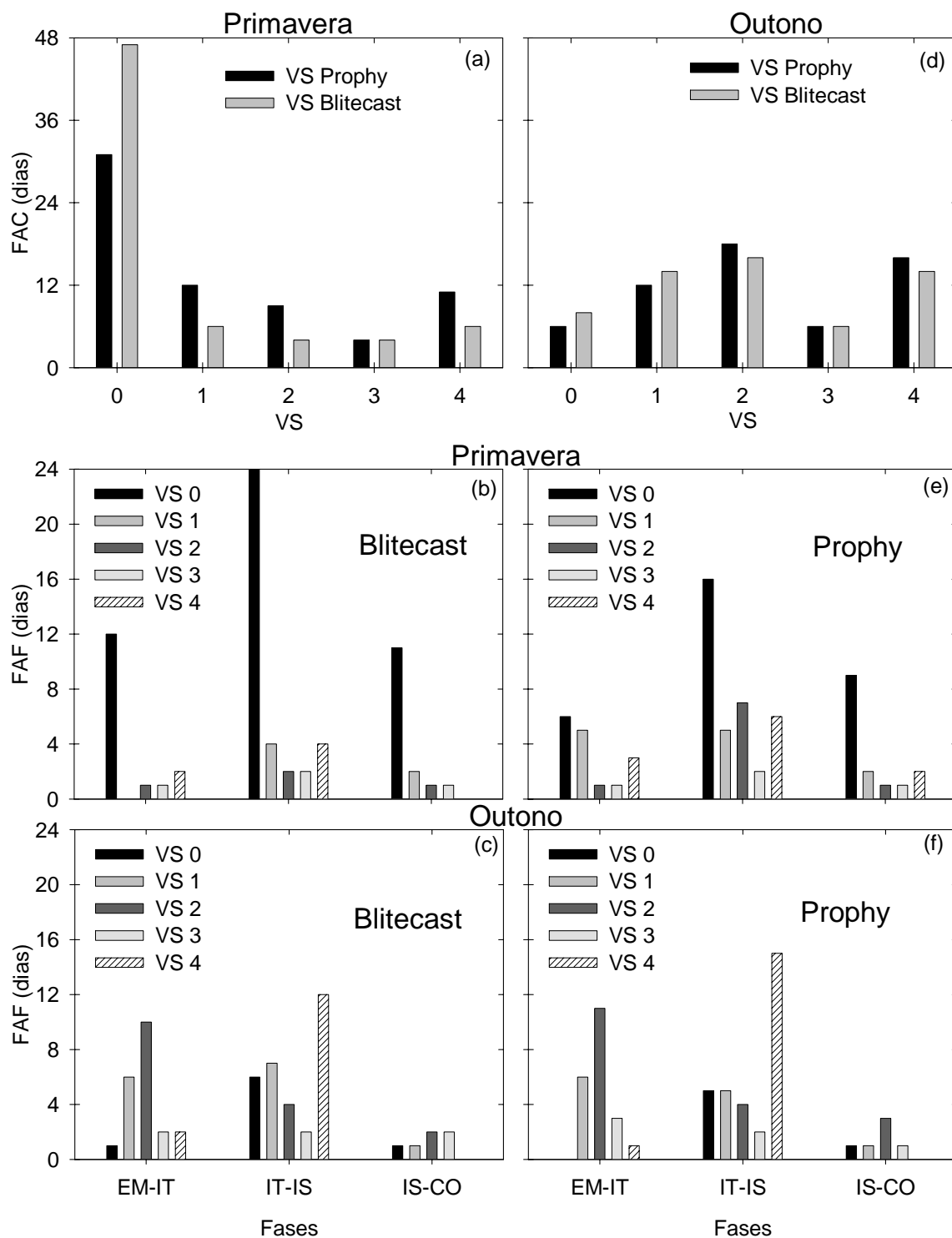


Figura 9. Frequência acumulada durante o ciclo (FAC) em dias e para durante a fase da batata (FAF) da emergência ao início da tuberação (EM-IT), do início da tuberação ao início da senescência (IT-IS) e do início da senescência à colheita (IS-CO), das classes de valores diários de severidade acumulados (VS) calculados pelos sistemas Blitecast (a,b,c,d) e pelo sistema Prophy (a,d,e,f) para o ciclo na primavera de 2004 (a,b,e) e no outono de 2005 (c,d,f) em Santa Maria, RS.

No outono para o sistema Blitecast (Figura 9.c), ocorreram 10 dias com VS igual a dois na fase EM-IT e na fase IT-IS predominou o acúmulo de quatro VS com 12 dias, e totalizando 70% dos VS na fase e 40% no total dos valores acumulados para o ciclo. A fase IS-CO foi reduzida a seis dias devido aos danos provocados pela requeima o que reduziu o ciclo. Para o sistema Prophy (Figura 9.f), na fase EM-IT, os VS foram iguais ou maiores do que zero, mostrando que durante essa fase todos os dias contribuíram para o acúmulo de VS, predominando os VS iguais a dois. Na fase IT-IS predominaram os dias com quatro VS, que ocorreram em 15 dias dos 60 dias monitorados da cultura, o que representou 76% dos VS nessa fase e 46% dos VS de todo o período de outono.

4.8.2. Temperatura e umidade do ar em dois níveis de medida

Na figura 10 são apresentadas classes de temperatura do ar média dos períodos em que a umidade relativa do ar era maior ou igual a 90%, para cada fase de desenvolvimento da batata nas épocas de outono e primavera, para os níveis de instalação dos pares psicrométricos a 10 cm e a 150 cm de altura. A 10 cm no dossel de plantas, as freqüências de ocorrência de $HUR > 90$ foram maiores, sendo esses resultados semelhantes aos encontrados por Tazzo (2005). Temperaturas maiores do que 25 °C e com presença de umidade relativa maior ou igual a 90% não ocorreram na fase EM-IT em ambos experimentos, e nas demais fases a sua ocorrência total dessas temperaturas foi inferior a uma hora por fase em ambos experimentos. Para Zambolim et al. (2000), nas temperaturas acima de 30 °C a requeima dificilmente ocorre. No experimento a probabilidade de ocorrerem temperaturas acima de 25 °C, com presença de umidade foi inferior a 0,1% e, sob temperatura acima de 30 °C, não ocorreram registros de períodos com umidade $UR > 90$ em nenhum dos dois experimentos.

Na presença de umidade alta, a temperatura predominante ficou entre 10 e 15 °C na fase EM-IT, e nas fases IT-IS e IS-CO entre 15 a 20 °C, com exceção a 10 cm de altura na primavera (Figura 10.c), quando as temperaturas entre 10 e 15 °C tiveram o maior número de observações.

Na primavera as temperaturas abaixo de 5 °C na altura de 10 cm tiveram ocorrência próxima a 1% dos períodos com $HUR > 90$ nas fases EM-IT (Figura 10.a) e no outono, ocorreu na fase IT-IS (Figuras 10.h), com freqüência inferior a 1% para o ciclo da cultura.

A tendência de distribuição das classes de temperatura foi semelhante comparando os níveis de 10 cm e de 150 cm entre si para todas as fases do cultivo, nos

experimentos de primavera e outono. Exceção foi para o nível de 150 cm na fase IS-CO na primavera (Figura 10.c), onde a classe 10 a 15 °C foi maior que a classe a 15 a 20 °C. Tazzo (2005) verificou que em dias com precipitação, ou com nevoeiro, ou ainda nas noites de céu nublado e com vento, desde que este não seja seco e quente, a temperatura do ar apresenta pouca variação vertical.

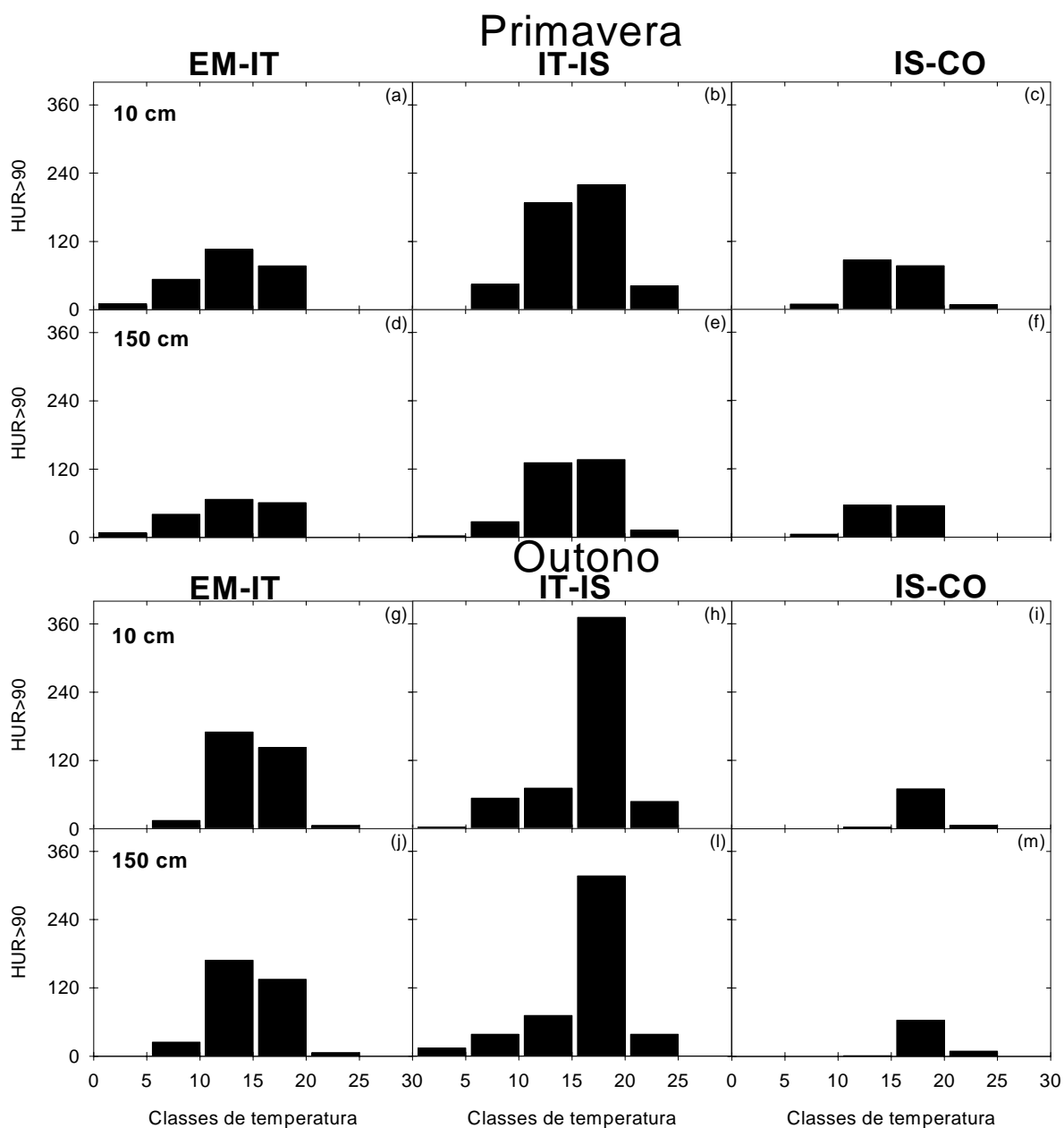


Figura 10. Horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR > 90) a 150 cm e classes de temperatura a 10 cm (a,b,c,g,h,i) e a 150 cm (d,e,f,j,k,l), na primavera de 2004 (a,b,c,d,e,f), outono de 2005 (g,h,i,j,k,l), em função das fases da emergência ao início da tuberização (EM-IT) (a,d,g,j), do início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) (b,e,h,k) e do início da senescência à colheita (IS-CO) (c,f,i,l). Santa Maria, RS.

4.8.3. Comparação HUR>90 e sensores de molhamento foliar

Na figuras 11.a, 11.b e 11.c são apresentadas as relações entre os tempos de molhamento foliar registrados por sensores de molhamento instalados nos níveis inferior (Minferior), intermediário (Mintermediário) e superior (Msuperior) do dossel de batata, conforme Maass et al. (2005), bem como a relação entre Mintermediário e HUR>90 (duração do período com umidade relativa do ar maior do que 90%, em horas) no nível de 150 cm acima do dossel.

Os resultados de Minferior, Mintermediário e Msuperior aqui utilizados foram anteriormente testados em relação as observações visuais por Maass et. al. (2005) conforme critérios de Heldwein et al. (1997b), mostrando-se altamente consistentes. Dessa forma, foram utilizados aqui para verificar se existe diferença de molhamento entre os níveis inferior e intermediário do dossel (Figura 11.a), inferior e superior (Figura 11.b) e superior e intermediário (Figura 11.c). Os tempos de molhamento registrados nos níveis inferior, intermediário e superior apresentaram uma alta relação entre si. Verifica-se que não há diferença entre os tempos de molhamento nos diferentes níveis do dossel de batata do clone Asterix, que apresentou altura máxima de 42 cm e IAF máximo de 3,0.

As diferenças entre os sensores nos diferentes níveis não foram significativas ao nível de probabilidade de 0,01%, e os coeficientes angulares variaram entre 1,002 a 0,999, mostrando que a posição do sensor não influenciou significativamente na determinação do período de molhamento para a cultura da batata. Esses dados complementam as informações de Tazzo (2005) que verificou variações pouco pronunciadas de umidade relativa do ar dentro de um dossel de plantas de batata. Dessa forma pode-se inferir que o nível da medição da umidade relativa do ar ou do molhamento foliar dentro do dossel de plantas de batata não deve influenciar significativamente o cálculo dos valores de severidade nos sistemas de previsão de queimeira que utilizam especificamente essas variáveis, o que, no entanto, não é verdadeiro quando se compara a condição de umidade no meio ao dossel e acima deste, conforme demonstraram Heldwein (1993), Tazzo (2005) e os dados medidos de umidade relativa do ar nos experimentos de primavera e outono deste trabalho (Figura 10).

A comparação entre o tempo em horas com umidade relativa do ar maior do que 90% ($HUR > 90$) registrado a 150 cm de altura acima do dossel (utilizado no sistema Blitecast) com o tempo de molhamento registrado por sensores de molhamento instalados no nível intermediário do dossel (Figura 11.d) não apresenta uma relação consistente. Em alguns dias, a diferença entre o sensor e a $HUR > 90$ chegou a menos de 80% do que os sensores de molhamento, estando indicado na figura 11.d com o símbolo ↓. Em outro dia, chegou a ser 263% superior aos sensores de molhamento ↑. Isso mostra que os sistemas de previsão de requeima que os utilizam os dados de umidade relativa do ar, ao invés de utilizar os sensores de molhamento podem apresentar diferenças significativas de acúmulo e valores de severidade devido a essa diferença metodológica de determinação.

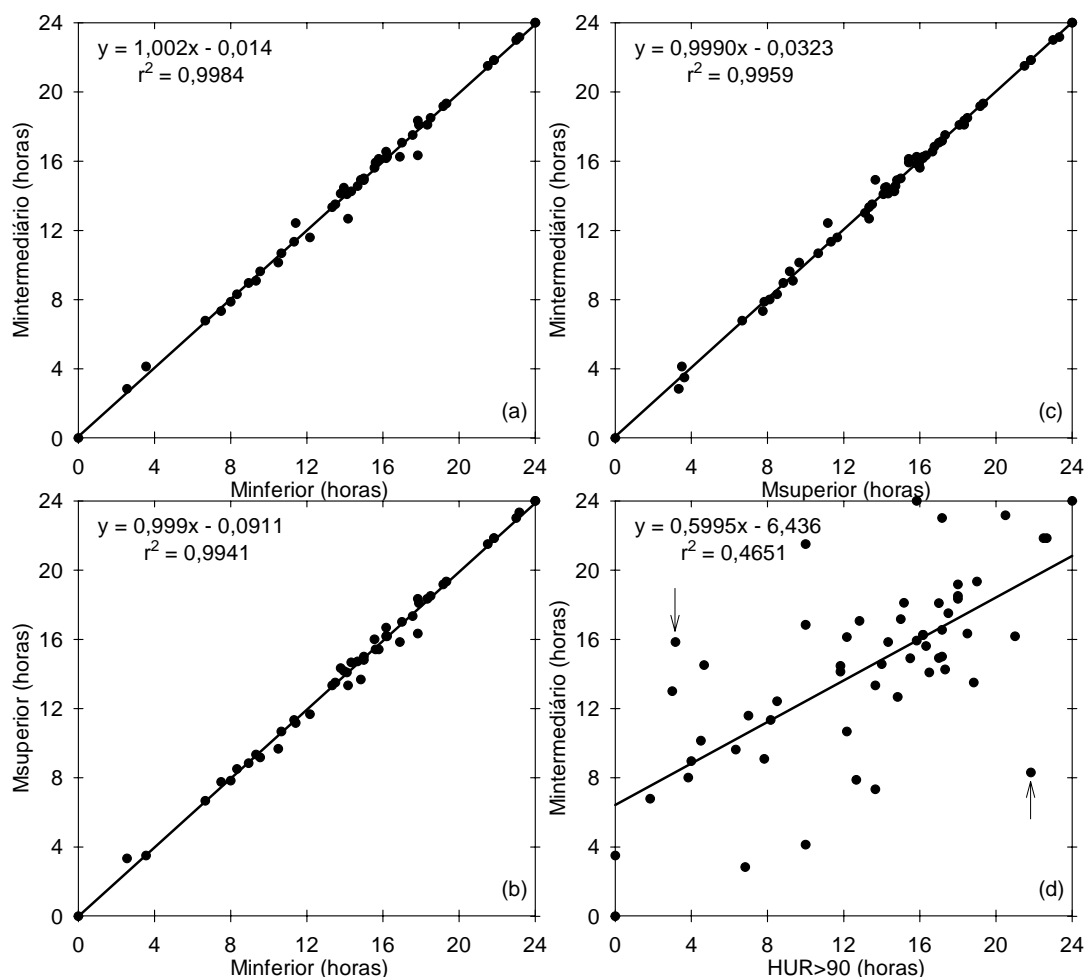


Figura 11. Relação entre duração do molhamento foliar medido com sensores de molhamento na posição inferior (Minferior,a,b), intermediária (Mintermediário,a,c,d), superior (Msuperior,b,c) e duração utilizando a umidade relativa do ar maior do que 90% ($HUR > 90$,d) para o período de outono de 2005. Santa Maria, RS.

Para Jones (1986) a umidade relativa não determina adequadamente o molhamento foliar e pode resultar em previsões incorretas de ocorrência da requeima. A determinação do período de molhamento foliar utilizando sensores de molhamento é necessária, devido à descrever melhor as condições de umidade em que a planta se encontra no dossel da cultura (HELDWEIN, 1997a).

4.8.4. Efeito da metodologia de determinação do molhamento foliar na determinação dos valores de severidade

A utilização de HUR>90 e de sensores de molhamento na determinação do molhamento resultou em diferenças na determinação dos VS. Com os sensores o período de molhamento geralmente foi, em média, uma hora maior do que a HUR>90 e, em casos extremos, alcançou até 12,5 horas de diferença. A média dos sensores de molhamento localizados em cada um dos três níveis da planta, em uma estação automática ao nível intermediário da cultura dentro na área experimental e a HUR>90 a 150 cm de altura foram utilizados para avaliar as possíveis diferenças de evolução dos VS acumulados durante o período experimental de outono de 2005 no cultivo de batata, cujos resultados estão na Tabela 6. Foi assumido que o acúmulo de VS iniciou aos três DAE e terminou aos 60 DAE.

Tabela 6. Diferença relativa (%) no acúmulo de VS aos 15, 30, 45 e 60 DAE utilizando sensores de molhamento dentro da área experimental no terço inferior (Minferior), intermediário (Mintermediária) e superior (Msuperior) da planta e o sensor de molhamento registrado por uma estação automática (Mautoma) comparados ao acúmulo de VS utilizando a HUR>90 a 150 cm de altura dentro da área experimental em Santa Maria, RS.

DAE	Minferior (%)	Mintermediário (%)	Msuperior (%)	Mautoma ¹ (%)
15	15,15	12,50	6,67	9,68
30	9,84	9,84	8,33	1,79
45	9,35	8,49	9,35	4,90
60	14,29	13,67	12,41	9,77
Média	12,15	11,12	9,19	6,53

¹ O sensor de molhamento na posição intermediária do dossel.

Na fase inicial, aos 15 DAE, nas posições intermediária e inferior do dossel e na final aos 60 DAE, as diferenças relativas são maiores que 12 % nas três posições, enquanto na estação automática foram inferiores a 10% para todo o período. A estação automática pode ter apresentado erros na coleta de algumas observações devido à falta de repetições, já os sensores utilizados nas três diferentes posições não tiveram um número fixo de repetições, que variaram de duas a quatro por nível, devido ao acamamento das plantas. Com a acomodação do dossel após o acamamento os sensores foram recolocados em suas posições originais. Aos 30 e 45 DAE as diferenças entre os sensores, nos diferentes níveis, diminuíram chegando em torno de 9%, devido ao período chuvoso que ocorreu entre 26 e 40 DAE no qual somente em quatro dias o molhamento foliar foi menor do que 15 horas.

No final do ciclo da cultura com os tempos de molhamento medidos com os sensores de molhamento foliar no nível inferior foi estimado um incremento de 20 VS, na posição intermediária 19 VS e na posição superior 17 VS e para estação automática foram 13 VS (Figura 12).

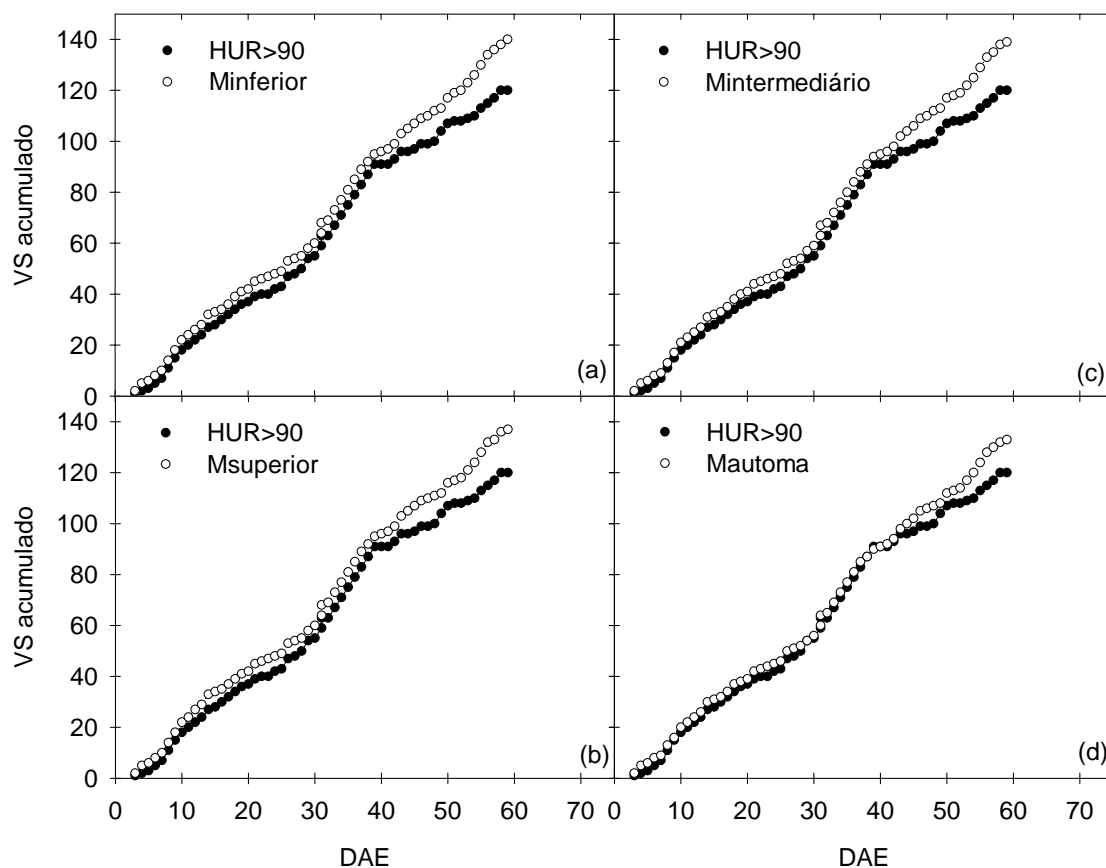


Figura 12. Valores de severidade acumulados (VS) calculados para o período de outono de 2005, pelo sistema Blitecast utilizando horas com umidade relativa do ar maior do que 90% (HUR>90), os sensores de molhamento na posição inferior (Minferior,a), posição intermediária (Mintermediário,c), posição superior (Msuperior,b) e sensor de molhamento com uma estação automática (Mautoma,d) instalado no nível intermediário do dossel, em função do número de dias após a emergência (DAE), Santa Maria, RS.

A análise revelou que a diferença no acúmulo de VS utilizando os sensores de molhamento foliar, aumentaria em pelo menos uma aplicação de fungicida para o controle da requeima quando utilizado o sistema Blitecast com 18 VS e Prophy com 15 VS.

5. CONCLUSÕES

A menor severidade de danos reais ocorre no tratamento com aplicação semanal, que pode apresentar redução da perda de rendimento total em até 44% em relação à condição de ausência de aplicação de fungicidas.

A diferença de critérios entre os sistemas Blitecast e Prophy de previsão de severidade, influencia no tempo de espera para uma nova aplicação de fungicidas.

Em períodos contínuos de alta umidade, a aplicação semanal de fungicidas não propicia proteção completa contra a requeima na cultura da batata.

A utilização do controle químico apresenta eficiência significativa contra a requeima no clone Asterix, o que não ocorre para o clone SMIJ461-1.

O clone SMIJ461-1 apresenta produção inferior ao clone Asterix mesmo sem a aplicação de fungicidas.

Dependendo das condições meteorológicas do cultivo é possível reduzir o número de pulverizações, sem redução significativa da produção.

O uso do sistema Blitecast com 18 valores de severidade para o clone Asterix incrementa em pelo menos 34,5% no rendimento total e reduz o número de aplicações em 25% nos períodos úmidos e 70% nos períodos secos.

A utilização do acúmulo de 18 valores de severidade (VS) no sistema Blitecast e de 15 VS no sistema Prophy, como índices de contabilização do tempo entre duas aplicações sucessivas de fungicida, tem eficiência similar a da aplicação semanal no controle da requeima.

Valores de severidade acumulados maiores ou iguais a 36 no sistema Blitecast e maiores ou iguais a 30 no sistema Prophy, como intervalo entre as aplicações subseqüentes de fungicida, não são eficientes no controle da requeima para os clones Asterix e SMIJ461-1.

No sistema Prophy o número indicado de aplicações de fungicidas é maior do que no sistema Blitecast.

Nos períodos chuvosos a requeima se alastra e propaga mais rapidamente do que nos períodos em que o molhamento foliar é causado só por orvalho.

Os sintomas de requeima evoluem mais rapidamente nos períodos contínuos de altos valores de severidade diária.

Os períodos superiores a vinte horas com umidade relativa do ar maior do que 90% ($HUR > 90$), favorecem o desenvolvimento da requeima.

A presença de vento “Norte” no período noturno diminui o período de molhamento foliar.

A umidade relativa do ar maior do que 90% é maior no dossel de plantas e menor acima deste.

Temperaturas médias acima de 25°C na presença de umidade têm probabilidade de ocorrência inferior a 0,1% durante o ciclo de cultivo da batata na primavera e no outono.

A posição do sensor de molhamento foliar dentro do dossel de plantas de batata, não influencia a determinação dos valores de severidade para a requeima.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIOS, G.N. **Plant Pathology**. 4th ed., San Diego:Academic Press, 1997. 635p.

ALEXOPOULOS, C.J. et al. **Introductory mycology**. 4th ed., New York: John Wiley Sons, 1996. 869p.

BAILEY, B. J. Microclimate, physical processes and greenhouse technology. **Acta Horticulturae**, v.174, p.35-42, 1985.

BARDSLEY, R. A. et. al. Studies investigating the sensitivity of *Phytophthora infestans* to propamocarb hydrochloride. In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE, 1996, Brighton. **Proceedings...** Surrey :Pests and disease, 1996. p.719-724.

BEAUMONT, A.; et al. **13th Annual Report, Department Plant Pathology**. Newton Abbot. Irish Meteorological Service. 1937. (Technical Note No. 12).

BEDENDO, I.P. Ambiente e Doença. In: BERGAMIN FILHO et al. (Eds.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v.1, p.820-828.

BERGAMIN FILHO, A. et al. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v.1, 919 p.

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

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

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. AGROFIT. Acesso em: 10 jun. 2004. On line, Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br>>

BRUCK, R.I., et al. Effect of metalaxyl, an acylalanine fungicide, on developmental stages of *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, v.70, p.597-601, 1980.

BURIOL, G.A., ESTEFANEL, V. et al. Disponibilidades hídricas do solo possíveis de ocorrerem no estado do Rio Grande do Sul. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.10, p.1-141, 1980.

CAMPBELL, C.L., et al. **Introduction to Plant Disease Epidemiology**. New York: John Wiley & Sons. 1990. 532p.

CAMARGO, L. E. A. et al. Controle genético. In: BERGAMIN FILHO et al. (Eds.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v.1, p.729-760.

CIP. **Late Blight: A global initiative**. Lima: Centro Internacional de la Papa, 1996.

COHEN, Y., ROTEM, J. Sporulation of foliar pathogens. In: Pegg, G.E., Ayres, P.G. (Eds.). **Fungal infection of plants**. Cambridge: Cambridge University Press, 1988. p.314-333.

COHEN, Y. et al. Dimethomorph activity against oomycete fungal pathogens. **Phytopathology**, v.85, p.1500-1506, 1995.

COLLINS, A. et al. QTL for field resistance to late blight in potato are strongly correlated with maturity and vigour. **Molecular Breeding**, v.5, p.387-398, 1999.

COSTA, R.V. et al. Previsão da requeima da batata. **Fitopatologia brasileira**, v.4, n.27, p.339-354, 2002.

COSTA, Liege Camargo da. **Avaliação de clones introduzidos de batata**. 2004. 56p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

CROSIER, W. et al. Studies in the biology of *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary. **Cornell Agricultural Experiment Station Memoir**, n.155, 40 pp, 1934.

- DE BARY, A. et al. Researches into the nature of the potato fungus, *Phytophthora infestans*. **Journal of the Royal Agricultural Society of England**. v.12, n. 2, p.239-269. 1876.
- DE WEILLE, G.A. Laboratory results regarding potato blight and their significance in the in the epidemiology of blight. **European Potato Journal**, v.6, p.121-130, 1963.
- DE WEILLE, G. A. Forecasting crop infection by the potato blight fungus. **Mededelingen en Verhandelingen**, v.82, p.1-144, 1964.
- DIAS, J.A.C.S. et al. Doenças da batateira (*Solanum tuberosum* L.) In: KIMATI, H. et al. (Eds.) **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. 3.ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997, v.2. p.690-719.
- EASSON, D.L. et al. The effects of weather, seed rate and cultivar on lodging and yield in winter wheat. **Journal of Agricultural Science**, v.121, p.145–156, 1993.
- EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília: Embrapa-SPI, 1999. 412p.
- FAO, **FAO Production Yearbook 1998**. Rome: FAO Statistics, v.52. 1998.
- FERNÁNDEZ-PAVÍA, S. P. et al. Soilborne oospores of *Phytophthora infestans* in central Mexico survive winter fallow and infect potato plants in the field. **Plant Disease**. v.88, p.29-33, 2004.
- FIGUEIREDO, C. A batata no Estado do Rio Grande do Sul. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS.J. (Eds.) **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa, 2003. p.44-52.
- FORRER, H.R. et al. PhytoPRE - a comprehensive information and decision support system for late blight in potatoes. **Danish Institute of Plant and Soil Science**, v.7, p.173-181, 1993.
- FRY, W.E. et al. Retardation of potato late blight epidemics by fungicides with eradicant and protectant properties. **Plant Disease Reporter**, v.63, p.970-974, 1979.

- FRY, W.E. et al. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. **Phytopathology**, v.73, p.1054-1059, 1983.
- FRY, W. E.; S.B. GOODWIN. Re-emergence of potato and tomato late blight in the United States. **Plant Disease**, v.81, n.12, p.1349-1357, 1997.
- FRY, W.E. et al. Potato late blight. In: JONES, D.G. (Ed.), **The Epidemiology of Plant Diseases**. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1998, p.371-388.
- GEES, R. et al. Cytological comparison of specific (R3) and general resistance to late blight in potato leaf tissue. **Phytopathology**, v.78, p.350-357, 1988.
- GLEASON, M.L. et al. Development and validation of empirical model to estimate the duration of dew periods. **Plant Disease**, v.78, p.1011-1016, 1994.
- GRÜNWARD, N.J., et al. Potato late blight management in the Toluca Valley: Forecasts and resistant cultivars. **Plant Disease**, v. 84, n.4, p.410-416, 2000.
- GUTSCHE, V. PROGEB - a model-aided forecasting service for pest management in cereals and potatoes. **EPPO Bulletin**, v.23, p.577-581, 1993.
- GUTSCHE, V., et al. SIMPHYT I und II. In: Desutche Pflanzenschutztagung Mitt Biol Bundesanst. Berlin: Land Forstwirtschaft, 1996. p.321-332.
- HANSEN J.G., et al. NEGFY - A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: L.J. DOWLEY, et al. (Eds.). **Phytophthora infestans 150**. Ireland: Dublin, 1995. p.201-208.
- HARRISON, J.G. et al. Effects of humidity and air speed on sporulation of *Phytophthora infestans* on potato leaves. **Plant Pathology**, v.38, p.585-591, 1989.
- HARRISON, J.G. et al. Estimation of amounts of *Phytophthora infestans* mycelium in leaf tissues by enzyme-linked immunosorbent assay. **Plant Pathology**, v.39, p.274-277, 1990.
- HARRISON, J. G. Effects of the aerial environment of late blight of potato foliage – a review. **Plant Pathology**, v.41, p.384-416, 1992.

- HAWKES, J.G. Origins of cultivated potatoes and species relationships. In: BRADSHAW, J.E.; MACKAY, G.R. (Eds.). **Potato genetics**. Cambridge: CAB Internacional, 1993. p.3-42.
- HÄCKEL, H. Zur messung der benetzungsdauer von pflanzen: verfahren und ergebnisse. **Meteorologische Rundschau**, v.37, p.97-104, 1984.
- HELDWEIN, Arno Bernardo. **Ermittlung der taubenetzung von pflanzenbeständen durch anwendung mikrometeorologischer verfahren sowie mittels konventioneller methoden**. 1993. 206p. (Tese de Doutorado). Fachbereich Internationale Agrarentwicklung. Technische Universität Berlin, Berlin, 1993.
- HELDWEIN, A.B. Alerta Fitossanitário: Suplemento dos Anais: Mesas Redondas. In: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, p.63-77. 1997a.
- HELDWEIN, A.B., KRZYSCH, G. Escala para a observação visual do molhamento por orvalho. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 5, n.2, p.207-214, 1997b.
- HELDWEIN A.B. et al. Frequência de ocorrência de ventos fortes em Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.11, n.2, p.285-291, 2003.
- HELDWEIN, A. B. et al. Probabilidade de ocorrência de deficiência hídrica no centro do Rio Grande do Sul em função do método de cálculo da evapotranspiração e da escala de tempo do balanço hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, 2006, (no prelo, sob protocolo número 048/05).
- HENFLING, J.W. **El tizón tardío de la papa: *Phytophthora infestans***. 2 ed. Lima:Centro Internacional de la Papa, 1987.
- HEGER, K. 1995. **Report of the RA VI Working Group on Agricultural Meteorology**. Geneva. World Meteorological Organization, Agricultural Meteorology. 1995. 156p. (CagM Report, 61)
- HIJMANS, R. J. et al. Estimating the global severity of potato late blight with GIS-linked disease forecast models. **Plant Pathology**, v.49, p.697-705, 2000.

- HIRST, J.M.; et al. The epidemiology of *Phytophthora infestans* II. The source of inoculum. **Annals of Applied Biology**, v.48, p.489-517, 1960.
- HODGES, T. **Predicting crop phenology**. Boca Raton : CRC, 1991. 233p.
- HYRE, R.A. Progress in forecasting late blight of potato and tomato. **Plant Disease Reporter**, v.38, p.245-253, 1954.
- IBGE, DPE, DEAGRO – Levantamento Sistemático da Produção Agrícola, confronto das safras de 2004 e das estimativas para 2005. Acesso em: 15 jun. 2005. On line. Disponível em: <<http://www.ibge.com.br>>
- JAMES, W.C. An illustrated series of assessment keys for plant diseases. Their preparation and usage. **Canadian Plant Disease Survey**, v.51, n.2, p.39-65, 1971.
- JOHNSON, D.A. et al. Potato late blight forecasting models for the semiarid environment of South-Central Washington. **Phytopathology**, v.86, p.480-484, 1996.
- JOHNSON, D.A. et al. Potato late blight in the Columbia basin: An economic analysis of the 1995 epidemic. **Plant Disease**, v.81, p.103-106, 1997.
- JONES, A.L. Role of wet periods in predicting foliar diseases. In: LEONARD, K.J. et al. (Eds.) **Plant Disease Epidemiology, Population Dynamics and Management**. New York: MacMillan Publishing, 1986, p.87-100.
- KAMOUM, S. et al. Resistance to oomycetes: a general role for the hypersensitive response? **Trends in Plant Science**, v.4, n.5, p.196-200, 1999.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Viabilidade do uso de sistema de previsão para o controle da requeima da batateira na região de São Joaquim, SC. **Fitopatologia Brasileira**, v.21, p.105-109, 1996.
- KATSURAYAMA, Y. et al. Agrometeorologia operacional: sistemas de alerta fitossanitário estação de avisos fitossanitários São Joaquim. In: X Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba, p. 63-77, 1997.
- KIMATI, H. Controle químico In: BERGAMIN FILHO et al. (Eds.) **Manual de fitopatologia: princípios e conceitos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995, v.1, p.761-785.

- KIMATI, H., et al. **Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1997. 774 p.
- KRÄMER, R. et al. In vitro formation of infection structures of *Phytophthora infestans* is associated with synthesis of stage specific polypeptides. **European Journal of Plant Pathology**, v.103, n.1, p.43-53, 1997.
- KRAUSE, R. A., et al. BLITECAST a computerized forecast of potato late blight. **Plant Disease Reporter**, v.59, p.95-98, 1975.
- LAMBERT, D. H. et al. Transmission of *Phytophthora infestans* in cut potato seed. **American Journal of Potato Research**, v.75, p.257-263, 1998.
- LOPES, C.A. et al. **Doenças do Tomateiro**. Brasília: Embrapa, 1994. 67p.
- LORENA, B.A. Cultura da batata. **Boletim de Agricultura**. v.14, p.634-640. 1913.
- LUZ, E. D. M. N. et al. **Doenças causadas por *Phytophthora* no Brasil**. 1 ed. Campinas: Livraria e Editora Rural, 2001, v. 1. 757p.
- MAASS, G. F. et al.. Avaliação da eficiência de sensores de resistência elétrica na determinação do início do molhamento foliar. In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 20., 2005, Santa Maria. **Anais...** (CDROM) Santa Maria, UFSM, 2005.
- MELHUS, I. E. Germination and infection with the fungus of the late blight of potato (*Phytophthora infestans*). **Agricultural Experiment Station of the University of Wisconsin Research Bulletin**, v.37, p.1-64, 1915.
- MINOGUE, K.P. et al. Effect of temperature, relative humidity, and rehydration rate on germination of dried sporangia of *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, v.71, p.1181-1184, 1981.
- MIZUBUTI, E.S.G. et al. Temperature effects on developmental stages of isolates from three clonal lineages of *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, v.88, p.837-843,1998.
- MIZUBUTI, E.S.G. et al. Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. **Phytopathology**, v.90, p.78-84, 2000.

MORENO, J. A. **Clima do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria da Agricultura do Estado do Rio Grande do Sul, Diretoria de Terras e Colonização, Secção de Geografia. 1961.

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

PEDRO JUNIOR, M. J.; GILESPIE, T. J. Estimating dew duration. I. Utilizing micrometeorological data. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.25, p.283-296, 1982.

REIS, E. M. et al. Previsão de doenças de plantas: Sistemas para a requeima e pinta preta da batateira. **Summa Phytopathologica**, v.25, p. 60-64, 1999.

REITER, B. et al. Effect of propamocarb hydrochloride on *Phytophthora infestans* in vitro and in potato and tomato plant. **Gesunde Pflanzen**, v.47, n.2, p.43-50, 1995.

RIDDER, J. K. et al. Experimenting with a decision support system against late blight in potatoes (ProPhy) in the Netherlands. In: *Phytophthora infestans* 150. Dublin: **Proceedings...**, Dublin, Boole Press, p.191-200. 1995.

ROSEMBERG, N.J. **Microclimate: the biological environment**. New York: John Willey, 1974. 315p.

ROSS, H.. **Potato Breeding : Problems and Perspectives**. Berlin: Verlag Paul Parey, 1986, 132 p.

ROTEM, J. et al. Relativity of limiting and optimum inoculum loads, wetting durations, and temperatures for infection by *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, v.61, p.275-278, 1971.

ROTEM, J. et al. Host and environmental influences on sporulation in vivo. **Annual Review of Phytopathology**, v.16, p.83-101, 1978.

ROYLE, D.J. et al. The costs and benefits of disease forecasting in farming practice. In: Clifford, B.C. Lester, E. (Eds.). **Control of plant disease: costs and benefits**. Oxford: Blackwell, 1988, p. 231-246.

SAMOUCHA, Y. et al. Efficacy over time of cymoxanil mixtures in controlling late blight in potatoes incited by a phenylamide-resistant isolate of *Phytophthora infestans*. **Crop Protection**, v.7, p.210-215, 1988.

SCHEPERS, H. ProPhy: a computerized expert system for control of late blight in potatoes in the Netherlands. In: International Plant Protection, 13., 1995. **Proceedings...** 1995, p. 948.

SCHRÖDTER, H. et al. Weitere untersuchungen zur biometeorologie und epidemiologie von *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Ein neues konzept zur losung des problems der epidemiologischen prognose. **Phytopathology**, v. 56, p.265-278, 1966.

SCHRÖDTER, H. **Wetter und Pflanzenkrankheiten. Biometeorologische Grundlagen der Epidemiologie**. Berlin: Springer-Verlag, 1987, 191p.

SCHWINN, F., et al. Oomycetes fungicides. In: LUYR, H. (Ed.) **Modern selective fungicides**. Jena: Gustav Fischer, 1995. p.323-346.

SEAB-DERAL. **Batata: aspectos econômicos**. Curitiba: SEAB-DERAL, 1998. 40p.

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

SOUZA, Z.S. Ecofisiologia. In: PEREIRA, S.A.; DANIELS.J (Eds.). **O cultivo da batata na Região Sul do Brasil**. Brasília :Embrapa, 2003. p.80-104.

STEVENSON, W.R. An integrated program for managing potato late blight. **Plant Disease**, v. 67, p.1047-1048, 1983.

STEVENSON, W. R. IPM for potatoes: A multifaceted approach to disease management and information delivery. **Plant Disease**, v.77, p.309-311, 1993.

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

VAN EVERDINGEN, E. Het verband tusschen de weergestelheid en de aardappelziekte (*Phytophthora infestans*). **Tijdschr. over Plantenziekten**, v.32, p.129-140, 1926.

VANDERPLANK, J. E. **Plant diseases: epidemics and control**. New York: Academic Press, 1963, 344p.

WAGGONER, P.E., et al. Defoliation, disease, and growth. **Phytopathology**, n.77, p.393–398, 1987.

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.

WILSON, T.B. et al. Measurement and simulation of dew accumulation and drying in a potato canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, v.93, p.111-119, 1999.

WOLFE, D. W. et al. Growth and yield response of two potato cultivars to various levels of applied water. **Irrigation Science**, v.3, n.4, p.221-222, 1983.

ZADOKS, J.C.; et al. **Epidemiology and Plant Disease Management**. New York: Oxford University Press. 1979, 427p.

ZADOKS, J. C. A quarter century of disease warning, 1958-1983. **Plant disease**, v.68, p.352-355, 1984.

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**. Visconde do Rio Branco: Suprema Gráfica e Editora, 2000, v. 1, p.173-207.

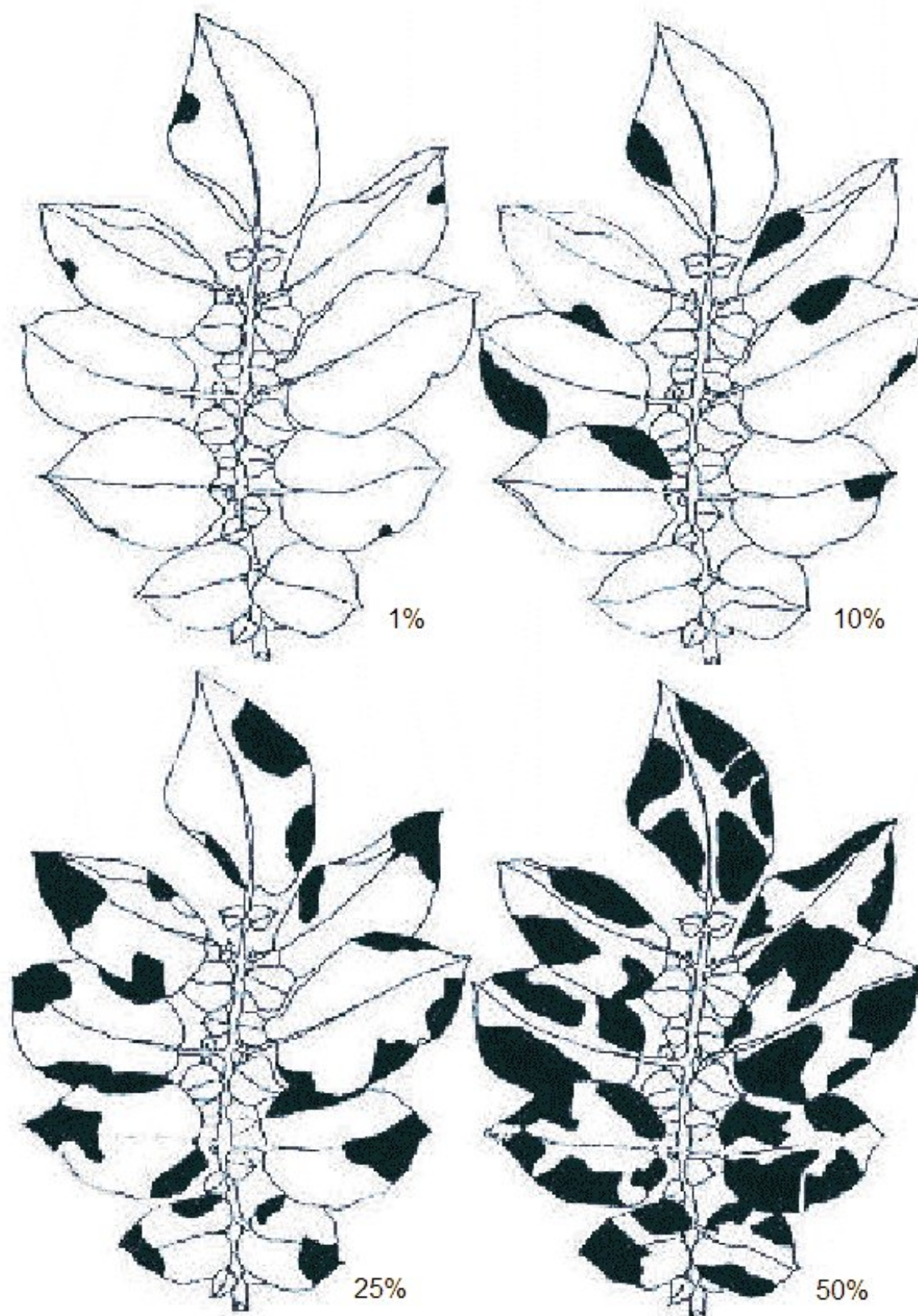
ZAMBOLIM, L. et al. **Emprego da Calda Viçosa na cultura do tomateiro (*Lycopersicum esculentum*) para o controle de doenças da parte aérea**. Viçosa: UFV, 1990. (Informe técnico 66)

ZWANKHUIZEN, M. J. et al. Development of potato late blight epidemics: Disease foci, disease gradients, and infection sources. **Phytopathology**. v.88, p.754-763. 1998.

ANEXO 1. Dias de área foliar sadia (DAFS) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (severidade) e o rendimento total (RT), para o tratamentos na primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.

	DAFS (dias)	AACPD	Severidade (%)	RT (t ha ⁻¹)
Primavera 2004				
Atest	115,3	1004	77,5	16,7
ASemanal	136,8	203	27,5	26,9
ABli18	133,0	313	40,0	25,6
ABli24	126,9	447	53,8	23,8
ABli30	124,3	683	58,8	21,8
ABli36	122,6	741	60,8	20,4
ABli42	118,7	868	65,0	20,1
APro15	134,1	303	30,0	22,8
APro20	133,9	331	43,8	22,5
APro25	129,4	487	45,0	21,2
APro30	121,0	770	56,3	20,8
APro35	118,9	841	60,0	19,0
SMtest	127,8	569	61,3	10,9
SMBli42	131,3	440	53,8	10,8
SMPPro35	131,8	403	46,3	10,7
Outono 2005				
Atest	74,3	1616,9	100,0	13,4
ASemanal	85,5	837,8	87,6	19,3
ABli18	84,0	922,9	87,7	17,8
ABli24	84,0	1169,0	95,7	16,0
ABli30	76,3	1513,7	100,0	15,0
ABli36	77,4	1423,5	100,0	15,0
ABli42	77,2	1417,3	97,4	13,7
APro15	80,6	1176,0	100,0	16,9
APro20	77,7	1351,4	94,8	16,3
APro25	78,7	1328,2	95,7	15,6
APro30	80,9	1171,3	95,5	15,4
APro35	76,3	1600,1	95,1	14,2
SMtest	86,4	778,1	89,3	10,2
SMBli42	88,5	639,5	87,5	9,6
SMPPro35	87,2	730,9	89,5	8,5

ANEXO 2. Escala diagramática utilizada para avaliar a severidade da requeima, causada por *Phytophthora infestans* em plantas de batata (James, 1971).



ANEXO 3. Duração do período de molhamento foliar determinado pelo sensor de molhamento registrado por uma estação automática (Mautoma), horas com umidade relativa do ar maior do que 90 % (HUR>90) e sensores de molhamento dentro da área experimental no terço inferior da planta (Minferior), intermediário (Mintermediária), superior (MSuperior) dentro da área experimental em função de dias após a emergência (DAE) no outono em Santa Maria, RS.

DAE	Mautoma	HUR >90	Minferior	Mintermediário	MSuperior
3	5,1	12,5	13,9	14,5	14,2
4		12,5	12,2	11,6	11,7
5	6,4	11,8	11,4	12,4	11,2
6	12,2	16,8	14,8	14,9	13,7
7		16,0	14,2	12,7	13,3
8	12,4	19,0	17,8	18,3	18,3
9	20,2	22,8	17,8	16,3	16,3
10	10,4	17,2	16,2	16,3	16,2
11	16,8	17,3	15,0	15,0	15,0
12	14,9	17,0	15,6	15,6	16,0
13	14,4	17,3	14,7	14,6	14,7
14	17,3	20,3	19,3	19,3	19,3
15	10,6	16,7	10,7	10,7	10,7
16	9,4	8,8	7,5	7,3	7,8
17	12,8	17,7	14,1	14,1	14,1
18	15,5	17,7	16,9	16,3	15,8
19	14,5	18,0	14,3	14,3	14,7
20	13,9	16,7	15,6	15,9	15,4
21	15,8	17,0	15,0	14,9	14,8
22	13,3	13,8	13,8	14,1	14,3
23	5,3	8,0	9,6	9,6	9,2
24	7,0	7,5	2,6	2,8	3,3
25	6,2	6,6	3,6	4,1	3,5
26	23,1	24,0	23,2	23,2	23,3
27	10,8	10,3	9,3	9,1	9,3
28	8,1	14,0	8,0	7,9	7,8

Continuação ANEXO 3...

DAE	Mautoma	HUR >90	Minferior	Mintermediário	MSuperior
29	21,7	16,1	13,5	13,5	13,5
30	11,9	12,5	11,3	11,3	11,3
31	23,9	24,0	24,0	24,0	24,0
32	18,8	19,5	19,2	19,2	19,2
33	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
34	22,2	22,0	24,0	24,0	24,0
35	17,1	20,8	18,3	18,1	18,3
36	21,6	23,5	21,8	21,8	21,8
37	16,8	21,5	16,2	16,2	16,2
38	21,7	24,0	21,8	21,8	21,8
39	19,2	19,0	18,5	18,5	18,5
40	21,9	20,0	21,5	21,5	21,5
41	6,6	10,4	6,7	6,8	6,7
42	16,6	16,8	17,0	17,1	17,0
43	14,8	18,3	13,3	13,3	13,3
44	20,8	21,3	23,0	23,0	23,0
45	16,3	18,3	17,9	18,1	18,1
46	16,5	17,8	16,2	16,5	16,7
47	15,5	16,0	15,8	16,1	15,4
48	9,0	11,9	8,9	9,0	8,8
49	11,1	10,3	10,5	10,1	9,7
50	19,6	13,1	8,3	8,3	8,5
51	17,3	18,2	17,6	17,5	17,3
52	8,2	10,2		8,0	8,1
53	3,3	8,7		3,5	3,6
54	9,4	10,3		15,8	16,0
55	13,1	10,7		13,0	13,1
56	16,8	16,7		17,2	17,2
57	15,8	14,8		16,8	16,8
58	14,5	14,5		14,5	14,2
59	15,5	16,5		15,8	15,8

ANEXO 4

Velocidade do vento e molhamento foliar

Na figura A4.1 são apresentadas as relações entre o tempo de alta umidade (molhamento foliar e HUR>90) determinada por diferentes metodologias e a velocidade do vento a 200 cm de altura, diferenciadas pela ocorrência ou não de precipitação no dia. No período de outono nos dias que ocorreram precipitações e a velocidade do vento foi inferior a 100 km dia^{-1} , o período de molhamento foi superior a 13 horas. Durante o experimento na maioria dos dias os valores de velocidade do vento ficaram abaixo de 160 km dia^{-1} , com exceção do 33 DAE, em que a velocidade do vento chegou a 281 km dia^{-1} e as horas de molhamento contabilizados foram iguais à zero qualquer que fosse o método de determinação, sendo que a umidade relativa do ar média noturna foi inferior a 65%. Esse valor é importante pois reflete uma condição extrema ocorrida no experimento. A determinação dessa equação é importante quando se busca quantificar, em qual nível de velocidade o vento pode reduzir o período de molhamento foliar a valores próximos de zero. O sistema Blitecast utiliza, no mínimo, nove horas de molhamento contabilizado como HUR>90 para começar a soma dos VS. Assim, valores de velocidade de vento acima de determinado nível podem identificar, através de algoritmos, a presença de problemas nos sensores que determinam molhamento foliar nessas condições.

Os valores de velocidade do vento registrados aos 28, 33, 48 e 53 DAE apresentaram-se superiores a 130 km dia^{-1} (Figura A4.1.a). Aos 33, 48 e 53 DAE ocorreu o “Vento Norte”, que para a região de Santa Maria apresenta característica de velocidade elevada, com rajadas freqüentes, além de trazer aporte de energia ao meio por ser um vento quente e seco (HELDWEIN et al., 2003). Aos 34 DAE, o vento forte foi contínuo e não ocorreu precipitação, sendo que os sensores de detecção do molhamento registraram valores iguais a zero durante todo dia. Aos 48 e 53 DAE, a diminuição da velocidade do vento ocorreu após as 18 horas, chegando a valores próximos de zero. Nesta condição a umidade relativa do ar aumentou, sendo detectada a presença de molhamento pelos sensores e próximo às vinte e três horas, ainda aos 53 DAE, a velocidade do vento aumentou e desencadeou a secagem das folhas. Aos 29 DAE ocorreram precipitações a partir da uma hora e os sensores começaram a registrar a presença de molhamento, porém logo após a chuva iniciou a ocorrência de vento com

velocidade superior a 168 km dia^{-1} e direção ESE, secando os sensores. No final do dia também ocorreu uma precipitação e o valor de molhamento registrado nos sensores, devido à chuva, totalizou 13 horas no dia. Nesses quatro dias, ocorreu aumento da temperatura média do ar e diminuição da umidade relativa do ar, devido à turbulência e ao transporte e troca de massa de ar promovida pelo vento determinado rápida secagem da superfície foliar.

Os dias com período de molhamento superior a 19 horas apresentaram ocorrência de um período chuvoso e geralmente a velocidade do vento era menor do que 60 km dia^{-1} , a radiação solar ficou abaixo de $2,0 \text{ MJ m}^{-2} \text{ dia}^{-1}$, condição típica de baixa demanda evaporativa da atmosfera, principalmente pela elevada umidade atmosférica. Na Figura A4.1.b o coeficiente de determinação foi de 0,67, caso fossem retirados os dias com precipitação, a velocidade do vento apresentou coeficiente de determinação de 0,73 para os dias sem precipitação com a utilização dos sensores de molhamento, no nível intermediário do dossel.

Os valores de vento medidos a 1000 cm de altura e a sua relação com as medições de $\text{HUR} > 90$ e sensores de molhamento são apresentados na Figura A4.2. A maior velocidade do vento ocorreu aos 33 DAE, com 406 km dia^{-1} a 1000 cm de altura (u_{10}), sendo o molhamento foliar igual à zero. A tendência dos dados é semelhante ao verificado para a velocidade do vento medido a 200 cm de altura (u_2). Isso é explicado pela relação logarítmica que a velocidade do vento apresenta em relação a altura, que para os dados medidos nos dois níveis, foi descrita pela função $u_{10} = 1,2989 u_2 + 30,209$, com coeficiente de determinação igual a 0,92. Os coeficientes de determinação para u_{10} foram inferiores aos obtidos para u_2 mostrando que os valores de vento medidos a dois metros podem ser utilizados como uma ferramenta mais adequada em conjunto com os sensores de molhamento foliar para a verificação de possíveis erros de registro.

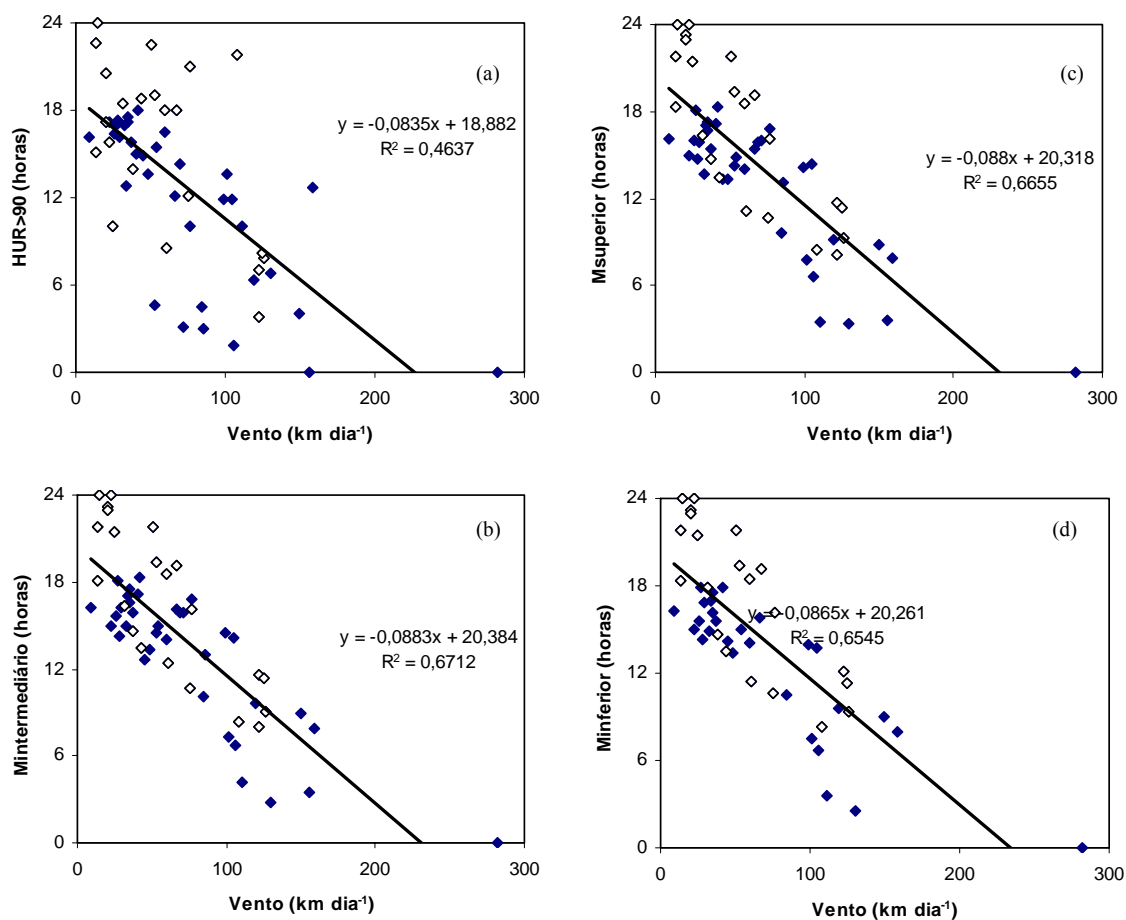


Figura A4.1 Relação entre a velocidade do vento a 200 cm de altura (km dia⁻¹) com a duração do molhamento foliar determinada pela HUR>90 (a) e por sensores de molhamento na posição superior (c) intermediária (b) e posição inferior (d) de um dossel de plantas de batatas em que dias sem precipitação (◆) e com precipitação (◇) para o período de outono de 2005. Santa Maria, RS.

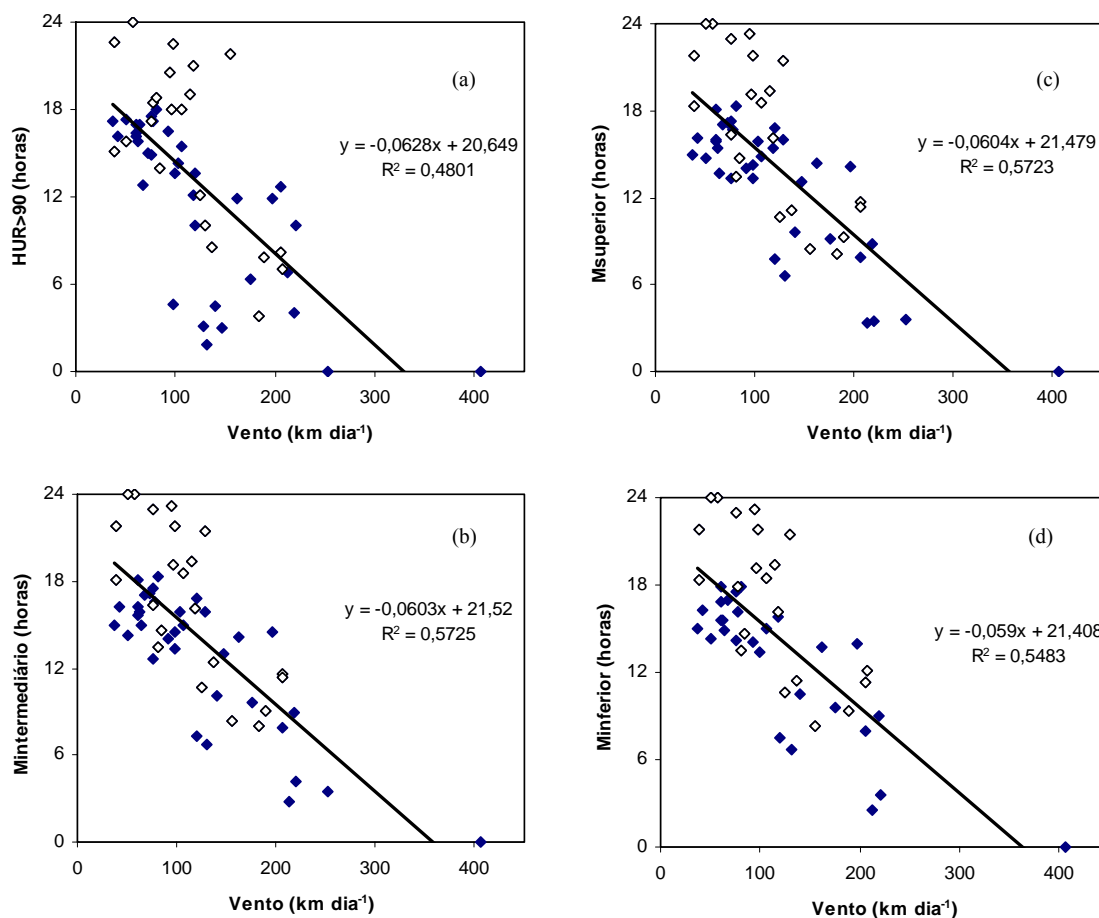


Figura A4.2. Relação entre a velocidade do vento a 1000 cm de altura (km dia⁻¹) com a duração do molhamento foliar determinada pela HUR>90 (a) e por sensores de molhamento na posição superior (c) intermediária (b) e posição inferior (d) de um dossel de plantas de batatas em que dias sem precipitação (♦) e com precipitação (◇) para o período de outono de 2005. Santa Maria, RS.

Anexo 5. Radiação Solar incidente (Rge) medidos através de um piranômetro com fotocélula de diodo (LI-COR) a 150 cm, após a data de emergência (DAE), em um dossel de plantas de batata na primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.

Primavera 2004			Outono 2005		
Data	DAE	Rge (MJ m ⁻²)	Data	DAE	Rge (MJ m ⁻²)
16/8	6	12,94	14/4	4	8,05
17/8	7	0,47	15/4	5	6,19
18/8	8	0,96	16/4	6	18,30
19/8	9	4,41	17/4	7	16,33
20/8	10	4,44	18/4	8	11,38
21/8	11	7,14	19/4	9	1,08
22/8	12	6,71	20/4	10	11,78
23/8	13	15,14	21/4	11	10,75
24/8	14	19,11	22/4	12	13,34
25/8	15	9,55	23/4	13	12,70
26/8	16	12,38	24/4	14	1,83
27/8	17	14,69	25/4	15	14,60
28/8	18	14,63	26/4	16	9,03
29/8	19	19,65	27/4	17	9,16
30/8	20	19,31	28/4	18	12,46
31/8	21	20,03	29/4	19	11,46
1/9	22	19,31	30/4	20	10,61
2/9	23	7,71	1/5	21	14,07
3/9	24	3,73	2/5	22	12,04
4/9	25	16,39	3/5	23	15,14
5/9	26	18,07	4/5	24	14,49
6/9	27	18,62	5/5	25	11,87
7/9	28	16,11	6/5	26	0,53
8/9	29	4,68	7/5	27	1,24
9/9	30	1,96	8/5	28	4,91
10/9	31	1,67	9/5	29	2,05
11/9	32	2,61	10/5	30	11,30
12/9	33	7,34	11/5	31	0,48
13/9	34	2,85	12/5	32	1,91
14/9	35	16,83	13/5	33	10,27
15/9	36	14,15	14/5	34	5,69
16/9	37	23,48	15/5	35	4,99
17/9	38	22,45	16/5	36	3,00
18/9	39	20,36	17/5	37	6,53
19/9	40	14,44	18/5	38	1,54
20/9	41	0,83	19/5	39	10,63

Continuação ANEXO 5...

Primavera 2004			Outono 2005		
Data	DAE	Rge (MJ m ⁻²)	Data	DAE	Rge (MJ m ⁻²)
21/9	42	12,14	20/5	40	3,25
22/9	43	2,55	21/5	41	14,10
23/9	44	23,26	22/5	42	13,51
24/9	45	15,53	23/5	43	10,37
25/9	46	20,13	24/5	44	0,83
26/9	47	10,09	25/5	45	2,92
27/9	48	8,28	26/5	46	12,65
28/9	49	4,11	27/5	47	12,27
29/9	50	24,28	28/5	48	10,63
30/9	51	20,92	29/5	49	11,43
1/10	52	24,18	30/5	50	2,86
2/10	53	24,35	31/5	51	6,71
3/10	54	23,17	1/6	52	8,63
4/10	55	23,66	2/6	53	10,78
5/10	56	21,37	3/6	54	10,50
6/10	57	25,08	4/6	55	9,23
7/10	58	25,52	5/6	56	7,99
8/10	59	24,22	6/6	57	11,23
9/10	60	15,50	7/6	58	11,85
10/10	61	22,05	8/6	59	12,10
11/10	62	25,22	9/6	60	10,32
12/10	63	4,20			
13/10	64	6,91			
14/10	65	26,54			
15/10	66	19,84			
16/10	67	3,06			
17/10	68	25,90			
18/10	69	13,27			
19/10	70	25,07			
20/10	71	26,90			
21/10	72	20,08			

Anexo 6. Índice de área foliar (IAF) dos clones de batata Asterix e SMIJ461-1, após a data de emergência (DAE) na primavera de 2004 e outono de 2005. Santa Maria, RS.

DAE	Primavera 2004		Outono 2005	
	Asterix	SMIJ461-1	Asterix	SMIJ461-1
1	0,04	0,01	0,05	0,01
2	0,08	0,02	0,09	0,02
3	0,11	0,03	0,12	0,03
4	0,14	0,04	0,14	0,05
5	0,18	0,07	0,16	0,06
6	0,22	0,10	0,19	0,07
7	0,27	0,14	0,22	0,09
8	0,33	0,19	0,26	0,11
9	0,40	0,24	0,31	0,14
10	0,48	0,29	0,37	0,19
11	0,58	0,34	0,45	0,25
12	0,68	0,39	0,53	0,31
13	0,79	0,44	0,63	0,38
14	0,90	0,49	0,73	0,44
15	1,03	0,54	0,85	0,51
16	1,16	0,59	0,97	0,57
17	1,30	0,64	1,11	0,64
18	1,44	0,68	1,26	0,70
19	1,58	0,72	1,39	0,76
20	1,73	0,76	1,63	0,82
21	1,87	0,80	1,85	0,87
22	2,01	0,84	2,05	0,92
23	2,15	0,88	2,23	0,97
24	2,29	0,91	2,39	1,01
25	2,42	0,94	2,54	1,05
26	2,54	0,97	2,66	1,09
27	2,66	1,00	2,77	1,12
28	2,77	1,02	2,86	1,14
29	2,87	1,05	2,94	1,16
30	2,96	1,08	2,99	1,18
31	3,05	1,10	3,03	1,19
32	3,12	1,12	3,00	1,20
33	3,19	1,14	2,97	1,20
34	3,24	1,17	2,93	1,20
35	3,29	1,19	2,89	1,20
36	3,32	1,21	2,85	1,19
37	3,35	1,23	2,80	1,18
38	3,37	1,25	2,75	1,17

Continuação ANEXO 6...

DAE	Primavera 2004		Outono 2005	
	Asterix	SMIJ461-1	Asterix	SMIJ461-1
39	3,39	1,26	2,70	1,15
40	3,40	1,28	2,64	1,13
41	3,40	1,30	2,58	1,11
42	3,40	1,32	2,52	1,09
43	3,39	1,33	2,45	1,07
44	3,38	1,35	2,38	1,04
45	3,37	1,36	2,31	1,01
46	3,36	1,37	2,24	0,99
47	3,35	1,38	2,16	0,96
48	3,34	1,39	2,08	0,93
49	3,33	1,39	1,99	0,91
50	3,32	1,40	1,91	0,88
51	3,31	1,40	1,81	0,85
52	3,31	1,39	1,72	0,83
53	3,30	1,39	1,62	0,80
54	3,30	1,38	1,52	0,77
55	3,29	1,36	1,42	0,75
56	3,28	1,34	1,31	0,72
57	3,26	1,32	1,20	0,69
58	3,24	1,29	1,09	0,67
59	3,20	1,26	0,98	0,64
60	3,15	1,22	0,86	0,61
61	3,08	1,17	0,74	0,58
62	2,98	1,12	0,61	0,54
63	2,85	1,06	0,48	0,50
64	2,68	1,00	0,35	0,46
65	2,46	0,93	0,22	0,41
66	2,19	0,85	0,08	0,36
67	1,84	0,77	0,04	0,30
68	1,42	0,68	-	-