

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

**SISTEMAS DE PREVISÃO DE OCORRÊNCIA DE
REQUEIMA EM CLONES DE BATATA SUSCETÍVEIS
E RESISTENTES**

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Leosane Cristina Bosco

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

**SISTEMAS DE PREVISÃO DE OCORRÊNCIA DE
REQUEIMA EM CLONES DE BATATA SUSCETÍVEIS E
RESISTENTES**

por

Leosane Cristina Bosco

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agronomia**.

Orientador: Prof. Dr. Arno Bernardo Heldwein

**Santa Maria, RS, Brasil
2008**

B742s	Bosco, Leosane Cristina, 1980- Sistemas de previsão de ocorrência de requeima em clones de batata suscetíveis e resistentes / por Leosane Cristina Bosco ; orientador Arno Bernardo Heldwein . – Santa Maria, 2008. 112 f. ; il. Dissertação (mestrado) – Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, RS, 2008. 1. Agronomia 2. <i>Solanum tuberosum</i> 3. <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary 4. Previsão de doença 5. Aplicação de fungicida I. Heldwein, Arno Bernardo, orient. II. Título CDU: 633.491
-------	--

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

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

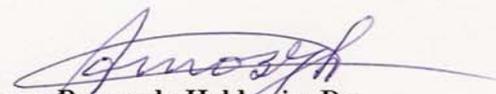
A Comissão Examinadora abaixo assinada,
aprova a Dissertação de Mestrado

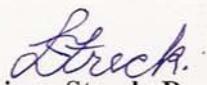
**SISTEMAS DE PREVISÃO DE OCORRÊNCIA DE REQUEIMA EM
CLONES DE BATATA SUSCETÍVEIS E RESISTENTES**

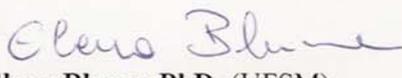
elaborada por
Leosane Cristina Bosco

como requisito parcial para obtenção do grau de
Mestre em Agronomia

COMISSÃO EXAMINADORA:


Arno Bernardo Heldwein, Dr.
(Presidente/ Orientador)


Luciano Streck, Dr. (UERGS)
(Examinador)


Elena Blume, PhD. (UFSM)
(Examinadora)

Santa Maria, 21 de fevereiro de 2008.

“Os navios estão a salvo nos portos,
mas não foi para ficar ancorados
que eles foram criados.”

(Anônimo)

Dedico

À minha família.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Santa Maria pela concretização desta conquista, em virtude dos conhecimentos adquiridos no decorrer de minha formação acadêmica e de Pós-Graduação.

Ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia e a CAPES pela concessão da bolsa de estudos e pela oportunidade de realização do curso.

Ao Prof. Arno Bernardo Heldwein, que me adotou como orientada no mestrado, pela paciência, confiança, conselhos e amizade durante o curso e na execução do trabalho.

Ao Prof. Nereu Augusto Streck por ter me guiado e incentivado na continuação de meus estudos.

À professora Elena pela valiosa contribuição com seus conhecimentos em fitopatologia e pela atenção dedicada a mim sempre que necessitei de sua colaboração.

Ao professor Dílson Bisognin pela disponibilização da estrutura do setor de Melhoramento Vegetal em Batata.

Aos professores do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pelos conhecimentos dispensados durante o curso.

Aos funcionários do Departamento de Fitotecnia pela ajuda durante a execução dos experimentos de campo.

Aos amigos, colegas e bolsistas do Setor de Climatologia, em especial ao Edenir Grimm e ao Gustavo Trentin, pela amizade, convívio e ajuda na execução dos experimentos.

Aos colegas do Programa de Pós-Graduação em Agronomia, pela amizade.

Aos meus pais que, mesmo estando distantes, sempre me apoiaram e permanecem ao meu lado nesta trajetória.

Aos meus irmãos Sandro, Evandro, Edinelsia e Darling por sempre acreditarem e torcerem por mim.

Ao querido Alexandre que participou de todo esse processo, mais do que ninguém, pois esteve sempre do meu lado...

E a todos que, de alguma forma, colaboraram para a realização deste trabalho.

Muito obrigada!

RESUMO

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

SISTEMAS DE PREVISÃO DE OCORRÊNCIA DE REQUEIMA EM CLONES DE BATATA SUSCETÍVEIS E RESISTENTES

AUTORA: LEOSANE CRISTINA BOSCO
ORIENTADOR: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 21 de fevereiro de 2008.

A ocorrência da requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) nas lavouras de batata é responsável pela grande quantidade de fungicidas utilizados em cada época de cultivo. A utilização de sistemas de previsão e de cultivares resistentes à requeima são importantes ferramentas para reduzir a quantidade de fungicidas utilizados e com isso diminuir os custos de produção e a poluição ambiental. O objetivo deste trabalho foi avaliar sistemas de previsão de ocorrência de requeima nos clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 de batata, na região produtora de Santa Maria, RS. Os experimentos foram conduzidos na área experimental do Departamento de Fitotecnia nos períodos de primavera de 2006 e outono de 2007. Os dados meteorológicos foram coletados no centro da área experimental com uma estação automática e com pares psicrométricos instalados em diferentes níveis, conectados a um datalogger. Foram utilizados treze tratamentos arranjados no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições. Os tratamentos foram diferenciados por meio dos valores de severidade acumulados, que foram calculados pelos sistemas de previsão Blitecast e Prophy, e pelos clones caracterizados como suscetível (Macaca) e resistentes (SMIJ461-1 e SMINIA793101-3) à requeima. Os valores de severidade acumulados tinham a finalidade de indicar o momento de aplicação de fungicida para o controle da requeima. A utilização de sistemas de previsão de requeima da batata, para um genótipo suscetível, Macaca, permitiu reduzir o número de aplicações de fungicidas sem afetar a produtividade dessa cultura, utilizando-se o sistema de previsão Prophy, com acúmulo de 20 ou 25 valores de severidade. No sistema de previsão Prophy, com 15 valores de severidade acumulados, obteve-se melhor controle da requeima do que no esquema Semanal, embora o ganho em produtividade não seja significativo. O sistema Blitecast não foi eficiente para prever o momento de aplicação de fungicida para o controle da requeima e, portanto, para ser utilizado deve sofrer alguns ajustes, principalmente em relação à altura de medida da umidade relativa e temperatura do ar. Para os clones considerados resistentes a utilização de sistemas de previsão de requeima da batata, não tem efeito sobre a ocorrência da requeima e na produtividade da cultura.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, previsão de doença, aplicação de fungicidas.

ABSTRACT

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

FORECASTING SYSTEMS OF LATE BLIGHT OCCURRENCE IN SUSCEPTIBLE AND RESISTANT POTATO CLONES

AUTHOR: LEOSANE CRISTINA BOSCO

ADVISER: ARNO BERNARDO HELDWEIN

Local and Date of Defense: Santa Maria, February 21st, 2008.

The occurrence of late blight (*Phytophthora infestans* (Mont) de Bary) in potato crops is responsible for a large amount of fungicides every season. The use of systems for forecasting and late blight resistant cultivars are important tools to reduce the amount of fungicides and thereby reduce production costs and environmental pollution. The objective of this study was to evaluate forecast systems for late blight occurrence in Macaca, SMIJ461-1, and SMINIA793101-3 potato clones in Santa Maria, RS, Brazil. The experiments were carried out at the experimental area of the Fitotecnia Department during Spring 2006 and Autumn 2007. Meteorological data were collected at the centre of the experimental area with an automatic station and with psicrometric pairs installed at different heights, connected to a datalogger. Thirteen treatments were used arranged in a completely randomized design, with four replications. Treatments were differentiated by using accumulated values of severity, which were calculated by Blitecast and Prophy forecasting systems, and the clones characterized as susceptible (Macaca) and resistant (SMIJ461-1 and SMINIA793101-3) to late blight. The values of severity accumulated had the purpose of indicating the time of fungicide application for late blight control. The use of forecast systems for late blight in potatoes of a susceptible genotype, Macaca, reduced the number of fungicides applications without affecting the productivity of the crop, using the Prophy forecasting system, with accumulation of 20 or 25 severity values. In the Prophy forecasting system with 15 accumulated values of severity, there was a better control of late blight than in the weekly scheme, although, the increase in productivity was not significant. The Blitecast forecasting system was not effective to predict infection to control late blight and, therefore, it must be adjusted, particularly regarding height measurement for relative humidity and air temperature. For resistant clones, the use of forecasting systems for late blight in potatoes has no effect on the disease occurrence and productivity of the crop.

Key Words: *Solanum tuberosum* L., *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, forecast disease, fungicides application.

LISTA DE FIGURAS

- FIGURA 1 - Ciclo de vida da *Phytophthora infestans*, agente causal da requeima em batata..... 29
- FIGURA 2 - Número de folhas, índice de área foliar (IAF), estatura da planta e número de hastes dos clones de batata Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, na primavera de 2006 (a, b, c, d) e outono de 2007 (e, f, g, h), em função do número de dias após a emergência (DAE)..... 47
- FIGURA 3 - Período de tempo em horas com umidade relativa do ar maior do que 90 % (UR>90 %) e temperatura média do ar (Tm) nos períodos com umidade relativa do ar maior do que 90 % verificados pelo s sistemas Blitecast e Prophy durante a primavera de 2006 para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 (a, d) e o outono de 2007 para os clones Macaca, SMIJ461-1 (b, e) e SMINIA793101-3 (c, f), em função do número de dias após a emergência (DAE)..... 50
- FIGURA 4 - Radiação solar incidente ($W m^{-2}$) e precipitação (mm) ocorrida durante os cultivos de primavera (a) e de outono (b) em função dos dias após a emergência (DAE)..... 53
- FIGURA 5 - Momentos da pulverização de fungicidas (\blacktriangle), valores de severidade calculados (VS) (\circ) pelos sistemas de previsão de requeima Prophy (a, b, c) e Blitecast (d, e) e evolução da severidade observada (em %) de requeima (\blacksquare) nos tratamentos com o sistema de previsão Prophy com 15 (MPRO15), 20 (MPRO20) e 25 (MPRO25) valores de severidade; com o sistema de previsão Blitecast com 18 (MBLI18) e 24 (MBLI24) valores de severidade; com pulverizações semanais (MSemanal; f) e testemunha (MTEST; g) em cultivo de batata, clone Macaca, na primavera de 2006..... 61

FIGURA 6 - Momentos da pulverização de fungicidas (▲), valores de severidade calculados (VS) (○) e evolução da severidade observada (em %) de requeima (■) nos tratamentos com o sistema de previsão Blitecast com 24 (SMBLI24; SMINIABLI24) e 36 (SMBLI36; SMINIABLI36) valores de severidade (a, b, d, e) e testemunha (SMTEST; SMINIATEST) (c, f) em cultivo de batata com clones caracterizados como resistentes, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, na primavera de 2006..... 62

FIGURA 7 - Momentos da pulverização de fungicidas (▲), valores de severidade calculados (VS) (○) pelos sistemas de previsão de requeima Prophy (a, b, c) e Blitecast (d, e) e evolução da severidade observada (em %) de requeima (■) nos tratamentos com o sistema de previsão Prophy com 15 (MPRO15), 20 (MPRO20) e 25 (MPRO25) valores de severidade; com o sistema de previsão Blitecast com 18 (MBLI18) e 24 (MBLI24) valores de severidade; com pulverizações semanais (MSemanal; f) e testemunha (MTEST; g) em cultivo de batata, clone Macaca, no outono de 2007..... 64

FIGURA 8 - Momentos da pulverização de fungicidas (▲), valores de severidade calculados (VS) (○) e evolução da severidade observada (em %) de requeima (■) nos tratamentos com o sistema de previsão Blitecast com 24 (SMBLI24; SMINIABLI24) e 36 (SMBLI36; SMINIABLI36) valores de severidade (a, b, d, e) e testemunha (SMTEST; SMINIATEST) (c, f) em cultivo de batata com clones caracterizados como resistentes, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, no outono de 2007. 65

FIGURA 9 - Vista geral do experimento no outono de 2007 aos 71 DAE..... 66

FIGURA 10 - Fases de crescimento e desenvolvimento dos clones de batata Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, em função do número de dias após a emergência (DAE) durante a primavera de 2006 (a) e o outono de 2007 (b, c). Na primavera de 2006, a emergência dos três clones foi em 17/09. No outono de 2007, a emergência do clone SMINIA793101-3 foi em 27/03 e dos clones Macaca e SMIJ461-1 foi em 03/04. EM=emergência, IT=início da tuberação, IS=início da senescência, CO=colheita. A área achurrada do gráfico representa o período de presença da requeima nos cultivos de batata..... 68

FIGURA 11 - Frequência dos valores diários de severidade (VS) iguais a zero (VS0), um (VS1), dois (VS2), três (VS3) e quatro (VS4) calculados pelos Sistemas Prophy (a, e) e Blitecast (b, c, d, f, g, h) para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 durante as fases de emergência ao início da tuberização (EM-IT), início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) e do início da senescência à colheita (IS-CO) nas épocas de cultivo de primavera e outono..... 70

FIGURA 12 - Produtividade total ($t\ ha^{-1}$) do clone Macaca e sua correlação (r) com dias de área foliar sadia (DAFS, dias), área abaixo da curva do progresso de doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) com valores transformados em raiz do arco seno, para a época de cultivo da primavera de 2006 e do outono de 2007 82

FIGURA 13 - Evolução da severidade observada de requeima (em %), na primavera de 2006 (a, b) e outono de 2007 (c, d), nos tratamentos com o sistema de previsão Blitecast com 24 VS (MBLI24, SMBLI24 e SMINIABLI24) e testemunha (MTEST, SMTEST e SMINIATEST), em cultivo de batata com os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3..... 84

FIGURA 14 - Produtividade total ($t\ ha^{-1}$) dos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 e sua correlação (r) com dias de área foliar sadia (DAFS, dias), área abaixo da curva do progresso de doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO), com valores transformados em raiz do arco seno, para a época de cultivo da primavera de 2006 (a, b, c) e do outono de 2007 (d, e, f)..... 88

FIGURA 15 - Relação entre a severidade geral e a severidade da requeima por planta para o clone Macaca no experimento de campo do outono de 2007. A linha sólida constitui a linha 1:1 e a linha tracejada constitui a linha de tendência dos dados com valores transformados em raiz do arco seno. PRO15, PRO20, PRO25 = sistema Prophy com 15, 20 e 25 valores de severidade, respectivamente, Semanal = pulverizações semanais, BLI18 e BLI24 = sistema Blitecast com 18 e 24 valores de severidade, respectivamente, TEST = testemunha..... 108

FIGURA 16 - Relação entre a severidade geral e a severidade da requeima por planta para os clones SMIJ461-1 (SM) e SMINIA793101-3 (SMINIA), no experimento de campo do outono de 2007. A linha sólida constitui a linha 1:1 e a linha tracejada constitui a linha de tendência dos dados com valores transformados em raiz do arco seno. BLI24, BLI36 = sistema de previsão Blitecast com 24 e 36 valores de severidade, respectivamente; TEST = testemunha..... 109

LISTA DE TABELAS

- TABELA 1 - Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90% e respectivos valores de severidade (VS) diários para o controle da requeima nos cultivos de batata..... 39
- TABELA 2 - Tratamentos com diferentes esquemas de aplicação de fungicidas, em função dos valores de severidade (VS) acumulados, calculados pelos Sistemas Blitecast (BLI) e Prophy (PRO) para os clones macaca (M), SMIJ461-1 (SM) e SMINIA 793101-3 (SMINIA) de batata em Santa Maria..... 40
- TABELA 3 - Momento das aplicações de fungicidas para requeima em dias após a emergência (DAE) nos sete esquemas de aplicações de fungicida para o clone Macaca e nos três esquemas para os clones SMIJ461-1 (SMIJ) e SMINIA793101-3 (SMINIA) nas épocas de cultivo da primavera de 2006 e do outono de 2007..... 54
- TABELA 4 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) na primavera de 2006 e o outono de 2007 nos tratamentos com o clone Macaca..... 55
- TABELA 5 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) na primavera de 2006 e o outono de 2007 nos tratamentos com os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3..... 56
- TABELA 6 - Dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) para os fatores época de cultivo e esquema de aplicação do clone Macaca..... 57

TABELA 7 - Dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com interação entre época de cultivo e clone e sem interação para severidade final observada (SVFO), na primavera de 2006 e o outono de 2007 para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3..... 59

TABELA 8 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC), número de tubérculos não comerciais (NTNC), peso médio de tubérculo (PMT; g), peso médio de tubérculo comercial (PMTC; g), peso médio de tubérculo não comercial (PMTNC; g), produtividade total (PT; t ha⁻¹), produtividade comercial (PC; t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) de tubérculos para o clone Macaca na primavera de 2006 e o outono de 2007..... 72

TABELA 9 - Número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos não comerciais (NTNC), produtividade total (PT; t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) para o fator época de cultivo e produtividade total (PT; t ha⁻¹) para o fator esquema de aplicação do clone Macaca..... 73

TABELA 10 - Produtividade comercial (PC; t ha⁻¹), peso médio de tubérculo (PMT; g), peso médio de tubérculo comercial (PMTC; g) em função da época de cultivo e do esquema de aplicação de fungicida do clone Macaca..... 74

TABELA 11 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC), número de tubérculos não comerciais (NTNC), peso médio de tubérculo (PMT; g), peso médio de tubérculo comercial (PMTC; g), peso médio de tubérculo não comercial (PMTNC; g), produtividade total (PT; t ha⁻¹), produtividade comercial (PC; t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) de tubérculos para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 na primavera de 2006 e o outono de 2007..... 78

TABELA 12 - Número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC) e número de tubérculos não comerciais (NTNC) em função da época de cultivo e do clone.....	79
TABELA 13 – Produtividade total (PT; t ha ⁻¹), produtividade comercial (PC; t ha ⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha ⁻¹) em função da época de cultivo e clone.....	79
TABELA 14 – Peso médio de tubérculo não comercial (PMTNC; g) e produtividade não comercial (PNC; t ha ⁻¹) em função da época de cultivo e do esquema de aplicação para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3.....	80
TABELA 15 – Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) no tratamento testemunha (TEST) na primavera de 2006 e o outono de 2007 para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3.....	84
TABELA 16 – Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) no tratamento Blitecast com acúmulo de 24 VS (BLI24) na primavera de 2006 e o outono de 2007 para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3.....	85
TABELA 17 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) no tratamento testemunha (TEST), dias de área foliar sadia (DAFS) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) no tratamento Blitecast com acúmulo de 24 VS (BLI24) em função da época de cultivo e dos clones...	85
TABELA 18 - Dias de área foliar sadia (DAFS) no tratamento testemunha (TEST) em função dos fatores época de cultivo e clones e severidade final observada (SVFO) no tratamento Blitecast com acúmulo de 24 VS (BLI24) em função da época de cultivo.....	86

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Planta de localização do município de Santa Maria dentro do estado do RS (a), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (b) e das áreas experimentais dentro do Departamento de Fitotecnia da UFSM, nos anos de 2006 e 2007 (c).....	105
ANEXO B - Escala diagramática utilizada para avaliar a severidade da requeima causada por <i>Phytophthora infestans</i> (Mont.) de Bary em plantas de batata (JAMES, 1971).....	106
ANEXO C – Comparação entre dois métodos de avaliação da severidade de requeima...	107
ANEXO D – Umidade relativa do ar medida a 1,5 m e 0,1 m acima do nível do solo durante os dias com ocorrência de chuva (14, 15, 16 e 17 de maio de 2007) (a) e durante os dias sem ocorrência de chuva (25, 26, 27 e 28 de maio de 2007) (b). DAE = dias após a emergência.....	111
ANEXO E – Análise estatística dos dados relacionados às variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), severidade final observada (SVFO), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC) do clone de batata Macaca, na primavera de 2006 e no outono de 2007.....	112

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	17
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	20
2.1. Interação entre ambiente, doença de planta e hospedeiro	20
2.2. Sistemas de previsão de doença	21
2.3. Generalidades da cultura da batata	24
2.4. Requeima	26
2.4.1. Importância do impacto social e econômico da ocorrência de requeima.....	26
2.4.2. Caracterização da requeima.....	27
2.4.3. Controle químico.....	30
2.5. Cultivares suscetíveis e resistentes	31
3. MÉTODOS E TÉCNICAS	35
3.1. Localização e caracterização dos cultivos de batata	35
3.2. Controle de plantas daninhas, pragas e doenças	36
3.3. Delineamento experimental e tratamentos	38
3.4. Variáveis meteorológicas	40
3.5. Determinações fenológicas	42
3.6. Determinações fenométricas	42
3.7. Observações do progresso da requeima	43
3.8. Colheita, classificação de tubérculos e determinação dos componentes da produtividade	45
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	46
4.1. Caracterização fenométrica dos clones	46
4.2. Relação entre os fatores do ambiente e os sistemas de previsão	49
4.2.1. Primavera de 2006.....	51
4.2.2. Outono de 2007.....	52
4.3. Ocorrência da requeima em relação à época de cultivo da batata e os sistemas de previsão	54
4.3.1. Primavera de 2006.....	60

4.3.2. Outono de 2007.....	62
4.4. Ocorrência da requeima em relação ao ciclo de desenvolvimento dos clones de batata.....	66
4.5. Efeito do uso dos sistemas de previsão nos componentes da produtividade dos clones de batata.....	71
4.5.1. Esquemas de aplicação de fungicidas utilizados para o clone Macaca.....	71
4.5.2. Esquemas de aplicação de fungicidas utilizados para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3.....	77
4.6. Ocorrência da requeima em relação aos clones e aos sistemas de previsão e sua influência na produtividade.....	81
4.6.1. Clone Macaca.....	81
4.6.2. Clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3.....	83
5. CONCLUSÕES.....	90
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	91
7. ANEXOS.....	105

1 INTRODUÇÃO

A batata é a quarta cultura em ordem de importância agrícola no mundo, depois do trigo, arroz e milho. Um dos principais alimentos da humanidade, é cultivada em mais de 125 países e consumida por mais de um bilhão de pessoas. A produção mundial anual é de 314 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 19,5 milhões de hectares, com uma produtividade de 16 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2008).

No Brasil o cultivo de batata era praticamente desconhecido até finais dos anos 1800, quando imigrantes europeus introduziram o tubérculo no sul do Brasil. Mesmo a batata não sendo a principal cultura produzida no Brasil, o país é classificado como um dos maiores produtores da América Latina, com uma colheita recorde, em 2006, de cerca de 3,1 milhões de toneladas (perdendo apenas para o Peru). Ao longo dos últimos 15 anos, a produção da batata cresceu no país, em média, cinco por cento ao ano, e os rendimentos médios aumentaram de 14 para 22 toneladas por hectare. Essa produção se destina fundamentalmente ao consumo interno, representando um dos produtos vegetais frescos de maior preferência na dieta da população brasileira, com um consumo anual de 14 kg por habitante (FAOSTAT, 2008).

Apesar de todo esse crescimento, a cultura da batata é afetada por vários fatores que depreciam a produtividade nas regiões produtoras do Brasil, constituindo-se a ocorrência de doenças um dos principais. Dentre as doenças que ocorrem na cultura da batata, a requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) é considerada a de maior importância, sendo relatada como o principal problema na maioria dos países que cultivam batata no mundo, condicionando, em muitos deles, o uso indiscriminado de fungicidas. Como consequência tem causado aumento no custo de produção e no impacto ambiental, devido à contaminação da água e do solo. Dada a importância da doença como fator limitante à cultura da batata, diferentes métodos de controle integrado têm sido usados, como por exemplo, a utilização de tubérculos-sementes sadios, cultivares menos suscetíveis, controle e destruição de plantas voluntárias e controle químico (TAYLOR et al., 2003). Atualmente, considera-se que todas as cultivares plantadas comercialmente são suscetíveis a alguma raça do patógeno, já que *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, por meio da reprodução sexuada é capaz de criar novas raças fisiológicas. Portanto, o método mais eficiente para o controle da requeima ainda é o químico, mas esse deve estar associado à utilização de cultivares menos suscetíveis à requeima.

No Brasil, as aplicações são, em geral, excessivas por serem realizadas de forma empírica, sem considerar a interação entre aspectos biológicos do ciclo de vida do patógeno e as condições meteorológicas. Nos últimos anos, o controle da requeima aumentou os custos de produção da cultura da batata. No Brasil, calcula-se que o percentual destinado ao controle da requeima em batata represente 10% dos custos de produção (AGRIANUAL, 2007). Tal situação faz com que sejam consideradas alternativas para se efetuar o controle efetivo da doença, sendo uma delas a utilização dos modelos de previsão de ocorrência da doença. Esses modelos têm sido desenvolvidos desde 1926 e consideram diferentes elementos meteorológicos, sendo os mais usados a temperatura média do ar, o número de horas com umidade relativa do ar acima de 90%, o molhamento foliar e a precipitação. Nesses sistemas, os períodos de condições favoráveis ao desenvolvimento da doença são indicados e determinam o momento mais adequado para as aplicações de fungicidas. Atualmente, diversos sistemas de previsão para a requeima estão em uso. Desses, alguns determinam somente o momento da primeira aplicação de fungicida. Outros sistemas, como o Blitecast e o Prophy, determinam as aplicações necessárias para o controle da requeima durante todo o ciclo de cultivo através de um conjunto de regras que relacionam os elementos meteorológicos condicionantes para a ocorrência da requeima.

Os sistemas de previsão são considerados ferramentas importantes para o manejo de doenças e para racionalizar o uso de fungicidas. Vários sistemas de previsão são utilizados para a requeima da batata, mas a maioria foi desenvolvida em regiões temperadas, onde aspectos da epidemiologia da requeima são diferentes dos que prevalecem nas regiões tropicais ou subtropicais. As condições edafoclimáticas na região sul do Brasil, onde a batata se desenvolve, são diferentes das da maioria das grandes regiões produtoras do mundo. Assim, é importante conhecer e caracterizá-las especificamente para essa região, considerando também a suscetibilidade das cultivares, para que se possa utilizar sistemas de previsão de doenças de forma adequada. Os sistemas utilizados neste estudo foram o Blitecast e o Prophy, os quais estão sendo avaliados na região central do Rio Grande do Sul e resultados preliminares sugerem que poderão ser úteis no controle da requeima, em épocas de cultivo favoráveis à doença, e poderão reduzir o número de aplicações de fungicidas sem influenciar na produtividade.

Embora os sistemas Blitecast e Prophy já tenham sido avaliados sob condições de campo no Brasil (BATISTA et al., 2006; TRENTIN, 2006), mais experimentos são necessários, considerando diferentes áreas, épocas de cultivo e cultivares para atender as exigências requeridas para a validação dos sistemas de previsão de doença em uma

determinada região. Isso motivou a realização deste estudo, cujo objetivo foi avaliar os sistemas de previsão de ocorrência de requeima, Blitecast e Prophy, em cultivos de primavera e outono nos clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 de batata, na região produtora de Santa Maria, RS.

Hipóteses

A utilização de sistemas de previsão de requeima da batata, para um genótipo suscetível, Macaca, adaptado às condições edafoclimáticas de Santa Maria, permite reduzir o número de aplicações de fungicidas sem afetar a produtividade dessa cultura.

Para clones considerados resistentes, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, a utilização de sistemas de previsão de requeima da batata, permite reduzir drasticamente ou eliminar totalmente a aplicação de fungicidas.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Interação entre ambiente, doença de planta e hospedeiro

O aparecimento e desenvolvimento de uma doença é resultante da interação entre uma planta suscetível, um patógeno infectivo e ambiente mais favorável ao patógeno do que à planta (FRY, 1982a; SCHUMANN, 1991; BEDENDO, 1995; KRUGNER, 1995; AGRIOS, 2004; HELDWEIN, 2006; DE WOLF & ISARD, 2007). O ambiente é, portanto, um componente relevante nessa interação, podendo, inclusive, impedir a ocorrência da doença, mesmo na presença de hospedeiro suscetível e do patógeno. As condições do ambiente prevalecem tanto no ar como no solo e, após o contato do patógeno com o hospedeiro essas condições vão influenciar no desenvolvimento da doença (AGRIOS, 2004). Portanto, no manejo e controle das doenças, a condição micrometeorológica é de grande importância, já que condiciona os processos infecciosos (SUTTON, 1988; HUBER & GILLESPIE, 1992; SENTELHAS et al., 2005).

Os dois fatores ambientais mais importantes no desenvolvimento de doenças das plantas são temperatura e umidade relativa do ar (SCHUMANN, 1991; D'ARCY & EASTBURN, 2000; AGRIOS, 2004). A temperatura afeta o crescimento e desenvolvimento da planta hospedeira e o desenvolvimento e multiplicação do patógeno. A temperatura do ar é considerada o elemento que, em associação à umidade, irá condicionar o desenvolvimento da doença (MINOGUE & FRY, 1981).

O efeito da temperatura está relacionado com os valores ótimos para o crescimento e desenvolvimento do hospedeiro e do patógeno (AGRIOS, 2004). Sendo assim, é considerado o fator crítico que afeta o aparecimento das doenças nas regiões úmidas (GARCÍA, 2005). O desenvolvimento mais rápido da doença, geralmente ocorre quando as temperaturas são ótimas para o patógeno, mas não para o hospedeiro.

A umidade relativa do ar pode afetar o desenvolvimento da doença em plantas de várias maneiras. Alguns patógenos requerem umidade para germinação dos esporos e penetração no hospedeiro (HUBER & GILLESPIE, 1992). Alguns autores como Wilson et al. (1999) e Heldwein (2006) consideram que a umidade, expressa pela duração do período de molhamento disponível na superfície da planta, é o fator determinante na ocorrência das doenças. Este pode ser proporcionado pela chuva, irrigação, nevoeiro ou orvalho. Dentre eles o orvalho é o condicionador natural da ocorrência das doenças, já que sua permanência sobre o tecido vegetal permite a germinação dos esporos e penetração do tubo germinativo nas

folhas, mesmo quando a chuva não ocorrer (HUBER & GILLESPIE, 1992; PEREIRA et al., 2002; HELDWEIN, 2006). Em alguns casos, o patógeno requer o contato permanente com a água para poder sobreviver, existindo um período mínimo de molhamento que, se interrompido, afeta a viabilidade do inóculo (COLHOUN, 1973). A umidade também afeta a extensão da severidade da doença ao aumentar a “suculência” do hospedeiro, o que leva a um incremento na sua suscetibilidade a certos patógenos (AGRIOS, 2004). A chuva atua, proporcionando o molhamento da planta, assim como na dispersão do patógeno através das gotas e respingos que transportam os esporos até folhas e plantas vizinhas. Além disso, o orvalho e a chuva exercem influência desfavorável no controle das doenças, já que atuam na diluição ou careamento dos defensivos aplicados, sobretudo nos defensivos que tem ação de proteção por contato ou preventiva.

Considerando-se todo o ciclo das doenças, outros elementos meteorológicos também têm papel fundamental no processo infeccioso, como a luminosidade, o vento, a radiação solar, que atuam nos processos de germinação dos esporos, penetração e disseminação (SCHUMANN, 1991; D'ARCY & EASTBURN, 2000; PEREIRA et al., 2002; AGRIOS, 2004). Esses elementos afetam o desenvolvimento da doença através de sua influência no crescimento e suscetibilidade do hospedeiro, na multiplicação e atividade do patógeno, ou na interação hospedeiro-patógeno observada através do desenvolvimento dos sintomas de severidade da doença. O vento, por exemplo, está relacionado com a disseminação dos patógenos e com a prevenção da infecção devido ao fato de que ele acelera o processo de secagem do molhamento na superfície das plantas, restringindo a penetração ou germinação dos esporos (AGRIOS, 2004; TRENTIN, 2006).

O conhecimento da interação entre o ambiente, o patógeno e o hospedeiro é essencial para o manejo de doenças e para o desenvolvimento ou ajuste de sistemas de previsão (TAYLOR et al., 2003; BATISTA et al., 2006; DE WOLF & ISARD, 2007). Muitos sistemas de previsão de doenças são baseados em elementos meteorológicos e podem ser usados como importante ferramenta no manejo eficiente dos cultivos agrícolas (REIS, 2004; HELDWEIN, 2006).

2.2 Sistemas de previsão de doenças

Os estudos sobre o uso dos sistemas de previsão no Brasil iniciaram-se há pouco tempo (KATSURAYAMA, 1997; SOUZA, et al., 2002; GARÇON et al., 2004; BATISTA et al., 2006). Esses sistemas utilizam os estudos epidemiológicos das doenças a fim de aplicar fungicida somente quando necessário, realizando uma simulação do progresso das doenças

nas plantas (ZADOKS & SCHEIN, 1979; CAMPBELL & MADDEN, 1990). Os modelos de desenvolvimento vegetal, dinâmica de população e os modelos epidemiológicos foram desenvolvidos para diversas doenças de importância econômica (ZADOKS & SCHEIN, 1979; CAMPBELL & MADDEN, 1990; REIS, 2004). Entretanto, problemas ainda estão à espera de soluções, especialmente quando o objetivo final é incluir esses modelos em sistemas de suporte à tomada de decisão em locais diferentes daqueles em que foram desenvolvidos e torná-los viáveis para o uso de produtores e técnicos (CAMPBELL & MADDEN, 1990; HELDWEIN et al., 2007).

Os sistemas de previsão de doenças de plantas têm sido revisados e discutidos em vários momentos nas últimas décadas (BOURKE, 1970; KRAUSE & MASSIE, 1975; FRY et al., 1983; MADDEN & ELLIS, 1987; CAMPBELL & MADDEN, 1990; DE WOLF & ISARD, 2007). Esses autores classificam os sistemas de previsão de várias maneiras, levando em consideração o que está incluído no sistema (cultura, doença, patógeno, ambiente ou a combinação dos mesmos), se são utilizados em pré ou pós-plantio da cultura, se são baseados no inóculo inicial, inóculo secundário, na taxa de progresso da doença, ou na combinação deles e se são modelos empíricos ou mecanísticos. Segundo Madden & Ellis (1987), os modelos empíricos são os mais utilizados, pois eles se baseiam em apenas um componente do ciclo da doença, geralmente a infecção, o que os torna simples e, mesmo assim, com desempenho satisfatório. Esses modelos levam em consideração as condições ambientais que estão relacionadas com o desenvolvimento da doença ou do patógeno.

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. 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 (TRENTIN, 2006).

Heldwein (1997) considera como requisitos básicos para a implantação de sistemas de previsão, o monitoramento do microambiente da cultura e do solo 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 as relações e ajustes dos sistemas que permitem prever a necessidade de aplicar ou não os defensivos específicos.

O importante de um sistema de previsão de doença em relação às condições meteorológicas, é que seja razoavelmente exato e amigável para sua implementação (GARCÍA, 2005). Um modelo que oferece 95% de exatidão sob condições de laboratório pode não ser usado em condições de campo, devido à complexidade dos dados requeridos. É, nesse caso, menos útil do que um modelo empírico simples que pode ser implementado mesmo que apresente exatidão de 80% (KRAUSE et al., 1975). O principal objetivo na elaboração de modelos de previsão de doenças é atingir a máxima simplicidade, para uma fácil e uniforme aplicação, sem sacrificar os aspectos essenciais da inter-relação ambiente-doença-hospedeiro (REIS & WORDELL FILHO, 2004; GARCÍA, 2005).

A utilização de sistemas de previsão de ocorrência de doenças com base nas condições ambientais, 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. Os sistemas de previsão podem diminuir o risco de perdas das culturas, pois esses indicam a aplicação de fungicidas se houver a probabilidade de que a doença poderá ocorrer. Com isso haverá redução na quantidade de fungicidas aplicados e conseqüentemente haverá redução dos custos de produção, da contaminação do ambiente e do homem, além de retardar o desenvolvimento de resistência no patógeno alvo (MADDEN & ELLIS, 1987; ERWIN & RIBEIRO, 1996a; REIS & BRESOLIN, 2004; WÓJTOWICZ et al., 2004; GARCÍA, 2005).

Dentre os sistemas de previsão empíricos, muitos foram desenvolvidos especificamente para a requeima, que ataca a cultura da batata e provoca danos econômicos muito expressivos, que por sua vez podem resultar em problemas sociais. Entre esses sistemas estão o Blitecast (KRAUSE et al., 1975) muito utilizado nos EUA e o Prophy (SCHEPERS, 1995), mais utilizado na Europa. O sistema Blitecast é o sistema mais conhecido de alerta, o qual combina os modelos de Hyre (1954) e de Wallin (1962). A primeira parte do modelo prevê a ocorrência de requeima 7 a 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 de umidade relativa maior ou igual a 90 % e a temperatura média durante os períodos de alta umidade. O sistema Prophy foi desenvolvido na Europa, e se diferencia do Blitecast basicamente pela posição dos sensores de umidade e temperatura do ar estarem colocados a 0,1 m do solo, no interior do dossel das plantas,

enquanto que no sistema Blitecast a posição dos sensores é de 1,5 m do nível do solo, acima do dossel das plantas.

Esses sistemas foram desenvolvidos em regiões temperadas e devem ser ajustados quando forem utilizados em regiões subtropicais e tropicais porque nas regiões temperadas os invernos rigorosos afetam a sobrevivência de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, bem como afetam a dinâmica de inóculo, dada a ausência de plantas hospedeiras (GARRETT & DENDY, 2001). Em muitas regiões subtropicais/ tropicais é possível o cultivo ou permanência de plantas hospedeiras ao longo do ano. Adicionalmente, as temperaturas não são baixas o suficiente para comprometer a viabilidade de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary e, conseqüentemente, é possível haver suprimento constante de inóculo ao longo do ano.

Outros sistemas de previsão de requeima utilizados no mundo são: Negfry (HANSEN et al., 1995) que é baseado no programa Phytprog (SCHRÖDTER & ULRICH, 1966), o qual prevê o risco de ocorrência de requeima através da “Prognose negativa” e “dias livres de requeima” para 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, 1993), Phytopre (FORRER et al., 1993) e Simphyt (GUTSCHE & KLUGE, 1996).

No Brasil, praticamente inexistem programas de previsão de epidemias causadas por requeima. O que existe no Brasil é o uso de sistemas de previsão da requeima já desenvolvidos e que estão sendo ajustados e avaliados em várias regiões (KATSURAYAMA & BONETI, 1996; NAZARENO et al., 1999; REIS et al., 1999; MICHEL et al., 1997a,b; COSTA et al., 2002; BATISTA et al., 2006; TRENTIN, 2006; GRIMM, 2007).

2.3 Generalidades da cultura da batata

A batata é uma planta dicotiledônea, pertencente à família *Solanaceae*, gênero *Solanum*. Entre as espécies cultivadas, a mais importante economicamente produzida no mundo, é a espécie *Solanum tuberosum* L. spp. *tuberosum* (FORTES & PEREIRA, 2003). O centro de origem da batata está nos Andes da América do Sul. Constitui-se de uma planta anual, herbácea, caracterizada por formar um caule subterrâneo intumescido pela acumulação de substâncias de reserva, denominado tubérculo (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979).

A batata é caracterizada como a quarta cultura na ordem de importância no mundo, depois do trigo, arroz e milho, um dos principais alimentos da humanidade, cultivada em mais de 125 países e consumida por mais de um bilhão de pessoas. A produção mundial anual é de

314 milhões de toneladas, em uma área cultivada de 19,5 milhões de hectares, com uma produtividade média de 16 toneladas por hectare (FAOSTAT, 2008).

No Brasil o cultivo de batata era praticamente desconhecido até finais dos anos 1800, quando imigrantes europeus introduziram o tubérculo no Sul do Brasil. Mesmo a batata não sendo a principal cultura produzida no Brasil, o país é classificado como um dos maiores produtores de batata da América Latina, com uma colheita recorde em 2006 de cerca de 3,1 milhões de toneladas (perdendo apenas para Peru) em uma área de 140.731 ha (FAOSTAT, 2008). Ao longo dos últimos 15 anos, a produção da batata cresceu, em média, cinco por cento ao ano no país, e a produtividade média aumentou de 14 toneladas para 22 toneladas por hectare. Essa produção se destina fundamentalmente ao consumo interno, representando um dos produtos vegetais frescos de maior preferência na dieta da população brasileira, com um consumo anual de 14 kg por habitante (FAOSTAT, 2008).

A região Sul do Brasil tem a maior área cultivada de batata do país e o maior contingente de produtores (PEREIRA & DANIELS, 2003). O Rio Grande do Sul apresenta três regiões produtoras de batata (região sul, região central e região Norte/Nordeste/Serra/Hortências) e estima-se que cerca de 60% das lavouras dessas regiões têm caráter comercial (FIOREZE, 2003). A região central do estado tem cerca de 600 produtores de batata. Esses aplicam alguma tecnologia no manejo da cultura como utilização de semente de qualidade, controle fitossanitário, mecanização e irrigação, porém na quase totalidade dos casos o nível tecnológico é inferior ao mínimo esperado para uma produção economicamente competitiva e sustentável.

A maior limitação da produção da batata na região central do RS é a incidência da requeima. A requeima pode destruir o campo de produção em poucos dias e por isso exige monitoramento contínuo da lavoura. Os produtores ficam temerosos com os riscos de perdas inerentes à doença e iniciam as pulverizações com fungicidas tão logo inicia a expansão das primeiras folhas e seguem realizando aplicações em intervalos semanais até o final do ciclo da planta (TRENTIN, 2006; BISOGNIN, 2003). Por isso, a batata é considerada uma das culturas que mais emprega fungicidas.

Para reduzir a aplicação de fungicidas na cultura da batata, medidas de controle podem ser adotadas para diminuição da ocorrência de requeima, como o uso de cultivares resistentes e a adoção de práticas culturais (BISOGNIN, 2006), assim como, a utilização de sistemas de previsão de ocorrência de doenças com base nas condições ambientais do momento.

A Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO) declarou que 2008 será o Ano da Batata. Determinada em Assembléia Geral da ONU, a iniciativa tem

por objetivo chamar atenção para a função estratégica que a batata, “alimento básico da dieta da população mundial”, pode desempenhar como alimentação nutritiva e saudável aos pobres e famintos de todo o mundo. Rica em carboidratos e vitamina C, a batata contém o maior número de proteínas dentre todas as outras espécies de raízes e tubérculos. Além disso, ela se adapta aos mais diversos climas e seu plantio não requer muita quantidade de terra (FAO, 2007). Esse evento está divulgando a importância da cultura da batata em todo o mundo, fortalecendo assim os estímulos para desenvolver formas de manejo da cultura que sejam sustentáveis. Melhorar o manejo e a produtividade da cultura com menor quantidade de produtos químicos é uma forma de garantir a sustentabilidade das áreas de cultivo.

2.4 Requeima

2.4.1 Importância do impacto social e econômico da ocorrência de requeima

O impacto no potencial econômico e social dessa doença é melhor ilustrado pelo cenário que ocorreu na Irlanda em meados do século XIX. Os camponeses irlandeses dependiam da batata para obter sua principal fonte de calorias. Quando a requeima apareceu, em meados de 1840, destruiu uma grande parte da cultura da batata, quer através da eliminação da folhagem antes da colheita ou por causar enormes perdas de tubérculos nos armazéns. Em consequência da fome, milhões de irlandeses morreram ou emigraram (BOURKE, 1993; SCHUMANN, 1991).

A requeima é uma ameaça econômica muito grave na grande maioria dos sistemas de produção de batata, bem como de muitos sistemas de produção de tomate em todo o mundo. Em locais onde existe alta pressão de doença, uma variedade de batata suscetível pode exigir aplicações de fungicida a cada 3 ou 5 dias (NAZARENO et al., 1999). Apesar do potencial destruidor da requeima, é extremamente difícil medir perdas devidas à esta doença porque outros fatores podem afetar, simultaneamente, a produtividade (MADDEN, 1983).

O Centro Internacional da Batata (CIP) fez uma estimativa global dos danos causados pela requeima nos países em desenvolvimento com base na perda média de produção de 15%. Isto se traduz numa perda total de produção nos países em desenvolvimento, de aproximadamente 2,75 bilhões de dólares. Uma importante maneira de ver os efeitos econômicos da requeima da batata está na avaliação do uso de fungicidas, que é mais fácil de medir do que perdas da cultura (GILB, 2007). Cerca de 77 milhões de dólares são gastos em fungicidas por estação de cultivo em todo o país dos Estados Unidos (GUENTHER et al., 2001). Anualmente o uso de fungicida para controle da requeima na Europa é estimado em cerca de 150 milhões de dólares. O CIP estimou que a utilização de fungicidas nos países em

desenvolvimento está em 750 milhões de dólares. Baseado nessas estimativas, cerca de um bilhão de dólares por ano é gasto com fungicidas para controlar a requeima nos Estados Unidos, na Europa e nos países em desenvolvimento (GILB, 2007). Por isso é importante manter as pesquisas cujos resultados possam contribuir para a redução de aplicação de fungicidas na cultura da batata.

2.4.2 Caracterização da requeima

A requeima que ocorre na batata e no tomate é a doença mais importante causada pelo oomiceto *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (ERWIN & RIBEIRO, 1996b). É também conhecida como mela ou pinta-graúda e constitui-se na principal doença “fúngica” foliar na Região Sul do Brasil (NAZARENO & JACCOUND FILHO, 2003).

A requeima em batata é descrita em detalhes no *Compendium* das doenças de batata (STEVENSON et al., 2001) e em outros trabalhos (SCHUMANN, 1991; ERWIN & RIBEIRO, 1996b; DIAS & IAMAUTI, 2005). *Phytophthora infestans* foi nomeado por Anton de Bary. O nome é derivado do grego: Phyto = planta, phthora = destruidor. *Phytophthora infestans* é um membro dos oomicetos, um grupo de organismos genericamente conhecidos como “mofos aquáticos”, os quais são relacionados com algas marrons. Os oomicetos não são mais considerados membros do Reino Fungi, muito embora ainda compartilhem muitas das características biológicas, ecológicas e epidemiológicas dos fungos fitopatogênicos (SCHUMANN, 1991; SCHUMANN & D'ARCY, 2000).

A requeima pode aparecer em folhas, caules e tubérculos. Os sintomas nas folhas são mais intensos; aparecem lesões de formato irregular, de coloração pardo-olivácea nos folíolos, com a presença de um halo verde mais claro ao redor das manchas foliares e observa-se um aspecto encharcado nas lesões. Em condições de alta umidade relativa do ar, há o crescimento de esporangióforos e esporângios (estruturas de reprodução do patógeno) na parte abaxial das folhas, conferindo uma coloração esbranquiçada no entorno da lesão, muito semelhante a um bolor branco e ralo (ERWIN & RIBEIRO, 1996b; NAZARENO & JACCOUND FILHO, 2003; DIAS & IAMAUTI, 2005). O período de latência, definido como período de tempo decorrido entre a inoculação e o aparecimento de estruturas reprodutivas do patógeno, é de apenas quatro dias para *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary em batata (AMORIM, 1995b). Portanto, o patógeno se caracteriza por apresentar um período latente curto, alta taxa de expansão de lesão e alta capacidade de esporulação, o que lhe permite vários ciclos de vida durante uma época de cultivo da planta hospedeira (FRY et al., 1998).

O patógeno *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary possui duas maneiras de propagação: a sexuada e a assexuada, sendo que a primeira ainda não foi identificada no Brasil (SUASSUNA et al., 2004). A temperatura e a umidade relativa do ar são os mais importantes fatores ambientais que afetam o desenvolvimento da requeima. O estabelecimento desse patógeno no hospedeiro requer no mínimo 2 a 3 horas de molhamento foliar com temperatura ótima de 20 °C (CROSIER, 1934). A esporulação pode ocorrer entre 4 e 26 °C (ERWIN & RIBEIRO, 1996b), embora alguns autores afirmem que a requeima não se desenvolve em temperaturas menores de 7 °C (HYRE, 1954) e maiores que 28 °C (ROTEM et al., 1971) e a temperatura ótima está entre 16 e 23 °C (HARRISON, 1992; ERWIN & RIBEIRO, 1996b). Os esporângios germinam diretamente entre 21 e 26 °C. Abaixo de 18 °C, os esporângios produzem seis a oito zoósporos, os quais requerem água para se locomover. Cada zoósporo individualmente é capaz de iniciar uma infecção, o que explica a razão pela qual a doença é mais severa em condições úmidas e com temperaturas amenas. Noites frias, dias quentes, períodos estendidos de condições úmidas, devido à chuva ou nevoeiro, podem resultar em epidemias severas de requeima. Nessas situações, a planta inteira pode ser destruída em apenas alguns dias a partir das primeiras lesões (ERWIN & RIBEIRO, 1996b).

Phytophthora infestans (Mont.) de Bary, um exemplo típico dos oomicetos, produz esporângios em esporangióforos. Os esporangióforos são indeterminados (isto é, crescem e produzem esporângios continuamente), em forma de talos, e dispostos de maneira ramificada, o que auxilia na dispersão dos esporângios. Os esporângios podem ser dispersos para campos adjacentes, mas geralmente não sobrevivem viagens de longas distâncias em função da desidratação e exposição à radiação solar (MIZUBUTI et al., 2000).

Em condições em que umidade e temperaturas baixas estão presentes, zoósporos serão formados e liberados a partir de esporângios após, aproximadamente, duas horas. Em condições de temperatura elevada, esporângios podem se comportar como esporos simples e germinar diretamente (Figura 1). Depois de nadar na superfície da planta hospedeira, os zoósporos encistam, germinam, infectam e colonizam a planta (Figura 1). Caso os dois tipos sexuais existentes (A1 e A2) entrem em contato, a reprodução sexual pode ocorrer. O núcleo do anterídio entra no oogônio. Em seguida ocorre a cariogamia (fusão de núcleos) e um oósporo diplóide de parede espessa é formado (Figura 1). Antes dos anos 90, somente o tipo sexual A1 estava presente nas áreas de cultivo de batata fora do México, portanto a reprodução sexual não influenciou significativamente o ciclo da doença. Atualmente, o tipo sexual A2 migrou para a maior parte das regiões produtoras de batata e tomate no mundo, e acredita-se que a fase sexual esteja ocorrendo em muitas áreas (COHEN et al., 1997;

SCHUMANN & D'ARCY, 2000). Apesar disso, a sobrevivência de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary nos últimos 150 anos, na maior parte do mundo, foi dependente de tecidos de tubérculos infectados (SCHUMANN & D'ARCY, 2000).

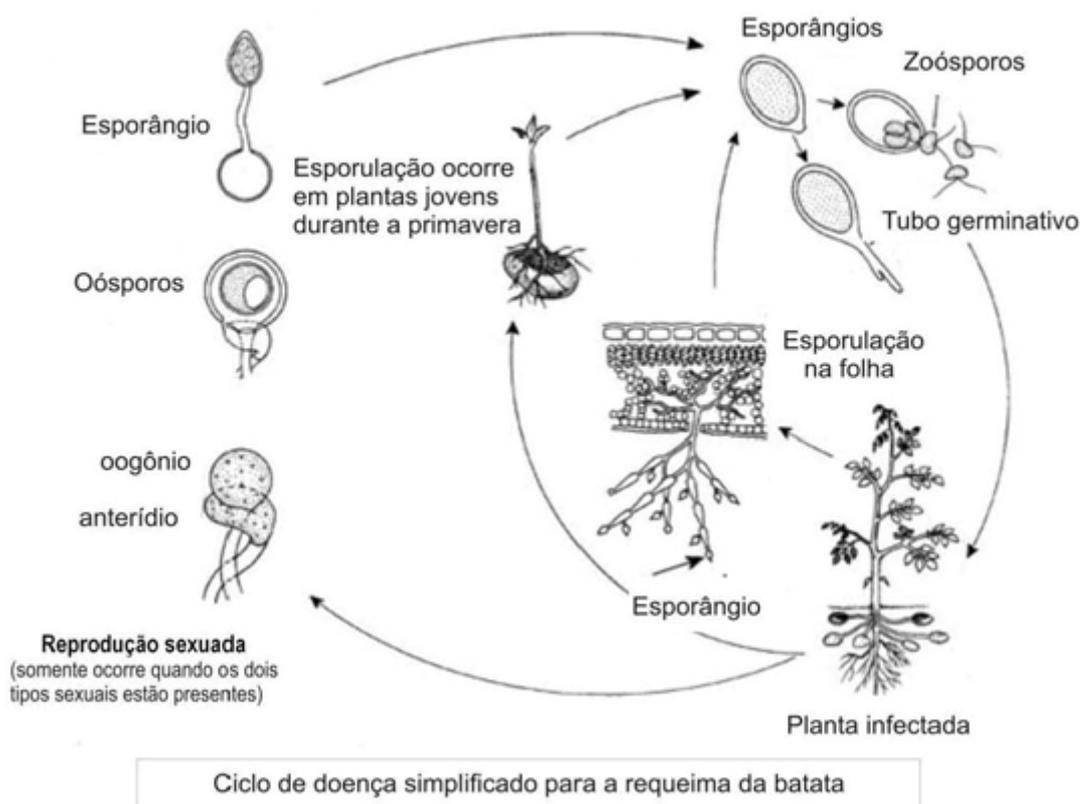


Figura 1 - Ciclo de vida da *Phytophthora infestans*, agente causal da requeima em batata. Adaptado de Schumann (1991).

Na ausência do estágio de oósporo, *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary sobrevive entre um cultivo de batata e outro como micélio em tubérculos infectados. Caso tubérculos infectados sejam deixados de lado durante a colheita ou abandonados nas bordas das áreas de cultivo, esporângios podem ser produzidos sobre os tubérculos infectados ou sobre novos brotamentos próximos a estação de crescimento. Correntes de ar carregam esporângios para áreas com folhas de batata saudáveis.

O patógeno foi associado primeiramente com a batata, cultivo básico para a alimentação em escala mundial e, por isso, tornou-se muito importante o estudo do patossistema *Phytophthora infestans*/ *Solanum tuberosum* dentro de um contexto de co-evolução (VILLEGAS, 2003).

2.4.3 Controle químico

A aplicação de fungicidas é um princípio de controle de doenças baseada na proteção. A proteção química, geralmente, é considerada uma medida indispensável no manejo de doenças, porém nem sempre é eficaz (KIMATI & BERGAMIN FILHO, 2005), sendo a eficiência da proteção proporcionada pelo fungicida dependente de características inerentes ao produto. O êxito no uso de fungicidas no controle da requeima está condicionado por fatores como suscetibilidade da cultivar, pressão de doença, clima, escolha do fungicida adequado, tecnologia de aplicação, momento oportuno para o tratamento e o número e intervalo entre aplicações (ERWIN & RIBEIRO, 1996a; STEIN & KIRK, 2002).

BATISTA et al. (2006) afirmam que o uso de cultivares resistentes seria o método ideal de controle, porém, praticamente não existem no mercado. Outros métodos como os físicos (termoterapia, ionização) não são muito eficazes no controle de doenças foliares em condições de campo, uma vez que exigem grandes investimentos, e são difíceis de utilizar em grandes áreas. A utilização de métodos culturais e/ou biológicos associados com a aplicação de produtos químicos podem ter maior eficiência no controle. Contudo, os métodos culturais e/ou biológicos ainda são de importância secundária devido à reduzida eficácia dos recursos disponíveis atualmente (SILVA et al., 2004). Sendo assim, o uso de fungicidas é muito intenso na cultura da batata, devido ao fato de ser o método de controle da requeima mais seguro e eficiente e, portanto, essencial em patógenos policíclicos como *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary que exigem várias aplicações de fungicidas num único cultivo (FRY, 1982b).

De maneira geral, os fungicidas são aplicados inicialmente para prevenir a ocorrência da requeima e, posteriormente, para retardar o seu rápido desenvolvimento durante as fases de crescimento vegetativo e formação de tubérculos. Os fungicidas para o controle da requeima incluem produtos de contato e produtos com diferentes níveis de atividade sistêmica (ERWIN & RIBEIRO, 1996a). Os fungicidas de contato caracterizam-se por atuar diretamente sobre o patógeno, entrando em contato com a parede celular dos esporos, e determinando a sua morte. As características dos fungicidas de contato são as seguintes: fornecem proteção contra a infecção, não penetram na planta, a distribuição deve ser realizada de modo uniforme na superfície vegetal, a aplicação deve ser repetida em intervalos curtos para que o produto fique na superfície da planta continuamente (McGRATH, 2004). Em suma, possuem ação profilática e devem ser aplicados antes do início da infecção para que sejam efetivos (STEIN & KIRK, 2002).

Os fungicidas sistêmicos são translocados pelo sistema vascular da planta e se distribuem por todas as partes das plantas, raízes, hastes, folhas e flores (AZEVEDO, 1993; ERWIN & RIBEIRO, 1996a). Apresentam rápida absorção e períodos de proteção de 10 a 14 dias, fato condicionado por fatores como umidade relativa, temperatura, taxa de crescimento das plantas e pressão da doença (TÖFOLI, 2004). Diferente dos fungicidas de contato, os sistêmicos apresentam proteção sobre os órgãos formados após a aplicação. As suas características são as seguintes: penetram e se translocam no interior da planta, controlam a doença por ação protetora e/ ou curativa e, freqüentemente, esse tipo de fungicida tem um modo muito específico de ação contra fungos, ou seja, pode agir sobre eles inibindo a produção de energia, interferindo na estrutura celular e/ ou no seu crescimento e desenvolvimento (ERWIN & RIBEIRO, 1996a; McGRATH, 2004). Existem duas vantagens importantes do uso de fungicidas sistêmicos em relação aos fungicidas de contato. A primeira é que eles reprimem as infecções já estabelecidas e não são tão vulneráveis às fortes chuvas como são os fungicidas de contato, que ficam apenas na superfície das folhas. Assim, o intervalo entre as pulverizações pode ser prorrogado. A segunda é que os fungicidas sistêmicos têm modos de ação bioquímicos, tornando-os eficazes em doses muito mais baixas do que as necessárias para os fungicidas protetores ou de contato (ERWIN & RIBEIRO, 1996a).

No Brasil, os grandes problemas enfrentados com fungicidas específicos para os oomicetos, grupo de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary é a utilização dos mesmos de forma curativa, em subdosagens e/ ou o momento errado das aplicações. O uso preventivo e correto desses fungicidas, levando em consideração o conhecimento da epidemiologia do patógeno e o monitoramento das condições do ambiente deve ser uma prática adotada por todos os envolvidos no processo produtivo (AZEVEDO, 1993).

2.5 Cultivares suscetíveis e resistentes

O desenvolvimento de genótipos resistentes a doenças é o método ideal e mais barato para o controle da requeima (DESTRO & MOLTALVÁN, 1999; BISOGNIN, 2003). A resistência em plantas pode ser considerada de dois tipos: a resistência vertical ou específica, também chamada de resistência total (herança monogênica) e a resistência horizontal ou inespecífica, também chamada de parcial (herança poligênica). Uma das dificuldades encontradas na aquisição da resistência vertical é o surgimento de novas raças fisiológicas que apresentam diferentes níveis de virulência, as quais freqüentemente “quebram” a resistência. Essas raças se originam de uma acentuada pressão de seleção devido à monocultura. Dessa

forma, podemos afirmar que a resistência vertical não é durável. Na resistência horizontal, tem-se clara a idéia de que essa resistência apresenta uma variação contínua de graus de resistência, indo desde extrema suscetibilidade até a extrema resistência. Em resumo, a resistência vertical afeta o inóculo inicial e a resistência horizontal a taxa de desenvolvimento da doença. A resistência pode ser controlada, tanto por genes nucleares, quanto por genes extranucleares ou citoplasmáticos, sendo eles dominantes ou recessivos, podendo ser expressos isoladamente ou através de interação. O conhecimento dessas interações é de fundamental relevância para os programas de melhoramento (DESTRO & MOLTALVÁN, 1999).

O controle genético da requeima na folhagem pode ser atingido por dois mecanismos básicos: hipersensibilidade a uma raça específica e resistência parcial a raças não específicas. A hipersensibilidade é controlada por genes dominantes, denominados de genes R (KAMOUN et al., 1999; LAM et al., 2001). Esses genes, então, são transferidos para a espécie de batata cultivada por cruzamentos interespecíficos (TOXOPEUS, 1964). Esses genótipos resistentes reagem a penetração das hifas do fungo com a rápida morte de umas poucas células da região atacada, e verifica-se uma pequena mancha necrótica no tecido. Essa reação de hipersensibilidade é incompleta e esta lesão pode se desenvolver quando os genes *R2*, *R4*, *R10* ou *R11* estão envolvidos (COLON et al., 1995).

Na resistência à requeima do tipo parcial, não há, na maioria das cultivares de *Solanum tuberosum* L., altos níveis de resistência, contudo há outras espécies do gênero *Solanum*, que possuem elevados níveis de resistência à requeima (*S. demissum* e *S. stoloniferum*). Nestas espécies, existem 11 genes maiores de resistência, denominados de genes *R*, como citado anteriormente, os quais foram transferidos para a batata cultivada, porém raças de patógenos com resistência para todos os genes *R* apareceram e se alastraram (TURKENSTEEN, 1993).

No Brasil, não se conhece nenhuma cultivar de batata que apresente suficiente nível de resistência à requeima. Por isso, o objetivo do melhoramento genético é ampliar a base genética da batata através da incorporação de alelos oriundos de espécies silvestres (na maioria diplóides) ou de outros clones introduzidos na batata cultivada (BISOGNIN & DOUCHES, 2002). Para o desenvolvimento de cultivares, altamente adaptadas às condições sul-brasileiras de cultivo, com alta qualidade de tubérculo e resistentes à requeima, são necessários anos de pesquisa, até se obter os clones com as características desejáveis (BISOGNIN, 2006).

O uso de hospedeiros com menor suscetibilidade à requeima pode ser combinado com o aumento dos intervalos entre aplicações ou com a redução das doses de fungicidas foliares, de modo a melhorar o manejo da doença (SCHUMANN & D'ARCY, 2000; GRÜNWARD et al., 2000; KIRK et al., 2001; KIRK et al., 2005). Se a dosagem do fungicida for ajustada para os genótipos resistentes e se o momento de aplicação for definido com base nos sistemas de previsão, os fungicidas serão utilizados mais eficientemente, comparado ao método de aplicação em intervalos fixos (FRY, 1977; KIRK et al., 2001; KIRK et al., 2005). Na Europa, por exemplo, sistemas de previsão usados integram e organizam todas as informações referentes à biologia e ciclo de vida da *Phytophthora infestans* (Mont) de Bary, ao clima, ao crescimento e desenvolvimento da planta, à resistência dos genótipos aos fungicidas utilizados e o nível de pressão da doença (SCHEPERS, 2002).

Devido à agressividade e a alta velocidade com que o patógeno causador da requeima se dissemina entre as plantas no dossel de cultivo, os sistemas de previsão da requeima levam em consideração que todas as cultivares são passíveis de desenvolver a doença, mesmo aquelas consideradas resistentes. Porém, a quantidade de aplicações de fungicidas pode ser diminuída (GRÜNWARD et al., 2000; KIRK et al., 2005; NAMANDA et al., 2004), pois o sistema de previsão além de ser ajustado para cada região de cultivo, também deve ser ajustado para cada genótipo.

Com relação às cultivares utilizadas na região central do Rio Grande do Sul, a cultivar Macaca, utilizada neste estudo, é o genótipo mais cultivado pelas suas características culinárias (FIOREZE, 2003; TAZZO, 2005). É caracterizado por ser de porte baixo, com hábito de crescimento ereto e fechado, tendendo à prostração após o início da tuberização e de ciclo curto; os tubérculos têm formato redondo e achatado, olhos rasos, com película rosa escura e áspera e com polpa branca. É considerada resistente ao esverdeamento e suscetível à requeima (*Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary) e à pinta preta (*Alternaria solani* (Ellis & G. Martin) L.R. Jones & Grout) (PEREIRA et al., 2003; BISOGNIN, 1996).

Os clones resistentes à requeima, utilizados neste estudo foram desenvolvidos para outras condições de cultivo (BISOGNIN et al., 2002) e posteriormente avaliados em Santa Maria, RS (COSTA, 2004; COSTA, 2007). Esses clones podem ser utilizados como parentais no programa de melhoramento genético para combinar com adaptação às condições sul-brasileiras de cultivo. O clone SMIJ461-1 atualmente é classificado como um clone avançado, fonte de resistência à requeima (BISOGNIN et al., 2002) e com potencial para processamento, que vem sendo adaptado às condições de cultivo do RS. Esse clone pode ser utilizado como

parental no programa de melhoramento, em cruzamentos com clones e/ou cultivares bem adaptados, ou seguir o processo de avaliação para registro e proteção de novas cultivares.

No entanto, o clone SMINIA793101-3, que possui material genético oriundo do Programa de Melhoramento Genético da batata do Instituto de Investigações Agropecuárias (INIA) do Uruguai, ainda está em processo inicial de avaliação. É um clone que possui boa aparência e alta produtividade, características buscadas para consumo de mesa, e também é adequado para o processamento (informação pessoal, BISOGNIN, 2007).

3 MÉTODOS E TÉCNICAS

3.1 Localização e caracterização dos cultivos de batata

Os experimentos foram realizados na área experimental do Departamento de Fitotecnia da Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS (latitude de 29°43' S; longitude de 53°43' W e altitude de 95 m), localizada na região fisiográfica da Depressão Central do Estado do Rio Grande do Sul (Anexo A).

O clima local, segundo a classificação climática de Köppen, pertence ao tipo Cfa, subtropical úmido, com verões quentes e sem estação seca definida. As temperaturas médias do ar variam entre 12,9 °C, no mês de junho, e 24,6 °C, no mês de janeiro (MORENO, 1961). Nos meses de abril a outubro, predominam os excessos hídricos, enquanto nos meses de novembro a fevereiro, as deficiências não são raras (BURIOL et al., 1980). O solo do local pertence à unidade de mapeamento São Pedro, especificamente denominado Argissolo Vermelho distrófico arênico (EMBRAPA, 2006).

Os experimentos foram realizados nos períodos de 23/08 a 14/12/2006 (primavera) e de 15/03 a 21/06/2007 (outono), abrangendo uma área de cultivo de 1000 m² em cada época. Foram utilizados os clones avançados SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, ambos constituintes do programa de melhoramento genético de batata da Universidade Federal de Santa Maria, e a cultivar Macaca, amplamente utilizada no RS, caracterizada como suscetível à requeima. Para fins de padronização do texto, a cultivar Macaca será caracterizada como um clone. O manejo das plantas seguiu as recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul (BISOGNIN, 1996).

Na área utilizada para o cultivo de primavera (Anexo A), as culturas antecessoras da batata foram mandioca e milho (em consórcio) no verão e aveia no inverno. A área foi gradeada após a colheita da aveia e a adubação foi realizada baseada na análise de solo, a qual indicou a aplicação de 700 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O da fórmula 7-11-9, quantificada com base na recomendação da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (CQFS - RS/SC, 2004). A parte da área localizada ao sul do experimento era mais úmida e por isso ocorreram bacterioses nas plantas, causando a perda de uma parcela experimental.

A área utilizada para o cultivo de outono (Anexo A) estava em pousio e, portanto, essa área começou a ser preparada no inverno de 2006. Nessa época, foram feitas gradagens para revolvimento do solo e, posteriormente, foi realizada a aplicação de calcáreo e semeadura de aveia para manter cobertura no solo até o momento do plantio da batata em 2007. Antes do

plantio e após a dessecação da aveia, a área foi gradeada novamente, e a adubação do solo foi realizada com base na análise de solo, a qual indicou a aplicação de 1067 kg ha⁻¹ de N, P₂O₅ e K₂O da fórmula 7-11-9, quantificada com base na recomendação da COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC (CQFS - RS/SC, 2004). A área foi considerada homogênea e bem drenada, não havendo perda de parcelas nesse experimento.

A batata-semente utilizada nos dois experimentos foi obtida na Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (FEPAGRO/Júlio de Castilhos). Na safra de primavera de 2006, os tubérculos semente recebidos já haviam recebido o tratamento para a quebra de dormência. Os tubérculos dos clones Macaca e SMIJ461-1 haviam sido submetidos à quebra de dormência com ácido giberélico e mantidos em câmaras com temperatura controlada a 20°C por um período de 42 dias. Já para o clone SMINIA793101-3, foi utilizado bissulfureto de carbono, sendo os tubérculos cortados ao meio, por serem grandes, e mantidos a 20°C por 15 dias. Na safra de outono de 2007, os tubérculos do clone Macaca não precisaram ser submetidos à quebra de dormência, pois os tubérculos apresentaram brotação naturalmente. Nos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, foi realizado o tratamento com ácido giberélico e os tubérculos ficaram em ambiente ventilado por um período de 30 dias.

Após o preparo do solo, foram demarcadas as fileiras por sulcos superficiais espaçados 0,80 m entre si. Em seguida, foi realizada a adubação mineral de forma mecanizada e o plantio da lavoura de batata, utilizando-se a distância de 0,3 m entre batata-semente na fileira. Os tubérculos foram cobertos imediatamente com solo, formando-se um camalhão de cerca de 0,10 m de altura.

No experimento de primavera, a amontoa foi realizada na mesma data, 22 dias após a emergência (DAE), para os três clones. O procedimento da amontoa constou de uma adubação de cobertura seguida pelo aumento da altura e da largura do camalhão nas fileiras, feita com o auxílio de um arado acoplado a um trator. Para a adubação de cobertura, foram utilizados 200 kg ha⁻¹ de uréia, distribuídos manualmente próximo às plantas de batata. No experimento de outono, a amontoa foi realizada em momentos diferentes, aos 16 DAE para cada clone. Isso ocorreu devido à emergência desuniforme entre os clones. Por isso, a amontoa foi realizada manualmente, com o auxílio de enxadas, logo após a aplicação da adubação nitrogenada (250 kg ha⁻¹), formando-se o camalhão com 0,10 m de altura.

3.2 Controle de plantas daninhas, pragas e doenças

No experimento de primavera observou-se grande incidência de plantas daninhas, exigindo o controle químico em pós-emergência com um herbicida sistêmico específico para

o controle de gramíneas anuais e perenes. O herbicida utilizado foi o fluazifope-P-butílico (Fusilade 125^I - 2 L ha⁻¹ do produto comercial), que se transloca aposimplasticamente, concentra-se nos pontos de crescimento das plantas e acarreta a sua morte. O controle das demais invasoras, principalmente do picão-branco (*Galinsoga parviflora* Cav.), foi realizado manualmente durante todo o ciclo da cultura.

No experimento de outono, aos 15 dias após o plantio dos tubérculos aplicou-se, em pré-emergência, um herbicida seletivo e de largo espectro de ação contra plantas daninhas de folhas largas, metribuzim (Sencor 480^{II} - 1,5 L ha⁻¹ do produto comercial), e um herbicida para folhas estreitas (Fusilade 125 - 2 L ha⁻¹ do produto comercial). Após a emergência das plantas de batata, a incidência maior foi de tiririca (*Cyperus rotundus* L.), eliminada manualmente da área de cultivo por se tratar de uma planta daninha de difícil controle. Após esse manejo, não houve mais incidência de plantas daninhas até o final do experimento.

As pragas identificadas na área de cultivo foram vaquinha (*Diabrotica speciosa* Germar), mosca branca (*Bemisia tabaci* Genn.) e mosca minadora (*Liriomyza* sp. Blanchard). O controle dessas pragas foi realizado, sempre que necessário, seguindo as recomendações para a cultura da batata (BISOGNIN, 1996).

Com relação à doenças, nos dois experimentos observou-se a ocorrência de murcha bacteriana (*Ralstonia solanacearum* Smith) e pinta-preta (*Alternaria solani* Ell. & Mart. Jones & Grot), em plantas isoladas. Entretanto, a incidência de requeima (*Phytophthora infestans*) ocorreu em toda a área de cultivo. Para evitar a proliferação da murcha bacteriana foi realizado o arranquio manual das plantas com sintomas, logo que essas foram identificadas. Para controle da requeima e pinta-preta, com exceção das parcelas testemunha, foram utilizados os fungicidas mancozebe (Dithane NT^{III} - 3,0 kg ha⁻¹ do produto comercial), oxiclreto de cobre (Cuprogarb 350^{IV} - 4 g L⁻¹ de água do produto comercial), piraclostrobina + metiram (Cabrio Top^V - 3,0 kg ha⁻¹ do produto comercial), conforme recomendações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007). A aplicação dos produtos foi realizada de forma alternada entre os produtos de ação de contato (Dithane NT e Cuprogarb) e o de ação sistêmica (Cabrio Top), observando-se os valores de severidade acumulados para cada tratamento. Para a aplicação, foi utilizado um pulverizador costal de 20 litros de capacidade, ao qual foi acoplado um bico de pulverização do tipo cone vazio.

^I Titular do Registro: SYNGENTA PROTEÇÃO DE CULTIVOS LTDA

^{II} Titular do Registro: BAYER S.A.

^{III} Titular do Registro: DOW AGROSCIENCES INDUSTRIAL LTDA

^{IV} Titular do Registro: OXIQÚMICA AGROCIÊNCIA LTDA

^V Titular do Registro: BASF S.A.

3.3 Delineamento experimental e tratamentos

Foram utilizados treze tratamentos arranjados no delineamento inteiramente casualizado, com quatro repetições (Anexo A). Cada repetição constituiu uma parcela composta por quatro fileiras de plantas, com 5,0 m de comprimento e 3,2 m de largura, equivalente a uma área de 16,0 m². Com o objetivo de minimizar as interferências entre parcelas, foram consideradas como parcela útil 3,0 m de comprimento das duas fileiras centrais e como bordadura uma fileira de plantas de cada lado da parcela e 1,0 m na extremidade das mesmas. Na área central da parcela (área útil de 4,8 m²) foram realizadas as avaliações durante os experimentos. No outono de 2007, a área útil de algumas parcelas foi alterada devido à emergência desuniforme das plantas, demarcando-se áreas menores no interior de cada parcela. Cada área foi marcada levando em consideração grupos de plantas que emergiram no mesmo momento, evitando assim a influência do ciclo das plantas na produtividade de cada parcela.

Dois sistemas de previsão de requeima foram avaliados: Blitecast (KRAUSE et al., 1975) e Prophy (SCHEPERS, 1995). No sistema Blitecast, os tratamentos foram programados conforme o acúmulo de valores de severidade, que são o resultado da combinação entre as condições meteorológicas do ambiente, umidade relativa e temperatura média do ar no período em que a umidade relativa do ar foi maior que 90 %, ambas medidas a 1,5 m do nível do solo, ou seja, acima do dossel das plantas de batata. Os valores de severidade foram calculados diariamente com base nas classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa do ar maior ou igual a 90%. Esse cálculo foi realizado com base na Tabela 1.

Conforme critérios do sistema Prophy, a primeira aplicação de fungicida para os clones suscetíveis é realizada a partir do momento que o cultivo alcança a altura de 0,15 m, e para os clones resistentes quando ocorrerem 10 dias de condições favoráveis para o desenvolvimento da requeima (alta umidade relativa e temperaturas em torno de 20 °C). Nos tratamentos desse trabalho, quando não ocorrerem essas condições iniciais favoráveis para o desenvolvimento da requeima, as aplicações variaram conforme as condições meteorológicas (umidade relativa do ar, temperatura do ar, molhamento, precipitação) e os fungicidas utilizados (contato ou sistêmico). As aplicações subseqüentes, conforme o sistema prophy, foram programadas conforme o acúmulo de valores de severidade. Neste sistema, o cálculo do acúmulo de valores de severidade também foi realizado com base nos dados de umidade relativa e temperatura do ar (Tabela 1). No entanto, esses dados foram medidos por sensores instalados a 0,1 m do nível do solo. A medida desses elementos meteorológicos neste nível é

mais realista, pois expressa o que está acontecendo no microclima do dossel, uma vez que os sensores estão instalados entre as plantas de batata. Essa é a diferença fundamental entre o sistema Blitecast e o Prophy.

Tabela 1 - Classes de temperatura média do ar durante os períodos contínuos de acúmulo de horas com umidade relativa maior do que 90% e respectivos valores de severidade (VS) diários para o controle da queimeira nos cultivos de batata. Santa Maria, 2007.

Classes de Temperatura (°C)	Tempo com umidade relativa > 90% (horas)				
	≤ 15	16-18	19-21	22-24	> 22
7,2 – 11,6	≤ 15	16-18	19-21	22-24	> 22
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

Fonte: KRAUSE et al. (1975)

Os tratamentos estabelecidos para os experimentos da primavera de 2006 e outono de 2007 foram constituídos pelos sistemas de previsão (Blitecast e Prophy), pelos clones (Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA790131-3) e pelos esquemas da aplicação de fungicida que variaram conforme os VS acumulados, os intervalos semanais e as testemunhas (Tabela 2). Os VS acumulados foram definidos para cada tratamento levando-se em consideração a resistência ou suscetibilidade dos clones. Para o clone Macaca, suscetível à queimeira, além de utilizar o sistema Blitecast, optou-se em utilizar o sistema Prophy, que acumula valores de severidade mais rapidamente do que os sistema Blitecast., conforme observado por Trentin (2006) e por vezes até mais rápido que o esquema semanal. Para os clones resistentes optou-se por utilizar somente o sistema Blitecast com valores de severidade superiores aos utilizados para o clone Macaca, pois considerou a hipótese de que clones resistentes necessitaram menos aplicações de fungicidas do que clones suscetíveis.

No sistema Blitecast, os valores de severidade diários foram acumulados até o momento em que atingiam 18 e 24 VS para o clone Macaca e 24 e 36 VS para os clones SMIJ461-1 e SMINIA790131-3. Como se pode verificar, para os clones considerados resistentes à queimeira foi estabelecido um dos VS acumulados maior (36) do que para o clone Macaca, uma vez que clones resistentes podem estabelecer uma reação ao ataque do fungo, retardando o desenvolvimento da doença (KAMOUN et al., 1999). No entanto, para o sistema Prophy, os valores de severidade diários foram acumulados até 15, 20 e 25 VS para o clone Macaca. Quando se atingia esses VS, realizava-se a aplicação do fungicida e o acúmulo era

reiniciado. Portanto, a partir desse momento iniciava-se (em zero) nova contagem de valores de severidade. Por exemplo, o tratamento SMBLI24 significava que no clone SMIJ461-1 (SM) a aplicação de fungicida foi realizada sempre que o sistema de previsão Blitecast (BLI) acumulava 24 VS (BLI24); o tratamento MPRO15 significava uma aplicação de fungicida no clone Macaca (M) sempre que o sistema de previsão Prophy (PRO) acumulava 15 VS (PRO15).

Tabela 2 - Tratamentos com diferentes esquemas de aplicação de fungicidas, em função dos valores de severidade (VS) acumulados, calculados pelos Sistemas Blitecast (BLI) e Prophy (PRO) para os clones macaca (M), SMIJ461-1 (SM) e SMINIA 793101-3 (SMINIA) de batata em Santa Maria. Santa Maria, 2007.

Tratamento	Esquema	Sistema de Previsão	VS	Descrição
MTEST	TEST	Sem aplicação ¹	-	Testemunha para o clone Macaca
MSemanal	Semanal	Semanal ¹	-	Semanal para o clone Macaca
MBL18	BLI18	Blitecast	18	Blitecast com 18 VS para o clone Macaca
MBLI24	BLI24	Blitecast	24	Blitecast com 24 VS para o clone Macaca
MPRO15	PRO15	Prophy	15	Prophy com 15 VS para o clone Macaca
MPRO20	PRO20	Prophy	20	Prophy com 20 VS para o clone Macaca
MPRO25	PRO25	Prophy	25	Prophy com 25 VS para o clone Macaca
SMTEST	TEST	Sem aplicação ¹	-	Testemunha para o clone SMIJ461-1
SMBLI24	BLI24	Blitecast	24	Blitecast com 24 VS para o clone SMIJ461-1
SMBLI36	BLI36	Blitecast	36	Blitecast com 36 VS para o clone SMIJ461-1
SMINIATEST	TEST	Sem aplicação ¹	-	Testemunha para clone o clone SMINIA793101-3
SMINIABLI24	BLI24	Blitecast	24	Blitecast com 24 VS para o clone SMINIA793101-3
SMINIABLI36	BLI36	Blitecast	36	Blitecast com 36 VS para o clone SMINIA793101-3

¹Tratamentos em que não foram utilizados os sistemas de previsão

3.4 Variáveis meteorológicas

Na obtenção de variáveis meteorológicas foram utilizados uma estação automática, marca Davis e um aquisitor eletrônico de dados (datalogger) com entrada para 30 canais analógicos e 4 digitais. A estação automática e os sensores acoplados ao datalogger foram instalados no centro da área experimental.

Com a estação automática foram medidos continuamente as variáveis: tempo de molhamento foliar (MF) a 0,5 h, sendo h a altura média das plantas; temperatura do ar

(T, °C); umidade relativa do ar (UR, %) e densidade de fluxo de radiação solar incidente sobre o dossel de plantas (R_g , $W m^{-2} min^{-1}$), medidos a 1,5 m acima do solo, e a velocidade do vento (U_2 , $m s^{-1}$), medida a 2,0 m de altura. Todos os dados coletados pela estação automática foram armazenados a intervalos de 10 minutos. A precipitação pluvial (mm) considerada para esse estudo foi obtida da estação meteorológica principal de Santa Maria, pertencente ao 8°DISME/INMET/MA.

O datalogger e uma bateria foram acondicionados no interior de uma caixa de isopor. Após sua acomodação entre duas fileiras de plantas, no centro da área de abrangência da distribuição dos sensores, a caixa foi recoberta com filme plástico para evitar a entrada da água da chuva. As medidas foram realizadas com a frequência de 1,0 segundo e os valores armazenados a intervalos de 10 minutos.

Os dados de temperatura do ar, com termômetro de bulbo seco (T_s) e termômetro de bulbo úmido (T_w), foram medidos por pares psicrométricos construídos com sensores de resistência elétrica de platina, Pt-100, conectados ao datalogger por meio de cabos de 10,0 m de comprimento. Os sensores que formavam os pares psicrométricos estavam distanciados 0,10 m entre si, e alojados em mini-abrigos de PVC com ventilação natural (TAZZO, 2005). A instalação dos conjuntos de mini-abrigos/pares psicrométricos foi realizada no alinhamento Norte-Sul, ficando dispostos com a extremidade aberta voltada para o quadrante sul. Além disso, os mini-abrigos foram recobertos com folhas de espuma isolante com película refletora de alumínio. Esses procedimentos foram adotados para evitar a incidência de radiação solar sobre os sensores e minimizar os efeitos de aquecimento nas paredes internas dos mini-abrigos. Para monitorar os gradientes de temperatura e umidade do ar no perfil vertical do dossel, foram montadas torres com pares psicrométricos em dois níveis. Em cada época de cultivo foram utilizadas duas torres, ou seja, duas repetições de pares psicrométricos dispostos na altura de 0,10 m e 1,50 m, conforme preconizado pelos sistemas de previsão Prophy e Blitecast, respectivamente. Os dados obtidos nas duas repetições de dois níveis de medidas psicrométricas foram agrupados através de médias. A partir das médias de temperatura do bulbo seco (T_s) e temperatura do bulbo úmido (T_w) foram obtidos os valores de pressão de saturação de vapor do ar (e_s) em hPa (eq. 1), a pressão parcial de vapor do ar (e) em hPa (eq. 2) e a umidade relativa do ar (UR) em % (eq. 3), a 0,10 m e 1,50 m do nível do solo.

$$e_s = 6,107 \exp^{[17,2694T_s / (T_s + 237,3)]} \quad (1)$$

$$e = 6,107 \exp \left[\frac{17,2694 T_w}{(T_w + 237,3)} \right] - 0,66 (T_s - T_w) \quad (2)$$

$$UR = 100 \frac{e}{e_s} \quad (3)$$

O saldo de radiação (Rn) sobre o dossel das plantas de batata foi medido com o auxílio de um saldo-radiômetro não ventilado. A instalação da haste do saldo-radiômetro foi a 1,0 m de altura do solo e de maneira que as partes sensíveis ficassem posicionadas sobre a parte aérea das plantas de batata em uma fileira de plantio. Para evitar a condensação de gotículas no interior da cúpula do saldo-radiômetro, periodicamente foram realizadas inspeções e substituição da sílica usada para a absorção da umidade do interior do equipamento.

3.5 Determinações fenológicas

O acompanhamento dos estágios fenológicos foi realizado durante todo o período de cultivo. O dia da emergência (EM) foi considerado quando 50 % das plantas na parcela estavam visíveis acima do solo (SANDS et al., 1979). O início da tuberização (IT) foi determinado coletando-se diariamente 2 plantas de cada parcela nas linhas da bordadura. O dia do IT foi considerado quando 50 % das plantas amostradas apresentavam pelo menos um tubérculo com 1,0 cm de diâmetro (SANDS et al., 1979; MANRIQUE & HOGES, 1989; OLIVEIRA, 2000). Após a avaliação para IT, as plantas amostradas foram repostas para compor a bordadura. A data do início da senescência (IS) foi considerada quando 50 % das plantas da área útil da parcela estavam no estágio 81 e a data do ponto de colheita (CO) foi considerada quando 100 % das plantas na parcela completaram o estágio 89, conforme descrito na escala de desenvolvimento da batata descrita por Bätz et al. (1980).

O ciclo de desenvolvimento da cultura da batata foi dividido em três fases (LOPES & BUSO, 1997; KOOMAN et al., 1996): 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).

3.6 Determinações fenométricas

Após a emergência, foram marcadas 12 plantas, uma em cada parcela dos tratamentos que receberiam o maior número de aplicações de fungicidas (MSemanal, SMBLI24 e SMINIABLI24), pois nessas parcelas esperava-se, pelo menos teoricamente, que houvesse preservação da parte aérea das plantas até o final do ciclo. Essas plantas representaram os

dados fenométricos dos clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Semanalmente foram realizadas medições de estatura de cada haste das plantas (EP), máximo comprimento (C) e largura (L) de todas as folhas das plantas marcadas. Além disso, foi realizada a contagem do número de hastes (NH) de cada planta e do número de folhas (NF) de cada haste.

Depois de realizadas as medições, os dados foram digitados e calculou-se a área de cada folha utilizando-se a mesma equação (eq.4) para os três clones. Assumiu-se a ocorrência de um possível erro entre os clones devido a essa equação ter sido desenvolvida especificamente para o clone Macaca (MAASS, 2004). No entanto, esse possível pequeno erro foi considerado não relevante devido o modelo incluir as duas dimensões da folha e ao fato de que o propósito da determinação da AF nesses experimentos não exigir alta precisão.

$$AF = 0,307006 (C \times L)^{1,053394} \quad (4)$$

na qual, AF é a área foliar em cm^2 , C x L é o produto entre o C máximo da folha e a L máxima da folha, em cm. A área foliar total da planta (AFt) foi obtida pela soma da AF de todas as suas folhas individuais. Com os valores de AFt calculou-se o respectivo IAF, conforme equação abaixo:

$$IAF = \left(\frac{AFt \times 0,0001}{Ef \times Ep} \right) \quad (5)$$

na qual, IAF é o índice de área foliar, Ef é o espaçamento entre fileiras (cm) e Ep é o espaçamento entre plantas (cm). Para os demais dias do intervalo entre as medições de IAF, seu valor foi interpolado, através de equações ajustadas em função do número de dias após a emergência (DAE).

A análise estatística foi realizada com os dados que representavam o valor máximo para essas variáveis, ou seja, com os dados da maior EP, NH, NF e IAF, correspondente ao DAE.

3.7 Observações do progresso da requeima

Para verificar a acurácia dos sistemas de previsão em prever a probabilidade de ocorrência da requeima por meio de variáveis meteorológicas, foram realizadas observações de severidade da doença, método direto de avaliação dos sintomas.

Com os valores de severidade determinou-se a porcentagem da área de tecido doente (sintomas e/ou sinais visíveis), através da medição direta da área foliar afetada, com chaves descritivas ou diagramáticas. Os critérios utilizados na observação da severidade observada nas plantas seguiram a escala diagramática de James (1971), apresentada no Anexo B. Essas avaliações de severidade foram realizadas nos dois períodos experimentais, em três plantas por parcela. Foram avaliadas três folhas, dispostas na parte inferior, mediana e superior, em cada uma das três plantas localizadas na área útil de cada parcela. As folhas foram marcadas com uma linha branca assim que eram identificados os sintomas da requeima. A média das três folhas representou a severidade observada na planta, a média das três plantas representou a severidade da parcela e, por fim, a média de severidade das quatro parcelas de cada tratamento consistiu na severidade observada para o tratamento.

Na primavera de 2006, foram realizadas observações de severidade nas plantas marcadas aos 51, 55, 59, 63, 67 e 71 DAE, em todos os tratamentos. No outono de 2007, as observações de severidade ocorreram aos 24, 28, 32, 37, 41, 45, 50, 54, 57, 62, 66, 69, 73 e 77 DAE, para os tratamentos do clone SMINIA793101-3, e aos 17, 21, 25, 30, 34, 38, 43, 47, 50, 55, 59, 62, 66 e 70 DAE, para os tratamentos referentes aos clones Macaca e SMIJ461-1. Essa diferença nos DAE entre os tratamentos foi decorrente do atraso da emergência das plantas dos clones Macaca e SMIJ461-1 em relação ao clone SMINIA793101-3.

Após a obtenção dos dados médios da severidade observada em cada planta marcada, foi calculada a duração da área foliar sadia (DAFS), obtida a partir da integração do índice de área foliar sadia, conforme Waggoner et al. (1987). Após a realização das curvas de progresso da doença, calculou-se a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), obtida a partir da integração das curvas de progresso da doença (uma para cada parcela) e da duração da área foliar sadia. A AACPD e DAFS foram calculadas conforme descrito por Campbell e Madden (1990):

$$AACPD = \sum_i^{n-1} \left(\frac{x_i + x_{i+1}}{2} \right) (t_{i+1} - t_i) \quad (6)$$

$$DAFS = \sum_{i=1}^{n_0-1} \frac{[IAF_i(1 - x_i) + IAF_{i+1}(1 - x_{i+1})]}{2(t_{i+1} - t_i)} \quad (7)$$

nas quais, n é o número de avaliações, x é a severidade da requeima em %, $(t_{i+1} - t_i)$ representam o intervalo de tempo entre as avaliações consecutivas de severidade, IAF_i é o

índice de área foliar no tempo. Os valores de AACPD foram padronizados, dividindo-se cada valor pelo número de dias da epidemia.

O processamento e a análise estatística dos dados foram realizados através de regressões lineares e não lineares entre as variáveis severidade, AACPD e DAFS com a produtividade da cultura. Os resultados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos a análise de variância pelo teste de F e a diferença entre as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro. Os valores de severidade foram transformados em $\arcsen\sqrt{x/100}$ para análise estatística.

Em virtude das condições do inverno na região não serem extremas o suficiente para eliminar o inóculo do patógeno, não foi realizada inoculação artificial de *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary, sendo que a infecção do patógeno no hospedeiro ocorreu naturalmente nas épocas de cultivo da batata, quando as condições ambientais foram favoráveis ao patógeno.

3.8 Colheita, classificação de tubérculos e determinação dos componentes da produtividade

No final do ciclo da cultura, quando as plantas das parcelas úteis se encontravam com as folhas totalmente senescidas, foi realizada a dessecação da parte aérea das plantas de toda a área experimental. Dez dias depois da dessecação foi realizada a colheita individual de cada parcela experimental. Os tubérculos colhidos foram colocados em caixas com identificação da referida parcela experimental e levados a um galpão onde foram classificados em comerciais e não comerciais, determinando-se seu número e sua massa fresca total. A partir desses dados foi determinada a produtividade da cultura por parcela e por tratamento.

Na colheita do outono de 2007, foi realizada a contagem do número de plantas existentes na área útil e os tubérculos colhidos de cada cova foram colocados em sacos de malha (utilizados para embalagem de frutas e legumes em geral) e, posteriormente, acondicionados na caixa referente à parcela. Esse procedimento foi realizado para que o cálculo da produtividade fosse feito em relação à quantidade de tubérculos colhidos na área de cada planta da parcela útil e depois extrapolado para a área em hectares. Dessa forma foi possível desconsiderar, da produtividade total, plantas perdidas na área útil.

Os resultados obtidos nos diferentes tratamentos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e a diferença entre as médias foi comparada pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade de erro.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização fenométrica dos clones

A descrição clara do crescimento e desenvolvimento da planta ou de partes dela permitem comparações entre situações distintas, podendo ser aplicada às mais diversas modalidades de estudos (HUNT, 1978; BEADLE, 1993; BARCELOS et al., 2007) inclusive em estudos de ajuste de sistemas de previsão à requeima.

Os clones utilizados apresentaram características fenométricas distintas nas duas épocas de cultivo (Figura 2). Na primavera de 2006, o IAF atingiu um valor máximo de 1,69 aos 45 DAE, 1,40 aos 31 DAE e 1,54 aos 31 DAE para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, respectivamente (Figura 2b). O clone Macaca teve crescimento do IAF até os 45 DAE, o clone SMIJ461-1 até 38 DAE e o clone SMINIA793101-3 até 31 DAE. Após esse momento, o IAF decresceu consideravelmente, devido à senescência natural das folhas basais, ao sombreamento decorrente da parte aérea das plantas de batata e das plantas daninhas, além da incidência de requeima a partir dos 50 DAE. O clone Macaca emitiu maior NF e NH do que os demais clones (Figura 2a e 2d) e teve maior acamamento, formando um microclima mais favorável à requeima. A máxima estatura de planta (EP) foi de 35,9, 32,8 e 35,4 cm, para os clones Macaca (66 DAE), SMIJ461-1 (59 DAE) e SMINIA793101-3 (52 DAE), respectivamente, (Figura 2c) não havendo diferença significativa entre os clones. Observou-se diferença significativa entre os clones somente em relação ao NH, sendo que o clone Macaca apresentou maior NH em comparação ao clone SMIJ461-1 (Figura 2d).

No outono de 2007, o maior NF ocorreu aos 30 DAE, para o clone Macaca, e aos 37 DAE, para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, e não se observou diferença estatística significativa para NF e NH entre os clones (Figura 2e e 2h). O valor máximo de IAF ocorreu aos 42 DAE para os clones Macaca (1,23) e SMIJ461-1 (0,78) e aos 37 DAE para o clone SMINIA793101-3 (1,56). A EP máxima ocorreu aos 37 DAE para os clones Macaca e SMINIA793101-3 e aos 52 DAE para o clone SMIJ461-1. Estatisticamente, o clone SMIJ461-1 teve menor IAF, não diferindo do clone Macaca (Figura 2f) e o clone SMINIA apresentou maior EP do que os clones Macaca e SMIJ461-1 (Figura 2g).

Entre as épocas de cultivo, obteve-se maior NF, IAF e NH na primavera, exceto para o IAF do clone SMINIA que foi alto nas duas épocas de cultivo. Esse comportamento do crescimento diferenciado das plantas entre as épocas pode ser explicado pelo fato de que durante o período de cultivo do outono, a radiação solar e a temperatura decrescem no

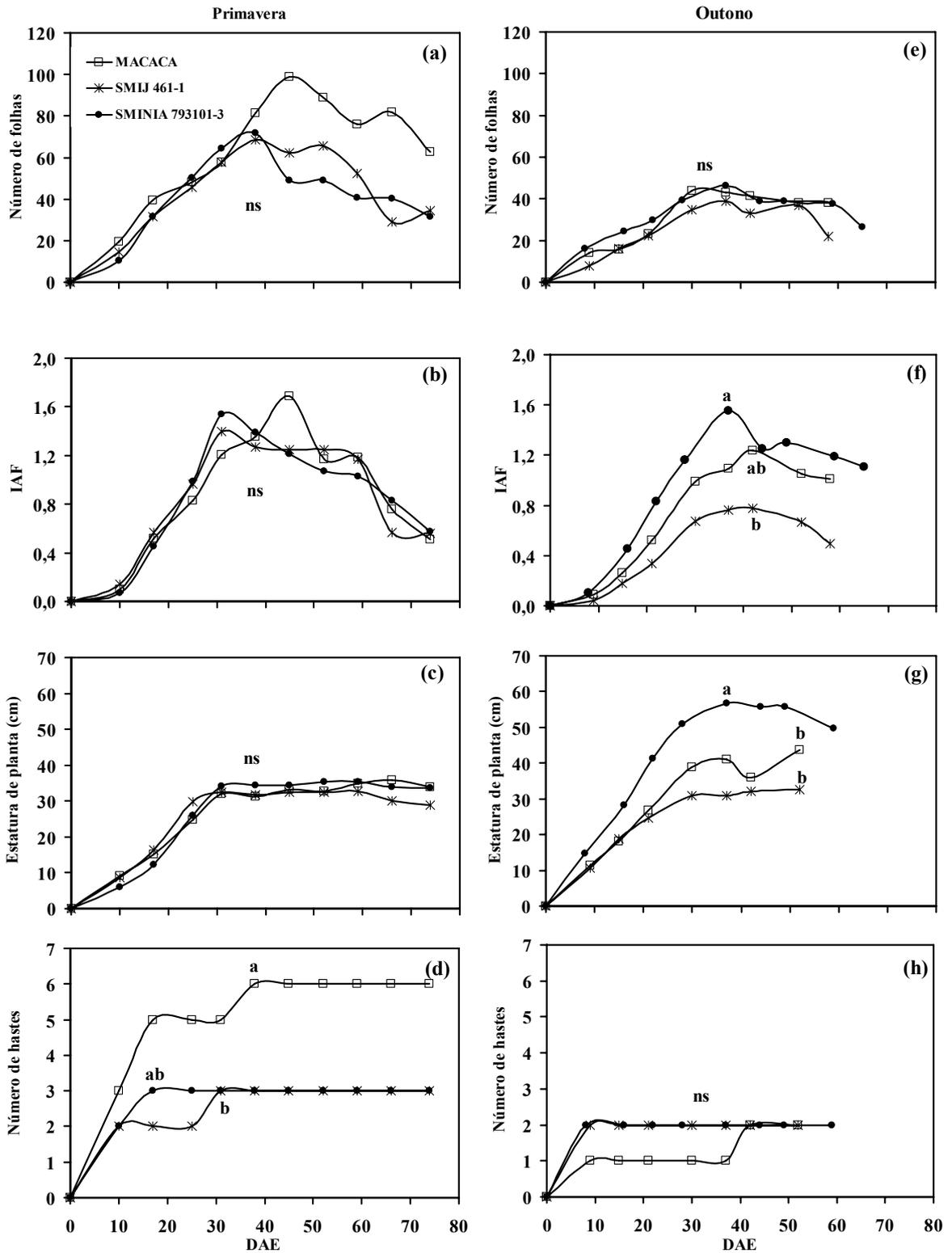


Figura 2 - Número de folhas, índice de área foliar (IAF), estatura da planta e número de hastes dos clones de batata Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, na primavera de 2006 (a, b, c, d) e outono de 2007 (e, f, g, h), em função do número de dias após a emergência (DAE). Médias do momento em que as plantas atingiram o maior valor de cada variável, seguidas pela mesma letra minúscula não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro; ns = diferença não significativa. Santa Maria, 2007.

decorrer do ciclo de crescimento e desenvolvimento das plantas, favorecendo mais o crescimento e o desenvolvimento dos tubérculos do que da parte aérea. Isso implica que a quantidade de radiação solar incidente é mais elevada no início do período de crescimento, quando o IAF ainda é baixo e insuficiente para maximizar a interceptação da radiação disponível. Quando a área foliar atinge o crescimento máximo, capaz de maximizar a interceptação luminosa, a radiação solar incidente atinge os níveis mais baixos, que no caso de plantios muito tardios, podem coincidir com a menor disponibilidade de radiação, que ocorre em torno do solstício de inverno (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979; MULLER et al., 2007). No entanto, a redução da temperatura, principalmente à noite estimula a tuberização e o acúmulo de amido, compensando em parte a menor disponibilidade de radiação.

Na primavera, a disponibilidade radiativa e térmica e o crescimento da área foliar aumentam simultaneamente. Assim a elevação da temperatura e o alongamento do fotoperíodo, durante o ciclo, podem resultar em crescimento exagerado da parte aérea, provocando acamamento, tornando os folíolos menores e retardando a tuberização (FILGUEIRA, 2003). Essas condições foram as prováveis causas que fizeram com que o NF, o IAF e o NH passassem de uma média de 82,4, 1,17 e 4,0 na primavera para 44,3, 0,83 e 2,0 no outono, respectivamente (Figura 2a, 2b, 2d, 2e, 2f, 2h). Uma constatação surpreendente foi a EP ser maior no outono do que na primavera (Figura 2c e 2g) porque os dados da literatura mostram que condições de dias curtos favorecem a formação precoce dos tubérculos e de estolões curtos, com menor estatura de plantas, enquanto que dias longos atrasam a tuberização, induzem estolões maiores e crescimento mais abundante da parte aérea (BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979). Porém, ao observar-se os dados de temperatura no período de emergência-tuberização verificou-se que no outono eles foram mais favoráveis ao crescimento do que na primavera.

Comparando os clones caracterizados resistentes à requeima, observa-se que fenometricamente eles são distintos entre si. O clone SMIJ461-1 tem menor parte aérea do que o clone SMINIA793101-3, o que pode ser considerado interessante do ponto de vista de menor fechamento do dossel, pois proporciona maior aeração entre as plantas e menor período de umidade relativa do ar acima de 90 %. Outro ponto positivo é que as folhas são menores e por isso a secagem é mais rápida devido à menor camada limite (HELDWEIN, 1993), desfavorecendo o desenvolvimento da requeima. Por outro lado, a menor quantidade de parte aérea desfavorece o acúmulo de fotoassimilados pela menor interceptação de radiação solar, o que, geralmente, se traduz na menor produtividade da

cultura. O clone Macaca, considerado suscetível à requeima, é muito semelhante ao clone SMINIA793101-3 por apresentar maior NF e folhas grandes, características que, sob condição de precipitações de maior intensidade, favorecem ao acamamento da cultura em função do aumento da pressão exercida sobre a haste (EASSON et al., 1993), favorecendo o microclima para a requeima. No entanto, quanto maior a parte aérea das plantas maior será a interceptação de radiação solar e, conseqüentemente, maior será o acúmulo de fotoassimilados responsáveis pela produtividade da cultura (KHURANA & MCLAREN, 1982). Além disso, quanto maior a parte aérea, mais tempo a requeima levará para destruir a planta, favorecendo métodos de controle após o aparecimento da doença no campo, os quais poderão impedir seu alastramento e a planta poderá se recuperar, ao menos parcialmente, enquanto que plantas com menor parte aérea como a SMIJ461-1 poderão ser mais afetadas e terão menor possibilidade de compensar as perdas de IAF.

4.2 Relação entre os fatores do ambiente e os sistemas de previsão

Constatou-se que o sistema Blitecast previu menos tempo com umidade relativa do ar acima de 90 % do que o Prophy durante todo o ciclo da cultura nos dois períodos experimentais (Figura 3a, 3b, 3c), concordando com os resultados de Trentin (2006). Essas diferenças ocorreram devido, principalmente, a posição de instalação dos psicrômetros. Os sensores para medir a temperatura e determinar umidade relativa do ar estavam posicionados em diferentes níveis para os sistemas Prophy e Blitecast. Como os sensores para o sistema Prophy estavam à 0,1 m do solo, esses mediram a umidade relativa do ar no interior do dossel de plantas, local em que ela permanece elevada por um período mais prolongado do que acima do dossel de plantas (VAN EIMERN, 1964; HELDWEIN, 1993; TAZZO, 2005).

Os valores de umidade relativa dos diferentes níveis de medida confirmam essa condição (ANEXO D), constatando-se que, tanto em dias com chuva quanto em dias sem chuva, ela é superior no interior do dossel das plantas. Em experimentos realizados com as culturas de milho e de soja, Pedro Júnior & Gillespie (1982a,b) verificaram que não havia diferenças entre as medidas de umidade relativa do ar realizadas dentro ou fora do dossel das plantas. Assumiram que os valores de pressão parcial de vapor no dossel eram iguais aos medidos em uma estação automática fora do dossel para a estimativa de duração do molhamento. No entanto, Heldwein (1993) verificou que para a cultura da batata existem diferenças de umidade relativa e pressão parcial de vapor medidos dentro e acima do dossel das plantas e que essas são condicionadas pela diferença da pressão parcial de vapor e podem

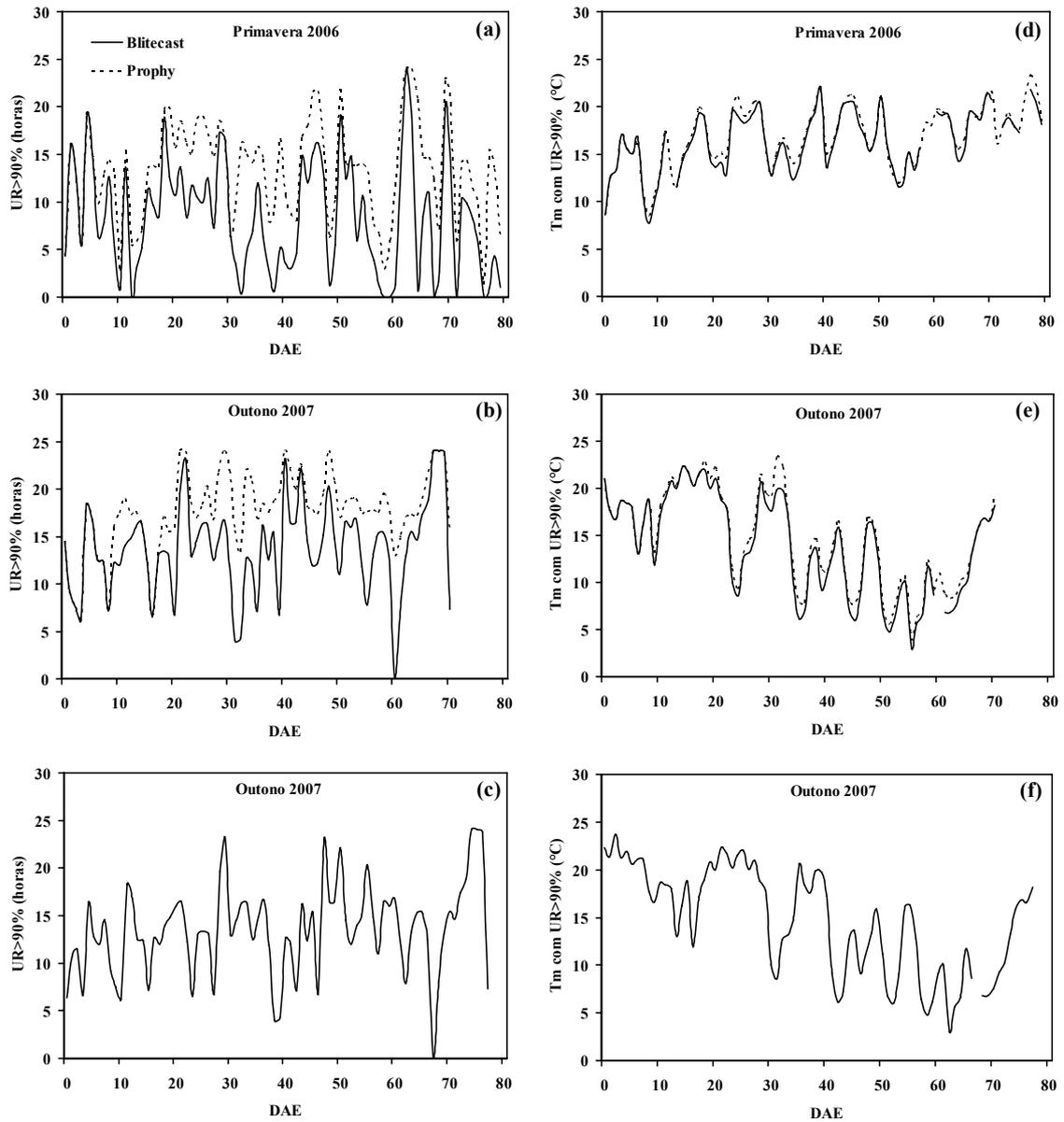


Figura 3 – Período de tempo em horas com umidade relativa do ar maior do que 90 % (UR>90 %) e temperatura média do ar (T_m) nos períodos com umidade relativa do ar maior do que 90 % verificados pelos sistemas Blitecast e Prophy durante a primavera de 2006 para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 (a, d) e o outono de 2007 para os clones Macaca, SMIJ461-1 (b, e) e SMINIA793101-3 (c, f), em função do número de dias após a emergência (DAE). O clone SMINIA793101-3 emergiu antes dos outros clones no outono e, portanto os dados do sistema Blitecast estão associados de forma diferente em relação aos DAE (c, f). Santa Maria, 2007.

ser maiores do que 3,0 hPa, sendo que a maior diferença ocorre das 18 h às 22 h, período em que geralmente inicia a formação do orvalho. Além disso, dentro do abrigo meteorológico e acima de um dossel de batata, o comportamento normal da pressão parcial de vapor apresenta

dois pontos de máxima, sendo um no entardecer e o outro, na maioria das vezes no final da manhã (BERGER-LANDEFELDT et al., 1956; VAN EIMERN, 1964), enquanto que no interior do abrigo o pico de máxima do entardecer quase nunca ocorre. O pico de máxima da pressão parcial de vapor no entardecer ocorre principalmente porque a velocidade do vento decresce rapidamente com a estabilização do ar junto à superfície, enquanto os processos de transpiração e, principalmente de evaporação na superfície do solo ainda contribuem para o aumento da pressão parcial de vapor (HELDWEIN, 1993).

Os sistemas de previsão de doença Prophy e Blitecast deveriam prognosticar a ocorrência da requeima em função de condições ambientais conhecidas, como o tempo acumulado em horas em que a umidade relativa do ar esteve acima de 90% (o que poderia representar a presença de água livre na superfície das folhas das plantas, sendo influenciada diretamente pela precipitação e o balanço de energia) e a temperatura média do ar nesse período, as quais podem favorecer a infecção do hospedeiro pelo patógeno. Sendo assim, no outono de 2007, a maioria dos dias do ciclo da cultura da batata apresentou condições favoráveis para o desenvolvimento da requeima conforme dados obtidos nos sensores do sistema de previsão Prophy.

4.2.1 Primavera de 2006

Os períodos de umidade relativa do ar acima de 90 % com mais de 10 horas, favoráveis à requeima, ocorreram em 33 dias, pelo sistema Blitecast, e 56 dias, pelo sistema Prophy. Isso representa 70% a mais de dias com umidade relativa do ar favorável à requeima do sistema Prophy em relação ao sistema Blitecast. Um exemplo característico das diferentes estimativas ocorreu aos 62 DAE e 63 DAE. A umidade relativa do ar permaneceu acima de 90 % por até 24 horas apenas um dia (62 DAE) quando calculado pelo sistema Blitecast e em dois dias (62 e 63 DAE) pelo sistema Prophy, sendo que ocorreu precipitação de 35,3 mm aos 62 DAE e de 9,2 mm aos 63 DAE (Figura 4a).

A temperatura nos momentos em que a umidade relativa era maior do que 90 % variou de 7,7 °C (8 DAE) à 22 °C (39 DAE), conforme o sistema Blitecast, e de 8,3 °C (8 DAE) à 23,3 °C (77 DAE), conforme o sistema Prophy (Figura 3d). Outra constatação foi de que a temperatura do ar se manteve acima de 15 °C em 51 (Blitecast) e 60 (Prophy) dias do ciclo da batata, nos quais a umidade relativa foi maior do que 90 % (UR>90 %). Isso demonstrou que houve dias favoráveis ao desenvolvimento da requeima no cultivo de primavera das plantas de batata e que foram mais favoráveis se forem considerados os dados do sistema Prophy.

A precipitação acumulada a partir da emergência das plantas até a colheita dos tubérculos foi de 354,7 mm, sendo que até os 29 DAE ocorreu mais de 59 % da precipitação acumulada em todo o período do cultivo da batata. O período mais prolongado sem precipitação ocorreu entre 30 e 42 DAE e foi nesse período que a radiação solar média diária elevou-se progressivamente, atingindo 600 W m^{-2} aos 50 DAE (Figura 4a). De modo geral, a radiação solar seguiu uma tendência de aumento do início para o final do ciclo da cultura da batata.

4.2.2 Outono de 2007

O período com umidade relativa do ar acima de 90 % foi maior do que na primavera de 2006 (Figura 3b). Ocorreram 2 e 7 dias com período de molhamento de 24 horas, determinados pelos sistemas Blitecast e Prophy, respectivamente. Foram 56 dias com mais de 10 h de molhamento calculados pelo Blitecast e 64 dias pelo Prophy. Isso representa 14 % de dias a mais com umidade relativa do ar favorável à requeima quando se utilizou o sistema Prophy em relação ao Blitecast. Essa diferença em percentual foi menor do que na primavera porque o período de precipitações no outono foi maior (Figura 4b), com temperatura do ar mais amena durante todo o ciclo da cultura. A temperatura média, nos momentos em que a umidade foi maior do que 90 %, variou de $22,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aos 14 DAE à $3,0 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aos 55 DAE, conforme o sistema Blitecast, e de $23,3 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aos 31 DAE para $3,9 \text{ }^{\circ}\text{C}$ aos 55 DAE, conforme o sistema Prophy (Figura 3e). A temperatura se manteve acima de $15 \text{ }^{\circ}\text{C}$, segundo os sistemas Blitecast e o Prophy, durante 34 e 35 dias do ciclo da batata, respectivamente. Nas figuras 3c e 3f, observa-se que a $\text{UR} > 90 \%$ e as temperaturas máximas e mínimas ocorridas foram as mesmas das figuras 3b e 3e, porém elas ocorreram em momentos diferentes porque os dados estão dispostos conforme a emergência de cada clone e, no caso do clone SMINIA793101-3 a emergência ocorreu antes dos clones Macaca e SMIJ461-1.

A precipitação acumulada a partir da emergência das plantas até a colheita dos tubérculos foi de 330,3 mm, sendo bem distribuída durante todo o ciclo da cultura no outono. O período mais prolongado sem precipitação ocorreu entre 51 e 67 DAE (Figura 4b).

A radiação solar média diária seguiu a tendência de redução do início para o final do ciclo da batata, uma vez que os dias são mais curtos e têm menos horas de luz solar na medida em que se aproxima o solstício de inverno.

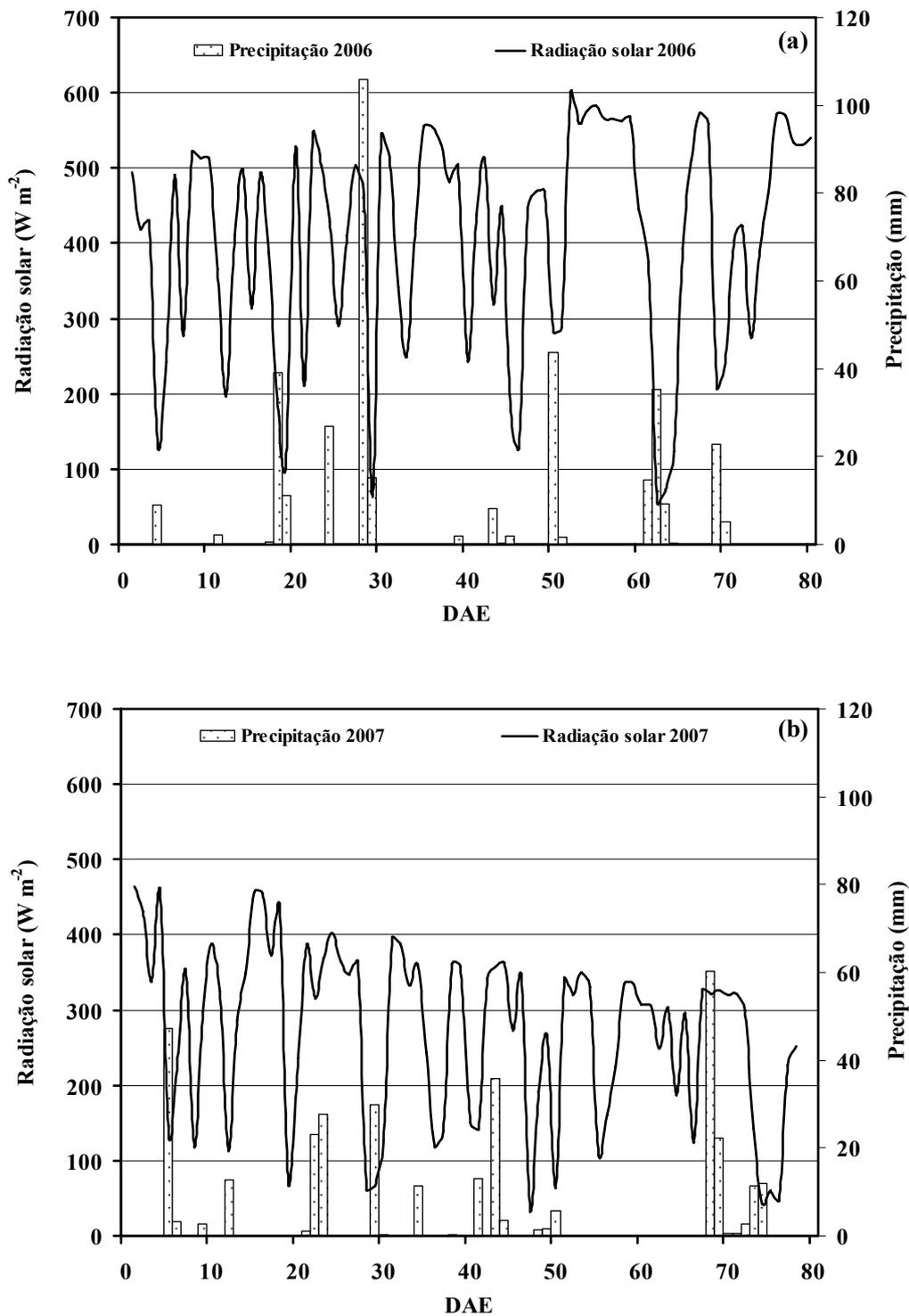


Figura 4 - Radiação solar incidente (W m^{-2}) e precipitação (mm) ocorrida durante os cultivos de primavera (a) e de outono (b) em função dos dias após a emergência (DAE). Santa Maria, 2007.

Ocorreram picos máximos de até 460 W m^{-2} aos 4 DAE e mínimos de 34 W m^{-2} aos 47 DAE, sendo que a partir dos 18 DAE a radiação solar permaneceu abaixo dos 400 W m^{-2} . Segundo Mizubuti et al. (2000) e Sunseri et al. (2002), a radiação solar é o fator que mais afeta a

germinação dos esporângios, possivelmente pelos efeitos da luz ultravioleta. Portanto, a menor incidência de radiação solar no outono pode ter proporcionado melhores condições para o desenvolvimento da requeima. Isso pode explicar, em parte, porque no outono de 2007 a incidência da requeima foi verificada a partir de 17 DAE, enquanto na primavera de 2006 foi a partir de 50 DAE.

4.3 Ocorrência da requeima em relação à época de cultivo da batata e os sistemas de previsão

Os sistemas de previsão preconizaram uma aplicação de fungicida a mais na época de cultivo do outono em relação à época de primavera (Tabela 3). O sistema de previsão Prophy preconizou mais aplicações do que o sistema Blitecast, em virtude de obter as medidas de temperatura e umidade relativa do ar no interior do dossel das plantas de batata e, com isso, acumular mais valores de severidade em um menor período do que acima do dossel.

Tabela 3 - Momento das aplicações de fungicidas para requeima em dias após a emergência (DAE) nos sete esquemas de aplicações de fungicida para o clone Macaca e nos três esquemas para os clones SMIJ461-1 (SMIJ) e SMINIA793101-3 (SMINIA) nas épocas de cultivo da primavera de 2006 e do outono de 2007. Santa Maria, 2007.

Clones	Esquemas de aplicação*	Momentos de pulverização (DAE)																	
		Primavera 2006								Outono 2007									
		1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	1°	2°	3°	4°	5°	6°	7°	8°	9°	
Macaca	TEST																		
	Semanal	25	33	39	46	53	59	67	74	13	20	27	34	42	49	55	62	70	
	PRO15	20	25	29	40	47	64	72	13	20	25	31	36	41	47	55	70		
	PRO20	20	26	40	51	64	72	13	23	31	38	44	55	70					
	PRO25	22	32	47	64	77	15	27	35	44	62	73							
	BLI18	25	51	72					15	27	44	70							
SMIJ	TEST																		
	BLI24	39	64							20	41	70							
	BLI36	51								27	70								
SMINIA	TEST																		
	BLI24	39	64							31	38	58							
	BLI36	51								30	58								

* TEST= testemunha; Semanal = pulverizações semanais; PRO15, PRO20, PRO25= sistema Prophy com 15, 20 e 25 valores de severidade, respectivamente; BLI18, BLI24 e BLI36 = sistema Blitecast com 18, 24 e 36 valores de severidade, respectivamente.

No interior do dossel, o microclima é mais favorável à requeima pois, a duração da umidade relativa do ar entre as folhas é maior do que acima do dossel das plantas (HUBER & GILLESPIE, 1992). Pedro Júnior & Gillespie (1982a,b) verificaram que a acurácia entre as medidas de duração de molhamento foliar foi melhor quando realizada com dados medidos no interior do dossel do que com dados medidos pela estação meteorológica a 1,5 m de altura. Isso mostra novamente, que os dados de umidade relativa do ar medidos a 1,5m do nível do solo, conforme preconiza o sistema Blitecast não expressam o que realmente ocorre no interior do dossel das plantas.

A seguir são apresentados os resultados da evolução da requeima no decorrer do ciclo de desenvolvimento da batata nas duas épocas de cultivo, e analisados com as variáveis: dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO). Para verificar diferenças entre os tratamentos em relação à essas variáveis foram realizadas análises de variância em dois grupos de tratamentos. O primeiro grupo é referente ao clone Macaca, com dois fatores (época de cultivo e esquema de aplicação de fungicida) (Tabela 4). O segundo grupo referente aos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, com três fatores (clones, época de cultivo e esquema de aplicação de fungicida) (Tabela 5).

Tabela 4 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) na primavera de 2006 e o outono de 2007 nos tratamentos com o clone Macaca. Santa Maria, 2007.

Fonte de variação	Quadrado médio		
	DAFS	AACPD	SVFO
Esquema de aplicação	67,7**	849789,0**	3478,4**
Época de cultivo	5323,5**	4771280,6**	12041,6**
Esquema de aplicação * Época de cultivo	14,0	208592,8	526,7
Coefficiente de variação (%)	10,1	58,8	29,5

** Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 5 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) na primavera de 2006 e o outono de 2007 nos tratamentos com os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Santa Maria, 2007.

Fonte de variação	Quadrado médio		
	DAFS	AACPD	SVFO
Esquema de aplicação (EA)	26,3	262884,0	647,0
Época de cultivo	1887,5**	28553217,5**	46755,4**
Clone	581,0**	4615900,5**	555,5
EA * Época de cultivo	15,0	154466,3	349,7
EA * Clone	5,4	31495,8	37,7
Época de cultivo * Clone	172,5**	4634525,5**	1086,5
EA * Época de cultivo * Clone	7,6	40761,5	59,5
Coefficiente de variação (%)	10,1	29,0	31,0

** Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Na análise da variância referente ao clone Macaca, considerando dois fatores (época de cultivo e esquema de aplicação de fungicida) observa-se que não houve interação significativa entre os fatores para as variáveis DAFS, AACPD e SVFO (Tabela 4). O quadrado médio para o fator época de cultivo foi superior ao do fator esquema de aplicação de fungicida, significando que a época de cultivo tem mais influência sobre essas variáveis do que os esquemas de aplicação de fungicida utilizados. Essa constatação é facilmente explicada pelos fatores que influenciam o desenvolvimento da requeima, como temperatura e umidade relativa do ar. Esses elementos meteorológicos variam em cada época de cultivo e podem ser mais favoráveis (outono de 2007) ou menos favoráveis (primavera de 2006) ao desenvolvimento do patógeno no dossel das plantas.

No fator época de cultivo, o ano de 2007 diferiu estatisticamente do ano de 2006 para as três variáveis estudadas, apresentado maior DAFS, AACPD e SVFO do que no ano de 2006 (Tabela 6). Entre os esquemas de aplicação de fungicida, observaram-se diferenças dessas variáveis principalmente com o esquema TEST, no qual não houve aplicação de fungicidas durante o ciclo da cultura. O esquema PRO15 teve maior DAFS, porém diferiu apenas do esquema TEST.

Tabela 6 - Dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) para os fatores época de cultivo e esquema de aplicação do clone Macaca. Santa Maria, 2007.

Época de cultivo	DAFS	AACPD	SVFO
Primavera	20,2 b	236,0 b	30,0 b
Outono	39,7 a	819,8 a	78,8 a
Esquema de aplicação	DAFS	AACPD	SVFO
PRO15	33,1 a	152,3 c	27,0 d
PRO20	31,9 a	322,9 bc	27,3 d
Semanal	31,4 a	361,8 bc	20,0 d
PRO25	30,9 a	420,3 bc	44,0 cd
BLI24	29,5 a	619,1 bc	66,8 bc
BLI18	28,7 ab	669,3 ab	86,6 ab
TEST	24,2 b	1149,8 a	97,6 a

Médias seguidas por mesma letra, na vertical, para cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. PRO15, PRO20, PRO25 = sistema de previsão Prophy com 15, 20 e 25 valores de severidade, respectivamente; BLI18, BLI24 = sistema de previsão Blitecast com 18 e 24 valores de severidade, respectivamente; Semanal = pulverizações semanais; TEST = testemunha .

Os tratamentos TEST e BLI18 tiveram os maiores valores de AACPD e de SVFO, porém o esquema BLI18 diferiu significativamente apenas do esquema PRO15 para AACPD e dos esquemas PRO15, PRO20, PRO25 e Semanal para SVFO. É importante ressaltar que nos esquemas de aplicação de fungicida em que foram utilizados tratamentos com o sistema Prophy (PRO15, PRO20, PRO25) e o esquema utilizado pelos agricultores (Semanal) se observaram mais dias com área foliar sadia em virtude do menor ataque da requeima expresso como AACPD ou SVFO. Isso pode ter ocorrido devido ao maior número de aplicações de fungicidas quando comparado aos esquemas do sistema de previsão de requeima Blitecast (BLI18 e BLI24) (Tabela 3). Foram 7 e 8 aplicações de fungicida para PRO15 e Semanal, respectivamente, enquanto para o BLI18 e BLI24 foram 3 e 2, respectivamente para o cultivo da primavera de 2006, enquanto que em 2007 foram 4 para BLI18, 3 para o BLI24 e 9 aplicações de fungicida para PRO15 e Semanal (Tabela 3).

Portanto, os tratamentos para o clone Macaca, mais eficientes em relação aos sintomas da requeima observados nas plantas de batata foram aqueles em que as aplicações eram realizadas de acordo com os dados calculados pelo sistema Prophy, porém esses esquemas de

aplicação de fungicida não se diferenciaram do tratamento semanal, que já vem sendo utilizado pelos produtores de batata.

Uma questão importante está relacionada com os custos das aplicações, já que os tratamentos PRO20 e PRO25 reduziram o número de pulverizações de fungicidas, e as variáveis DAFS, AACPD e SVFO foram significativamente iguais ao tratamento semanal, isso indica que esses esquemas do sistema Prophy podem ser utilizados para o clone Macaca nas condições de Santa Maria. No sistema de previsão Prophy, com 15 valores de severidade acumulados, observou-se melhor controle da requeima, no outono, do que no esquema Semanal. Isso pode ser melhor observado no Anexo E, onde a análise estatística foi realizada separadamente para cada época de cultivo.

O sistema Blitecast não apresentou boa eficiência nos dois tratamentos utilizados (BLI18 e BLI24) para o clone Macaca, quando se observaram os sintomas nas plantas através das variáveis DAFS, AACPD e SVFO. Isso fica mais evidente quando a análise estatística é realizada separadamente para cada época de cultivo, como pode-se observar no Anexo E. Esses dados diferem dos resultados obtidos por Trentin (2006) que mostraram eficiência para os tratamentos do sistema Blitecast. Essa diferença pode ser atribuída ao menor número de pulverizações de fungicida preconizados pelo sistema no outono de 2007, o que proporciona mais chances destas terem insucessos no período de ação. Além disso, quando os fungicidas utilizados foram de ação por contato, as chuvas após as pulverizações podem ter desprotegido as folhas pela retirada do produto. Esse fato aconteceu na primavera de 2006 para os tratamentos BLI18 e BLI24, quando choveu 3 dias após a primeira aplicação do fungicida de contato que foi realizada aos 25 DAE (BLI18) e 39 DAE (BLI24). Entretanto, como na primavera de 2006 houve pouca incidência de requeima, a ocorrência da chuva após essas pulverizações não foi determinante ao ponto de ter interferido no desenvolvimento da doença. Outro fator que pode ter contribuído para a falta de eficiência dos tratamentos Blitecast, quando comparados aos resultados de Trentin (2006), foi a suscetibilidade à requeima da cultivar utilizada. A cultivar Macaca é mais suscetível do que a cultivar Asterix, que foi utilizada por Trentin (2006).

O segundo grupo de tratamento analisado foi referente aos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, e possui três fatores: clones, época de cultivo e esquema de aplicação de fungicida (Tabela 5). Na análise da variância observa-se que houve interação significativa somente entre os fatores clones e época de cultivo para as variáveis DAFS e AACPD. Os resultados indicam, portanto que DAFS e AACPD avaliados em cada genótipo variam em função da época de cultivo e não em função dos esquemas de aplicação de fungicidas. O

maior quadrado médio foi observado para o fator época de cultivo, significando que a época de cultivo tem mais influência sobre essas variáveis do que os clones e os esquemas de aplicação de fungicida utilizados, confirmando o que ocorreu na análise de variância do primeiro grupo de tratamentos. Não houve diferenças entre os esquemas de aplicação, indicando que o uso do sistema Blitecast nos tratamentos BLI24 e BLI36 não foi eficiente em relação à testemunha quando se avaliaram as variáveis DAFS, AACPD e SVFO. Foram realizadas 2 e 3 aplicações de fungicidas segundo o esquema BLI24 na primavera e no outono, respectivamente, enquanto no esquema BLI36 foram aplicadas apenas uma (primavera) e duas (outono) pulverizações (Tabela 3).

Entre os clones, o SMINIA793101-3 apresentou maior DAFS do que o clone SMIJ461-1, tanto na primavera de 2006 quanto no outono de 2007, sendo que no outono houve mais dias com área foliar sadia do que na primavera para ambos os clones (Tabela 7).

Tabela 7 - Dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com interação entre época de cultivo e clone e sem interação para severidade final observada (SVFO), na primavera de 2006 e o outono de 2007 para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Santa Maria, 2007.

Clones	DAFS		AACPD		SVFO	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMIJ461-1	20,3 Bb	29,0 Ba	58,6 Ab	979,7 Ba	16,2 b	69,1 a
SMINIA793101-3	23,4 Ab	39,8 Aa	57,3 Ab	2221,3 Aa	13,5 b	85,4 a

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Com relação à AACPD, observaram-se diferenças entre os clones somente no outono, quando o clone SMINIA793101-3 obteve maior AACPD. Entre as épocas de cultivo, o outono obteve maiores valores de AACPD, indicando que no outono de 2007 a quantidade de doença foi maior do que na primavera de 2006 e que o clone mais atingido pela requeima foi o SMINIA793101-3, mesmo este possuindo mais DAFS. Não houve interação entre os fatores para a variável SVFO e, somente entre as épocas de cultivo se observaram diferenças, sendo que no cultivo de outono a SVFO foi quatro vezes superior ao cultivo de primavera, para o clone SMIJ461-1, e seis vezes para o clone SMINIA793101-3 (Tabela 7).

4.3.1 Primavera de 2006

Os primeiros sintomas da requeima demoraram a se manifestar na primavera de 2006 (Figuras 5 e 6). A maioria das lesões iniciais foram identificadas nas folhas situadas na parte basal das plantas, indicando que ocorreu infecção de inóculo proveniente do solo (AMORIM, 1995a) e não do ar, ao contrário do que ocorreu nos trabalhos de Grünwald et al. (2000), nos quais a infecção inicial ocorreu na parte superior das folhas das plantas de batata. A manifestação da requeima ocorreu em duas etapas, a primeira quando se constatou a presença de lesões nas plantas da área experimental em 06/11 ou 50 DAE, em praticamente todos os tratamentos (Figuras 5 e 6) com exceção do SMBLI36 e SMTEST (Figura 6b, 6c).

A evolução da severidade da requeima foi lenta até os 55 DAE e, a partir de então, ocorreu uma estabilização e/ou paralisação da taxa de progresso da requeima até 62 DAE. Isso, provavelmente, ocorreu devido à frequência menor de períodos com umidade relativa do ar acima de 90 %. Foram observados 6 dias com umidade relativa do ar acima de que 90 %, com duração mínima de 6 horas, sendo que quatro desses dias tiveram menos de 1 hora de umidade relativa acima de 90 %, segundo dados calculados pelo sistema Blitecast. O sistema Prophy também calculou menos horas de umidade relativa do ar maior do que 90 % na primavera, porém foram 4 dias com menos de 8 horas, e em apenas um desses dias o período com umidade relativa acima de 90 % foi menor do que 3 horas. De qualquer modo, as plantas e o patógeno foram submetidos à essa condição de menor tempo com umidade relativa do ar acima de 90 %, e isso proporcionou menor perda de área foliar às plantas até o término de seu ciclo.

A segunda etapa da manifestação da requeima ocorreu a partir de 66 DAE quando se observou uma evolução rápida na severidade da requeima, principalmente nos tratamentos testemunha dos três clones (Figuras 5g, 6c, 6f). Nesse período, as plantas estavam no início da senescência, fase em que as folhas amarelecem naturalmente, momento em que se observou a aceleração da senescência das folhas em virtude da nova incidência da requeima.

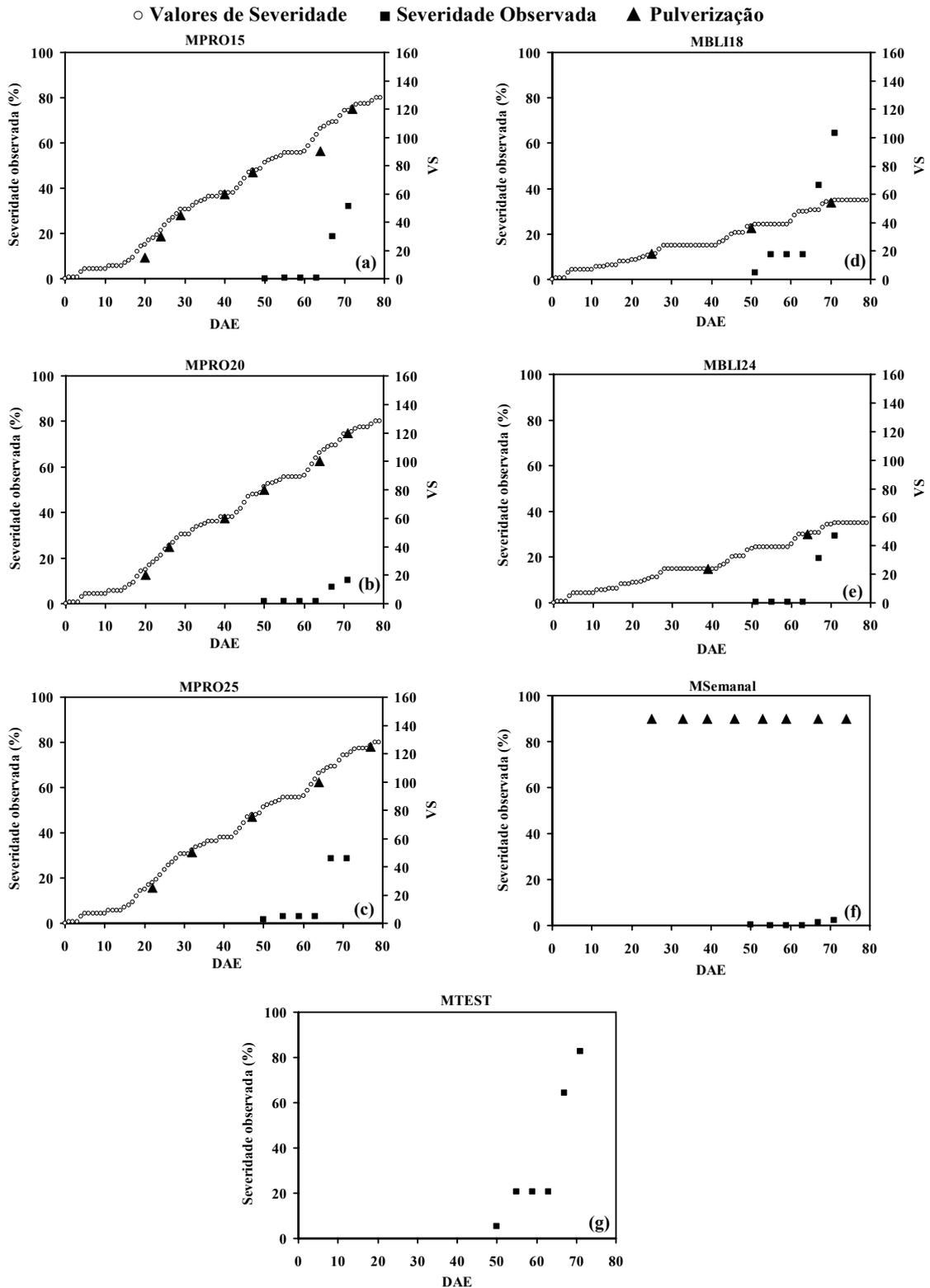


Figura 5 - Momentos da pulverização de fungicidas (▲), valores de severidade calculados (VS) (○) pelos sistemas de previsão de requeima Prophy (a, b, c) e Blitecast (d, e) e evolução da severidade observada (em %) de requeima (■) nos tratamentos com o sistema de previsão Prophy com 15 (MPRO15), 20 (MPRO20) e 25 (MPRO25) valores de severidade; com o sistema de previsão Blitecast com 18 (MBLI18) e 24 (MBLI24) valores de severidade; com pulverizações semanais (MSemanal; f) e testemunha (MTEST; g) em cultivo de batata, clone Macaca, na primavera de 2006. Santa Maria, 2007.

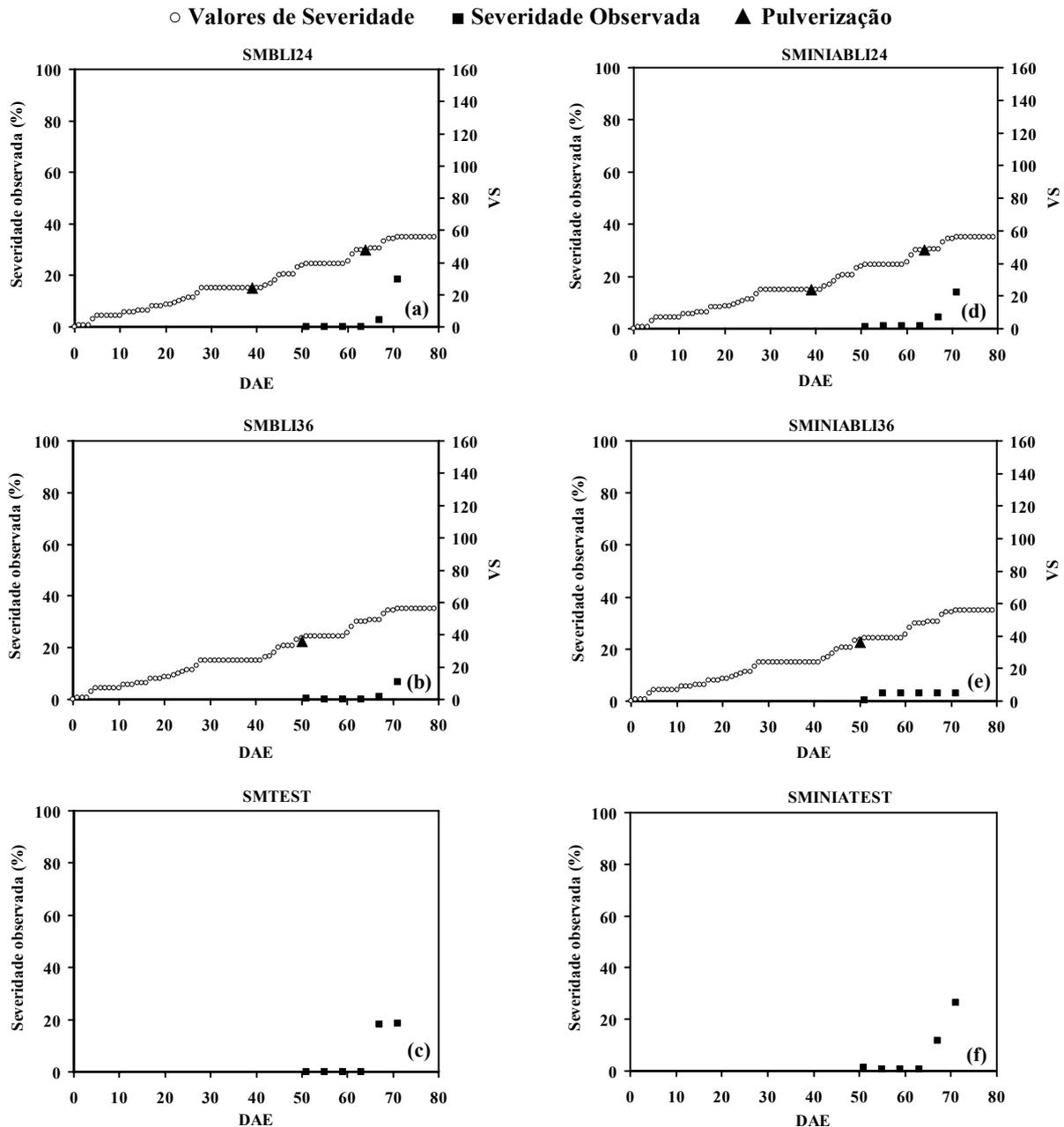


Figura 6 - Momentos da pulverização de fungicidas (▲), valores de severidade calculados (VS) (○) e evolução da severidade observada (em %) de requeima (■) nos tratamentos com o sistema de previsão Blitecast com 24 (SMBLI24; SMINIABLI24) e 36 (SMBLI36; SMINIABLI36) valores de severidade (a, b, d, e) e testemunha (SMTEST; SMINIATEST) (c, f) em cultivo de batata com clones caracterizados como resistentes, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, na primavera de 2006. Santa Maria, 2007.

4.3.2 Outono de 2007

Na época de cultivo de outono os primeiros sintomas da requeima foram identificados aos 21, 24, 34 DAE para os clones Macaca, SMINIA793101-3 e SMIJ461-1, respectivamente (Figuras 7 e 8). Observou-se que esses sintomas apareceram distribuídos nas plantas, alguns

sinais da doença foram observados na parte basal, outros na parte mediana e também superior das plantas. As folhas basais foram destruídas mais rapidamente pela requeima em virtude do prolongado período para o completo secamento do orvalho depositado nessas folhas se comparadas às folhas superiores. Ainda foram observados salpicos de solo nas folhas ocasionados pela chuva e o contato de folhas com o solo devido ao acamamento das plantas em decorrência da chuva e do vento.

Segundo Huber & Gillespie (1992) e Heldwein (2006), em noites com orvalho, ou em dias de chuva há presença de água livre sobre as folhas e dessa forma os esporângios podem ser produzidos. Se o molhamento ocorrer por tempo prolongado, os esporos germinam sobre a planta ainda durante o mesmo período de molhamento, e podem infestar novamente o tecido vegetal. A alta umidade relativa do ar, acima de 90%, pode ser utilizada para expressar o molhamento foliar. Durante o cultivo de outono de 2007, observou-se que, no sistema Blitecast os períodos de umidade relativa do ar acima de 90 % com mais de dez horas ocorreram em 62 dias do ciclo do clone SMINIA793101-3 e em 57 dias do ciclo dos clones Macaca e SMIJ461-1.

No sistema Prophy, o período com previsão de molhamento foi um pouco maior do que no Blitecast. Ocorreram 66 dias para o clone Macaca com condições de molhamento foliar por períodos superiores à 10 horas diárias.

Outro fator importante foi que a temperatura do ar se manteve acima de 16 °C na maior parte do ciclo dos três clones (Figura 3). Segundo Harrison (1992) e Erwin & Ribeiro (1996b), a temperatura ótima para a requeima está entre 16 e 23°C. Essas constatações confirmam que as condições para o patógeno infectar a planta e esporular existiram durante todo o ciclo da cultura e foram observados nos dois sistemas de previsão de requeima utilizados.

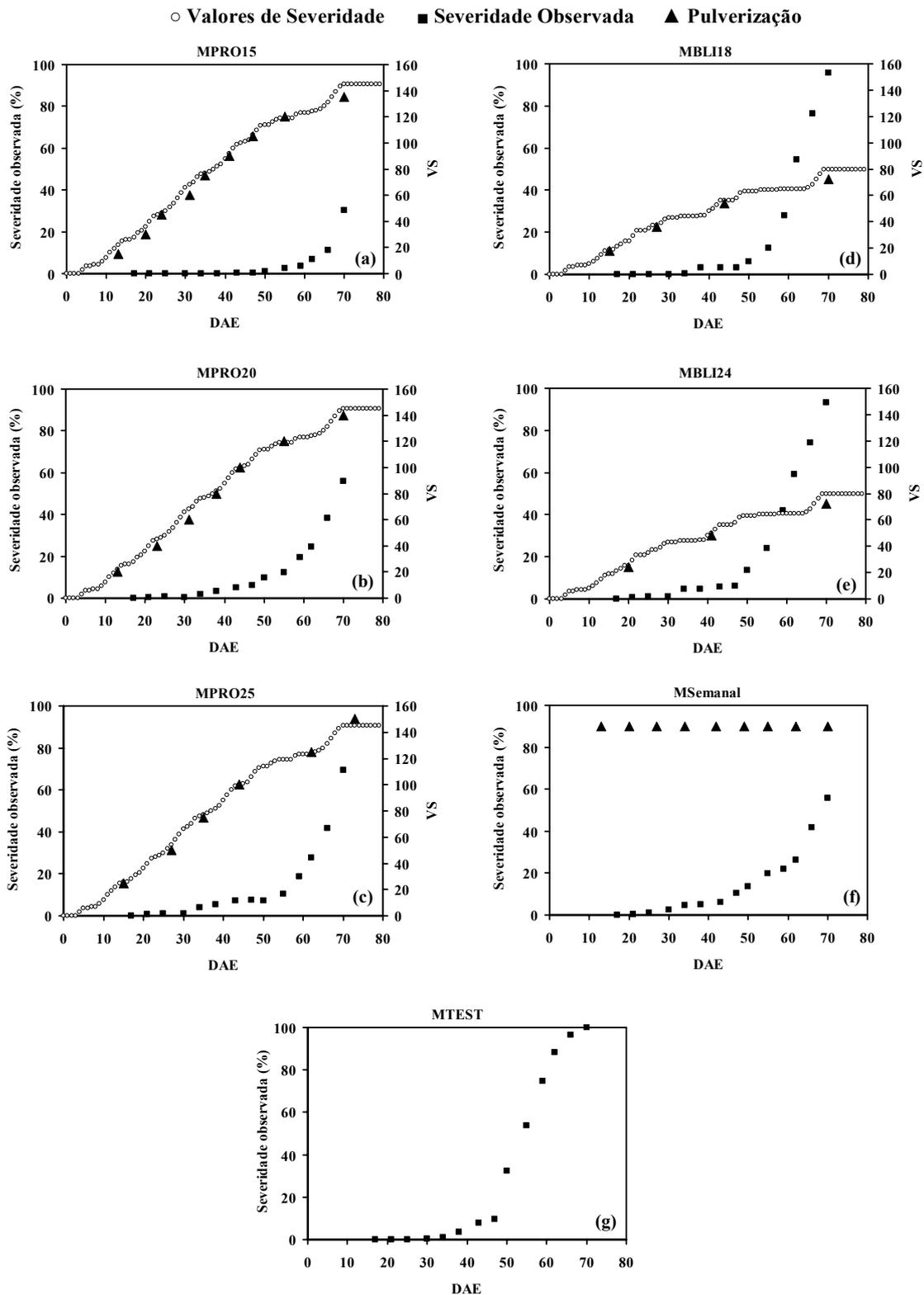


Figura 7 - Momentos da pulverização de fungicidas (▲), valores de severidade calculados (VS) (○) pelos sistemas de previsão de queima Prophy (a, b, c) e Blitecast (d, e) e evolução da severidade observada (em %) de queima (■) nos tratamentos com o sistema de previsão Prophy com 15 (MPRO15), 20 (MPRO20) e 25 (MPRO25) valores de severidade; com o sistema de previsão Blitecast com 18 (MBLI18) e 24 (MBLI24) valores de severidade; com pulverizações semanais (MSemanal; f) e testemunha (MTEST; g) em cultivo de batata, clone Macaca, no outono de 2007. Santa Maria, 2007.



Figura 9 - Vista geral do experimento no outono de 2007 aos 71 DAE. Santa Maria, 2007.

4.4 Ocorrência da requeima em relação ao ciclo de desenvolvimento dos clones de batata

Em sistemas de previsão de doenças, a caracterização do ciclo de desenvolvimento da cultura é essencial, pois o momento em que a doença ataca a planta terá reflexo na produtividade. À medida que a fase final de desenvolvimento da cultura está mais próxima, haverá menos problemas com o ataque da doença porque a planta já desenvolveu os tubérculos e por isso a produtividade tende a ser menos afetada (HELDWEIN, 1997; HELDWEIN, 2006).

A duração total do ciclo de desenvolvimento e das fases EM-IT, IT-IS e IS-CO variou entre as épocas de cultivo e entre os clones (Figura 10). Na primavera de 2006, o ciclo foi de 85 dias para o clone SMINIA793101-3 e 88 dias para os clones Macaca e SMIJ461-1. No outono de 2007, o ciclo do clone SMINIA793101-3 praticamente não foi diferente da safra de primavera, sendo de 86 dias. No entanto, os clones Macaca e SMIJ461-1 tiveram seu ciclo reduzido em 9 dias. A emergência das plantas foi mais rápida na safra de outono (12 dias para o clone SMINIA793101-3 e 19 dias para Macaca e SMIJ461-1) do que na safra de primavera

(14 dias para o clone SMINIA793101-3 e 25 dias para Macaca e SMIJ461-1). Pode-se observar que o clone SMINIA793101-3 demorou menos para emergir do que os demais clones, nas duas épocas de cultivo, devido à sua precocidade. Segundo Beukema & Van Der Zaag (1979), outros fatores podem ocasionar maior ou menor tempo entre o plantio e a emergência, como a qualidade do tubérculo-semente, temperatura ou umidade do solo.

Com relação à qualidade dos tubérculos-semente, não se observaram diferenças entre os clones. No entanto os tubérculos-semente do clone SMINIA793101-3 eram maiores e possuíam brotos menores do que os outros clones. Quanto à temperatura e umidade do solo, não foram realizadas medições, mas pode-se afirmar que entre o plantio e a emergência na primavera (agosto/setembro) a temperatura média das mínimas, das máximas e da média diária do ar estava em torno 9,2, 21,8 e 15,5 °C, respectivamente, enquanto no outono essas médias foram de 20,5, 29,7 e 25,1 °C, respectivamente. Souza (2003), afirma que a temperatura do solo para rápida emergência das plantas de batata está entre 22 e 25 °C. Sendo assim, as maiores temperaturas do ar no outono podem se refletir em maiores temperaturas do solo quando comparadas com a primavera, fazendo com que isso influencie positivamente na maior rapidez da emergência nos cultivos de outono.

O período vegetativo (EM-IT) variou em média 21 e 17 dias, o que correspondeu a 27 e 21 % do ciclo total na safra da primavera e de outono, respectivamente. A fase IT-IS foi a mais longa em ambas as safras de cultivo, correspondendo, em média, a 47 % do ciclo total nos dois períodos de cultivo das plantas de batata. Paula et al. (2005) afirmam parecer lógico que a fase de IT-IS seja a mais longa, uma vez que é a fase de enchimento de tubérculos e que irá determinar a produtividade da cultura.

Na primavera, o surgimento dos sintomas da requeima ocorreu no final do estágio de tuberização (Figura 10a) que se constitui no período de transição entre a grande produção de fotoassimilados que são direcionados para os tubérculos e a definição da massa seca total (SOUZA, 2003; BEUKEMA & VAN DER ZAAG, 1979). Depois de 5 dias do aparecimento da requeima, não houve progresso da doença por pelo menos uma semana, as plantas já se encontravam no estágio de senescência e, provavelmente, a doença acelerou o período IS-CO pela destruição completa das folhas. Dessa forma foi diminuído o tempo de acúmulo de assimilados pelos tubérculos. Em outros experimentos realizados com o clone Asterix, em Santa Maria, observou-se relação positiva entre as fases IT-IS e IS-CO (PAULA et al., 2005). Assim, a produtividade dos tratamentos com maior severidade de requeima pode ter sido, de certa forma, influenciada pela doença, mesmo que esta tenha ocorrido no final da tuberização e início da senescência.

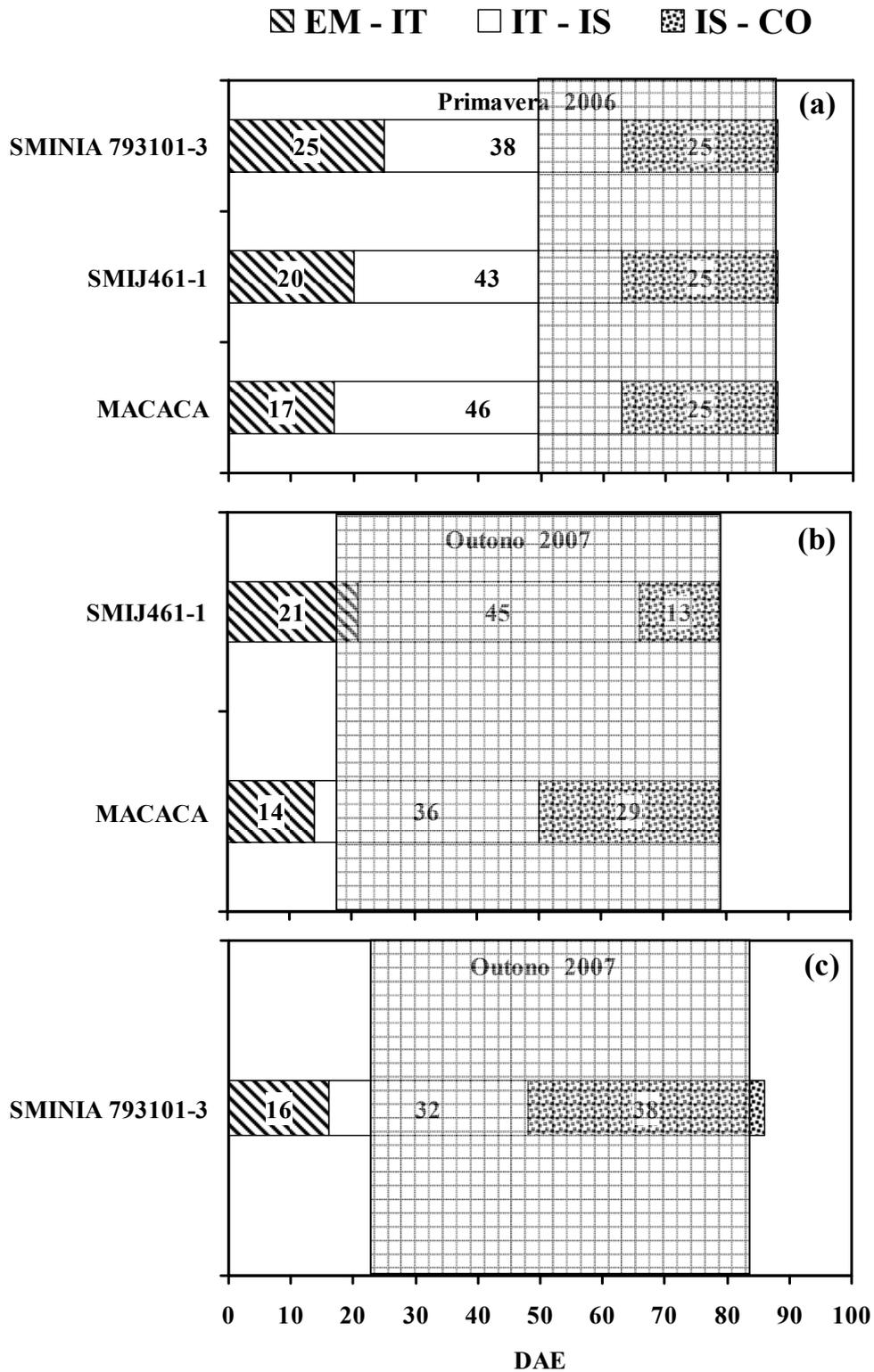


Figura 10 - Fases de crescimento e desenvolvimento dos clones de batata Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, em função do número de dias após a emergência (DAE) durante a primavera de 2006 (a) e o outono de 2007 (b, c). Na primavera de 2006, a emergência dos três clones foi em 17/09. No outono de 2007, a emergência do clone SMINIA793101-3 foi em 27/03 e dos clones Macaca e SMIJ461-1 foi em 03/04. EM=emergência, IT=início da tuberação, IS=início da senescência, CO=colheita. A área achurrada do gráfico representa o período de presença da requeima nos cultivos de batata. Santa Maria, 2007.

No outono de 2007, a incidência da requeima foi observada antes do final da fase EM-IT, para o clone SMIJ461-1 e logo após para o clone Macaca e perdurou até a colheita (Figura 10b). No clone SMINIA793101-3 (Figura 10c), a requeima surgiu 8 dias depois do início da tuberização e também se propagou até o final do ciclo. A requeima evoluiu mais rapidamente a partir de 41 DAE, período de IT-IS, atingindo 40 % de severidade observada aos 50 DAE em todos os tratamentos desse clone, os quais até 77 DAE atingiram praticamente 100 % de severidade. A manifestação mais intensa da requeima ocorreu a partir dos 50 DAE, o que corresponde ao IS para o clone Macaca e final do período IT-IS para o clone SMIJ461-1. Foi observado que o período de IS-CO foi de apenas 13 dias para o clone SMIJ461-1 e que este, por sua vez, teve a área foliar destruída em poucos dias após o início da senescência.

Outra forma de quantificar a severidade da requeima e relacionar com as fases de desenvolvimento, é por meio da frequência de ocorrência dos valores diários de severidade (VS) calculados pelos sistemas Prophy e Blitecast (Figura 11). Os VS diários variaram de 0 à 4 e foram obtidos pela combinação do tempo em que a umidade relativa do ar permaneceu acima de 90 % com a temperatura média desse período (Tabela 1). O sistema Prophy utilizado apenas para o clone suscetível Macaca, acumulou um ou mais VS em 49 % dos dias no ciclo da primavera, sendo a maioria na fase IT-IS (Figura 11a). Isso mostra que o sistema Prophy acumulou valores de severidade em momentos do ciclo em que não se observou progresso da requeima (Figuras 5, 7 e 11). No outono, ocorreu acúmulo de VS em 74 % dos dias e em apenas um dia da fase IT-IS não houve acúmulo de VS (Figura 11e). Nesta fase, em 11 dias, a partir do IT, acumularam-se 4VS, e em 6 dias, 3VS. Valores de severidade igual a 4 indicam períodos em que a umidade relativa do ar (>90 %) permaneceu por pelo menos 19 horas com temperatura média acima de 16 °C ou por 22 horas com temperatura média acima de 12 °C (Tabela 1), favorecendo o desenvolvimento rápido da requeima. Na fase IS-CO, observou-se a maioria dos dias sem acúmulo de VS e, no entanto, foi a fase com maior incidência de requeima. Isso evidenciou que, em algumas ocasiões, as condições do ambiente não favoreceram o patógeno, porém, provavelmente, em virtude da grande pressão de inóculo da doença ou por incubação anterior, as plantas podem continuar sendo destruídas rapidamente.

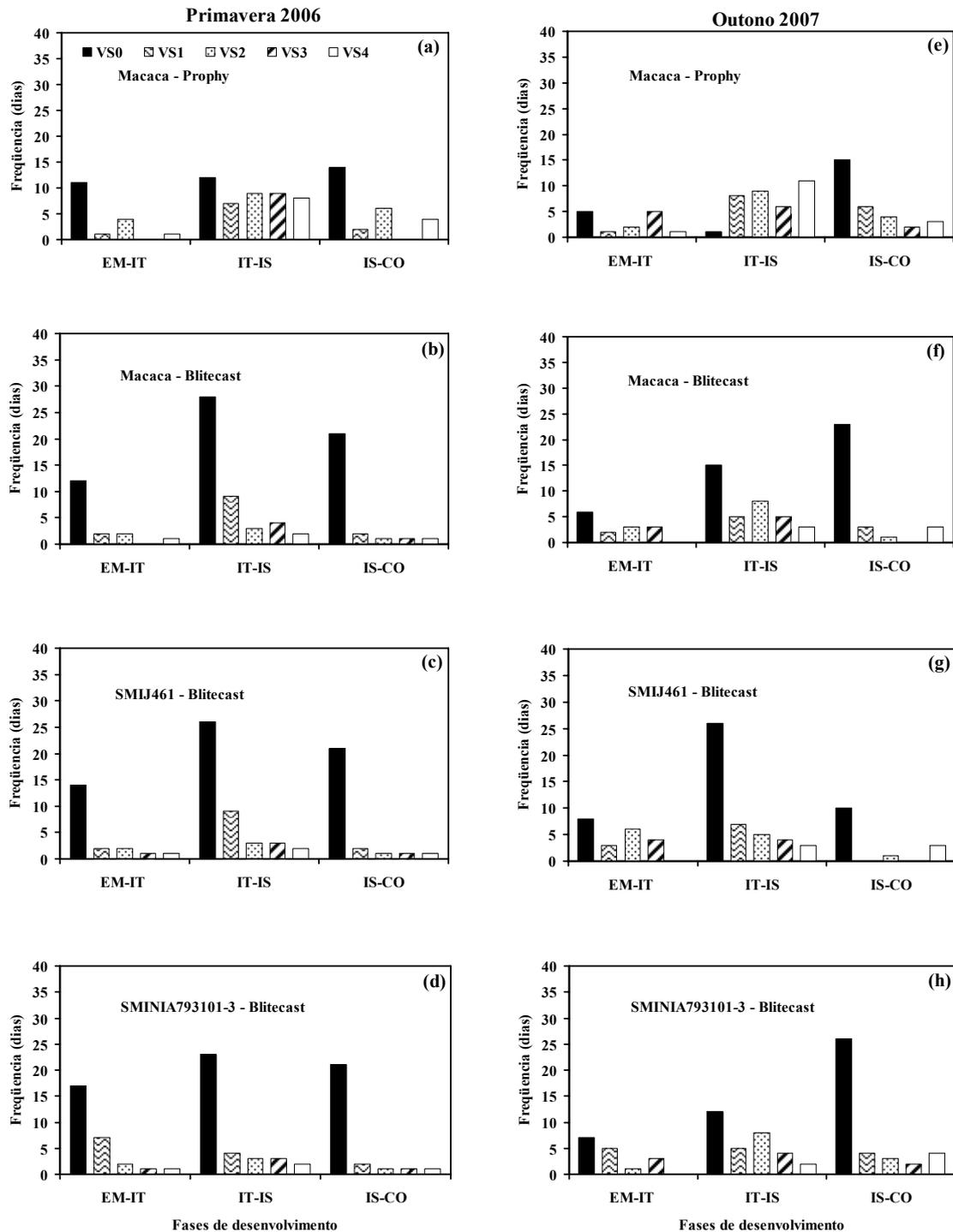


Figura 11 - Frequência dos valores diários de severidade (VS) iguais a zero (VS0), um (VS1), dois (VS2), três (VS3) e quatro (VS4) calculados pelos Sistemas Prophy (a, e) e Blitecast (b, c, d, f, g, h) para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 durante as fases de emergência ao início da tuberização (EM-IT), início da tuberização ao início da senescência (IT-IS) e do início da senescência à colheita (IS-CO) nas épocas de cultivo de primavera e outono. Santa Maria, 2007.

Para o sistema Blitecast, na primavera, em 68 % dos dias não houve acúmulo de VS e 46 % (Macaca), 43% (SMIJ461-1) e 38% (SMINIA793101-3) desses dias corresponderam a fase IT-IS (Figura 11a, 11b, 11c), indicando que nessa fase as condições meteorológicas não foram propícias para o desenvolvimento da requeima quando os dados foram medidos acima do dossel das plantas. No entanto, durante o ciclo de outono, em 45% dos dias houve acúmulo de VS para os três clones, sendo que em 8 dias do ciclo, a partir do IS, acumularam-se 3VS e, em 6 dias, 4VS.

Portanto, verifica-se que os VS calculados pelo sistema Prophy foram maiores do que aqueles calculados pelo sistema Blitecast nas duas épocas de cultivo. Isso está relacionado com a posição dos sensores de umidade e temperatura do ar no sistema Prophy. Outra constatação é que na fase de desenvolvimento IT-IS observou-se o maior acúmulo de VS em ambos os sistemas de previsão de requeima, sendo essa a fase em que as condições do ambiente estavam mais favoráveis à requeima.

4.5 Efeito do uso dos sistemas de previsão nos componentes de produtividade dos clones de batata

A produtividade é o maior interesse dos produtores. Altas produtividades só serão possíveis quando o manejo da cultura for realizado de forma integrada, envolvendo todos os estágios de desenvolvimento. Nesse item, são apresentados os resultados dos componentes da produtividade obtidos nos experimentos da primavera de 2006 e outono de 2007 considerando os esquemas de aplicação de fungicidas utilizados e que foram baseados nos sistemas de previsão Prophy e Blitecast.

4.5.1 Esquemas de aplicação de fungicidas utilizados para o clone Macaca

A variável número de tubérculos, que foi subdividida em número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC), número de tubérculos não comerciais (NTNC), apresentou efeito significativo somente para época de cultivo nas variáveis NTT e NTNC (Tabela 8).

Na época de cultivo da primavera houve maior NTT (135) do que no outono (71), o mesmo ocorrendo para NTNC, sendo 81 na primavera e 23 no outono (Tabela 9). Na primavera de 2006, houve maior NTNC do que no outono de 2007, o que pode ser justificado pela presença de tubérculos rachados e embonecados, corroborando com as afirmativas de Grimm (2007) e Lovato (2005) de que condições do ambiente como temperatura do ar ou do

solo elevadas, adubação, competição com plantas daninhas, além de outros fatores, podem interferir na formação dos tubérculos.

Tabela 8 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC), número de tubérculos não comerciais (NTNC), peso médio de tubérculo (PMT; g), peso médio de tubérculo comercial (PMTC; g), peso médio de tubérculo não comercial (PMTNC; g), produtividade total (PT; t ha⁻¹), produtividade comercial (PC; t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) de tubérculos para o clone Macaca na primavera de 2006 e o outono de 2007. Santa Maria, 2007.

Fonte de variação	Quadrado médio					
	NTT	NTC	NTNC	PMT	PMTC	PMTNC
Esquema de aplicação (EA)	2066,7	516,0	548,7	280,1**	282,9**	190,6
Época de cultivo	56896,9**	474,4	46980,1**	1909,4**	17,2	7,1
EA * Época de cultivo	1027,8	433,9	190,7	243,8**	293,5**	245,1
Coefficiente de variação (%)	34,4	37,7	37,8	17,5	12,1	44,4

...continuação da Tabela 8

Fonte de variação	Quadrado médio		
	PT	PC	PNC
Esquema de aplicação (EA)	37,0**	23,3**	2,1
Época de cultivo	52,1**	228,0**	66,4**
EA * Época de cultivo	23,9	24,2**	0,7
Coefficiente de variação (%)	27,7	32,5	49,0

** Significativo a 5% de probabilidade de erro.

De modo geral, observou-se que o número de tubérculos é variável entre as épocas de cultivo devido às características do ambiente em que as plantas se desenvolveram. Pode-se dizer também que a ocorrência da requeima interferiu no número de tubérculos produzidos durante o cultivo de outono porque o patógeno atacou as plantas do clone Macaca desde o início da tuberização.

A variável peso médio de tubérculo subdividida em peso médio total de tubérculos (PMT), peso médio de tubérculo comercial (PMTC) e peso médio de tubérculo não comercial (PMTNC), apresentou significância para a interação esquema de aplicação e época de cultivo para as variáveis PMT e PMTC (Tabela 8). Não se observaram diferenças com relação ao PMT e PMTNC, entre os esquemas de aplicação de fungicida, na primavera, mas observaram-

se diferenças significativas para PMTC, quando o esquema Semanal comparado com o TEST apresentou maior PMTC nessa época de cultivo (Tabela 10). Para os tratamentos BLI24, PRO25 e TEST, o PMT foi semelhante nos dois anos de cultivo da batata, enquanto para os demais tratamentos o PMT foi maior no ano de 2007 do que em 2006 (Tabela 10).

Tabela 9 - Número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos não comerciais (NTNC), produtividade total (PT; t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) para o fator época de cultivo e produtividade total (PT; t ha⁻¹) para o fator esquema de aplicação do clone Macaca. Santa Maria, 2007.

Época de cultivo	NTT	NTNC	PT (t ha ⁻¹)	PNC (t ha ⁻¹)
Primavera	135 A	81 A	10,7 B	3,6 A
Outono	71 B	23 B	12,6 A	1,4 B

Esquema de aplicação	PT (t ha ⁻¹)
Semanal	14,8 A
BLI24	12,9 AB
PRO15	12,8 AB
PRO25	11,1 AB
PRO20	11,8 AB
BLI18	10,3 AB
TEST	8,1 B

Médias seguidas por mesma letra, na vertical, para cada fator, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. PRO15, PRO20, PRO25 = sistema de previsão Prophy com 15, 20 e 25 valores de severidade, respectivamente; BLI18, BLI24 = sistema de previsão Blitecast com 18 e 24 valores de severidade, respectivamente; Semanal = pulverizações semanais; TEST = testemunha .

No outono, nos tratamentos Semanal, PRO15 e PRO20 obteve-se o maior PMT e o maior PMTC (Tabela 10). O peso médio de tubérculo classificado como comercial foi de até 78,8 g no tratamento PRO15 que não se diferenciou do tratamento PRO20 com 70,5 g. No tratamento PRO20, observou-se menor número de pulverizações do que o esquema Semanal e o controle da requeima foi mais eficiente, uma vez que a severidade final observada foi de 30,5, 56,0 e 55,9 % para os tratamentos PRO15, PRO20 e Semanal, respectivamente (Figura 7). Verifica-se que os esquemas de aplicação de fungicidas influenciaram no peso médio dos tubérculos (Tabela 10), mas não no número de tubérculos produzidos (Tabela 9). Esse resultado indica que a requeima ocorrida no período de outono de 2007 interferiu no enchimento dos tubérculos do clone Macaca durante a fase de tuberização, como observado por Trentin (2006). Esse autor afirma que a partir do início da tuberização não há alteração no

número de tubérculos, mas há no tamanho dos mesmos. Essa interferência ocorre devido à desfoliação prematura da cultura (JAMES et al., 1972), que pode ser observada pelos níveis de severidade observada nos respectivos tratamentos (Figuras 5 e 7).

Tabela 10 - Produtividade comercial (PC; t ha⁻¹), peso médio de tubérculo (PMT; g), peso médio de tubérculo comercial (PMTc; g) em função da época de cultivo e do esquema de aplicação de fungicida do clone Macaca. Santa Maria, 2007.

Esquema de aplicação	PC (t ha ⁻¹)		PMT (g)		PMTc (g)	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
Semanal	10,8 Aa	11,8 ABa	43,0 Ab	61,0 ABa	70,0 Aa	67,0 Ba
BLI24	9,0 ABa	10,0 ABCa	43,3 Aa	40,8 DEa	69,0 ABa	54,0 CDb
PRO15	5,8 Bb	14,3 Aa	35,8 Ab	65,3 Aa	60,3 ABb	78,8 Aa
PRO25	5,5 Bb	11,0 ABa	40,3 Aa	51,0 BCDa	66,5 ABa	59,0 BCb
PRO20	5,0 Bb	13,0 ABa	40,3 Ab	57,3 ABCa	60,3 ABb	70,5 ABa
BLI18	5,5 Bb	9,8 BCa	37,8 Ab	46,8 CDEa	59,5 ABa	60,8 BCa
TEST	6,0 Ba	6,0 Ca	35,0 Aa	35,0 Ea	58,0 Ba	45,8 Db

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. PRO15, PRO20, PRO25 = sistema de previsão Prophy com 15, 20 e 25 valores de severidade, respectivamente; BLI18, BLI24 = sistema de previsão Blitecast com 18 e 24 valores de severidade, respectivamente; Semanal = pulverizações semanais; TEST = testemunha .

A variável produtividade, subdividida em três outras variáveis, produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade não comercial (PNC), mostrou haver interação significativa apenas para a variável PC. O fator época de cultivo foi significativo para PT e para PNC, enquanto o fator sistema de previsão de requeima foi significativo apenas para PT (Tabela 8). Entre as épocas de cultivo da batata, a PT foi maior no outono de 2007 do que na primavera de 2006 (Tabela 9) e entre os esquemas de aplicação de fungicidas, observou-se que o tratamento Semanal obteve a maior PT, diferindo apenas do tratamento testemunha (Tabela 9). Isso significa que os tratamentos com uso dos sistemas de previsão apresentaram eficiência em prever a ocorrência de epidemias de requeima principalmente no outono. Por exemplo, no outono, nos tratamentos com menor número de aplicações de fungicidas, como o BLI24, a produtividade não foi comprometida significativamente em relação ao tratamento semanal que é o mais utilizado pelos produtores, no entanto existe uma diferença de 4 t ha⁻¹ entre esses dois tratamentos (Anexo E). No esquema PRO15, com número igual de pulverizações do que o esquema Semanal, a produtividade total é 1,5 t ha⁻¹ superior ao esquema semanal, evidenciando que apesar de não reduzir o número de

pulverizações, as plantas foram melhor protegidas, pois com o monitoramento adequado das condições do ambiente o momento em que as pulverizações foram realizadas foi mais adequado e representativo em relação à ocorrência da doença (COSTA et al., 2002; TAYLOR et al., 2003; HELDWEIN, 2006).

A PNC foi maior na primavera do que no outono (Tabela 9). Essa correspondeu a 33,6 % da PT na primavera e à 11,1 % no outono e está relacionada ao maior NTNC observado na primavera, como discutido anteriormente. Portanto, reafirma-se que as condições do ambiente em que as plantas se desenvolveram foram diferentes e podem ter interferido na formação dos tubérculos (GRIMM, 2007). A causa provável seriam as altas temperaturas do ar no final do ciclo, que podem causar redução da produção de batata, má formação de tubérculos e problemas fisiológicos (SOUZA, 2003).

A PC, de maior interesse aos produtores, pois será o produto comercializado com maior preço, foi dependente da interação entre os fatores época de cultivo e sistemas de previsão de requeima (Tabela 8). Nos tratamentos Semanal, BLI24 e TEST não se observaram diferenças de PC entre as épocas de cultivo (Tabela 10). Entretanto, os tratamentos PRO15, PRO20, PRO25 e BLI18 tiveram maiores produtividades no outono de 2007. Essa diferença de PC entre as épocas de cultivo, pode estar relacionada a danos causados pela requeima, no ano de 2006, mesmo que a doença só tenha sido observada no final do ciclo da cultura. Segundo Pereira (1987) e Melo (1999), teores mais altos de matéria seca podem ser atribuídos ao fotoperíodo e a temperatura mais elevada na primavera, que segundo Beukema & Van Der Zaag (1990) influenciam no crescimento das plantas e na formação dos tubérculos. No entanto, Midmore (1987) afirma que em regiões tropicais, os rendimentos totais são menores em épocas de cultivo mais quentes, bem como o conteúdo de matéria seca incorporada nos tubérculos. Essa redução em matéria seca corresponde, em média, a 1% para cada 1 °C de aumento da temperatura do ar média a partir 15 °C a 25 °C. Contudo, Beukema & Van Der Zaag (1990) mostram que dias longos e altas temperaturas estimulam o crescimento da parte aérea e dos estolões, enquanto o enchimento dos tubérculos ocorre mais no final do cultivo. Em dias curtos e temperaturas amenas (outono), o enchimento dos tubérculos é estimulado logo que ocorre a emissão dos estolões. Dessa forma, mesmo o ciclo de cultivo de outono sendo mais curto, as plantas tiveram um maior período para o enchimento de tubérculos e com isso a produtividade não foi tão afetada, já que a maior pressão de requeima ocorreu a partir dos 50 DAE.

Dessa forma, pode-se observar que tanto a incidência da requeima no final da época de cultivo da primavera quanto as temperaturas do ar desse período podem ter sido responsáveis pela menor PC e pela maior PNC quando comparado com a época de cultivo de outono.

Entre os esquemas de aplicação de fungicidas, na primavera o tratamento semanal obteve maior PC (Tabela 10). Nos demais esquemas de aplicação de fungicida, os tratamentos foram semelhantes entre si quanto à PC. No outono, o tratamento PRO15 obteve a maior PC (14,3 t ha⁻¹) não diferindo dos tratamentos PRO20, Semanal, PRO25 e BLI24. Essa maior PC pode estar relacionada com a intensidade da requeima em cada tratamento e com as aplicações de fungicidas (Figura 7). O tratamento PRO15, por exemplo, teve apenas 30,5% de severidade final observada no campo, produziu 14,3 t ha⁻¹ e foram realizadas 9 pulverizações, enquanto o PRO20 e o Semanal atingiram cerca de 56%, produziram 13,0 e 11,8 t ha⁻¹ e foram realizadas 7 e 9 pulverizações, respectivamente. O sistema de previsão Prophy, em geral, previu a primeira aplicação de fungicida mais cedo do que o sistema Blitecast semelhante ao observado em trabalhos desenvolvidos na Europa (HANSEN et al., 2001), nos quais se analisaram seis diferentes sistemas de previsão para a requeima e o Prophy recomendou a primeira aplicação de fungicida antes que os demais, além de ter recomendado um número maior de aplicações.

Outra constatação na comparação realizada entre os tratamentos com aplicação de fungicida é a de que o tratamento BLI18 apresentou menor produtividade, não diferindo da TEST no outono de 2007. Provavelmente esse tratamento, que havia preconizado 4 aplicações de fungicidas, uma a mais do que o BLI24, não foi eficiente com relação ao controle da requeima e como consequência se observou menor produtividade. Com essa constatação, pode-se inferir que o número de aplicações não é fundamental, uma vez que no TEST não se realizaram pulverizações de fungicidas, mas o que é essencial é saber o momento mais adequado às aplicações para um determinado clone ou cultivar. E isso é melhor determinado quando os sensores de umidade relativa e temperatura estão no interior do dossel. Nos experimentos realizados por Trentin (2006), a utilização do acúmulo de 18 VS no sistema Blitecast (BLI18) teve eficiência similar a da aplicação semanal no controle da requeima para a cultivar Asterix, suscetível à requeima (PEREIRA et al, 2003). No entanto, nas condições de cultivo da primavera de 2006 e outono de 2007 para a cultivar Macaca, mais suscetível à requeima do que a Asterix, isso não se confirmou. Isso pode ser explicado pela diferença de resistência entre os diferentes clones utilizados e também pelas condições do ambiente que foram variáveis de ano para ano.

De modo geral, para o clone Macaca constatou-se menor PC na primavera, sendo observado no tratamento Semanal as maiores produtividades (Tabela 10) e a menor severidade (Tabela 6). No outono, com a incidência da requeima a partir do início da tuberização dos tubérculos (Figura 10), os tratamentos com a utilização do sistema de previsão Prophy obtiveram maiores valores de PC. Sendo assim, esses sistemas foram mais eficientes em prever os momentos de aplicação de fungicida do que os tratamentos do sistema Blitecast. Dessa forma, o número de aplicações em relação ao tratamento Semanal foi reduzido em até 3 aplicações, com a utilização do tratamento MPRO25 (Tabela 3).

4.5.2 Esquemas de aplicação de fungicidas utilizados para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3

Para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, a análise estatística considerou três fatores (esquema, época de cultivo e clone). Na tabela 11, observam-se as sete fontes de variação, das quais a interação entre clone e época de cultivo foi significativa para NTT, NTC, NTNC, PT, PC e PNC. Isso mostra que tanto o número de tubérculos quanto a produtividade dos mesmos foram consequência do comportamento dos clones em cada época de cultivo. No entanto, os esquemas utilizados não influenciaram nessas variáveis para os clones resistentes (Tabela 11).

O clone SMIJ461-1 apresentou maior NTT, NTC, NTNC, PT e PNC na época de cultivo da primavera do que no outono (Tabelas 12 e 13), sendo que essas variáveis foram superiores ao clone SMINIA793101-3 na primavera. No entanto, no outono, o clone SMINIA793101-3 produziu mais em relação à época de cultivo da primavera e em relação ao clone SMIJ461-1 (Tabela 13). Moorby (1978) e Souza (2003) constataram que cultivares oriundas da Europa ou da América do Norte alteram os seus comportamentos quando plantadas sob dias curtos, antecipando a tuberização e reduzindo o período de crescimento dos tubérculos e isso se reflete negativamente na produção dos tubérculos. O clone SMIJ461-1 é oriundo da América do Norte e está sendo adaptado às condições de cultivo da região central do RS, portanto existe a probabilidade de que a menor produtividade desse clone no outono (dias curtos) esteja envolvida com alguma resposta fotoperiódica.

Tabela 11 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC), número de tubérculos não comerciais (NTNC), peso médio de tubérculo (PMT; g), peso médio de tubérculo comercial (PMTc; g), peso médio tubérculo não comercial (PMTNC; g), produtividade total (PT; t ha⁻¹), produtividade comercial (PC, t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) de tubérculos para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 na primavera de 2006 e o outono de 2007. Santa Maria, 2007.

Fonte de variação	Quadrado médio				
	NTT	NTC	NTNC	PMT	PMTc
Esquema de aplicação (EA)	1032,3	250,9	320,4	123,8	195,1
Época de cultivo	468,8	6052,5**	9890,0**	2106,8**	46,0
Clone	154,1	0,2	143,5	126,8	368,5
EA*Época de cultivo	37,0	136,0	50,3	81,1	97,8
EA*Clone	424,1	390,8	16,4	140,8	188,0
Época de cultivo*Clone	30704,1**	12838,0**	3834,2**	108,0	0,5
EA*Época de cultivo*Clone	449,3	160,3	74,4	54,4	65,9
Coefficiente de variação (%)	25,2	31,7	28,3	16,5	15,2

... continuação da Tabela 11

Fonte de variação	Quadrado médio			
	PMTNC	PT	PC	PNC
Esquema de aplicação (EA)	144,0	35,9	18,1	2,3
Época de cultivo	221,0	105,0**	161,3**	5,3**
Clone	567,2**	7,5	1,3	1,3
EA*Época de cultivo	275,8**	2,8	5,6	3,6**
EA*Clone	6,9	15,9	14,8	0,6
Época de cultivo*Clone	238,5	357,5**	252,1**	14,1**
EA*Época de cultivo*Clone	66,0	13,3	4,5	0,4
Coefficiente de variação (%)	31,4	34,1	40,3	49,1

** Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 12 - Número total de tubérculos (NTT), número de tubérculos comerciais (NTC) e número de tubérculos não comerciais (NTNC) em função da época de cultivo e do clone. Santa Maria, 2007.

Clone	NTT		NTC		NTNC	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMIJ461-1	128 Aa	71 Bb	60 Aa	50 Bb	68 Aa	21 Bb
SMINIA793101-3	74 Bb	119 Aa	27 Bb	83 Aa	47 Ba	36 Ab

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13 - Produtividade total (PT; t ha⁻¹), produtividade comercial (PC; t ha⁻¹) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) em função da época de cultivo e clone. Santa Maria, 2007.

Clone	PT		PC		PNC	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono	Primavera	Outono
SMIJ461-1	10,6 Aa	8,3 Bb	8,0 Aa	7,3 Ba	2,6 Aa	1,0 Bb
SMINIA793101-3	6,1 Bb	14,5 Aa	4,1 Bb	12,2 Aa	2,0 Ba	2,3 Aa

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Diante dessas constatações se observa que o clone SMIJ461-1 cresceu e se desenvolveu melhor na primavera do que no outono em virtude de que na primavera as plantas desse clone obtiveram maior IAF e NF (Figura 2) do que no outono, além de que na primavera a severidade da requeima foi inferior à 20 %. No outono, a requeima foi mais intensa com severidade observada nas plantas de cerca de 90 % na última avaliação. Observou-se intenso ataque de requeima nas plantas, com várias lesões nas folhas e hastes. Dessa forma as plantas do clone SMIJ461-1, certamente, gastaram parte da energia com as defesas, alocando assim menores quantidades de fotoassimilados aos tubérculos, além de apresentar baixo IAF e poucas folhas, as quais proporcionaram, certamente, menor captação de radiação solar.

O clone SMINIA793101-3 desenvolveu-se melhor no cultivo de outono, principalmente em relação à altura e IAF (Figura 2), o que indica que esse clone se adapta melhor em condições mais amenas (outono) do que em condições mais quentes (primavera) no final de seu ciclo. O que é interessante perceber é que no outono o ataque da requeima iniciou aos 24 DAE e atingiu cerca de 100 % de severidade no final do ciclo (Figuras 8d, 8e, 8f) e, no entanto, o NTT e a PT foi maior do que no cultivo de primavera (Tabelas 12 e 13), no qual praticamente não houve incidência de requeima (Figuras 6d, 6e, 6f).

A variável PMT foi significativa para época de cultivo, para a qual se observa o maior quadrado médio do erro (Tabela 11) e com valor superior no outono (54,5 g) do que na primavera (41,3 g). Os tubérculos do clone SMINIA793101-3O podem ter elevado o peso médio de tubérculo no outono, pois eram grandes se comparados aos tubérculos do clone SMIJ461-1.

A variável PMTNC foi significativa para clone e para a interação sistema de previsão e época de cultivo (Tabela 11). O clone SMINIA793101-3 teve maior PMTNC (28,0 g) do que o clone SMIJ461-1 (21,2 g), indicando que tubérculos do clone SMINIA793101-3 eram grandes, porém apresentavam maior frequência de tubérculos defeituosos. Para o sistema BLI24 observou-se maior PMTNC no outono (Tabela 14), enquanto na primavera não se observaram diferenças significativas entre os sistemas de previsão.

Tabela 14 - Peso médio de tubérculo não comercial (PMTNC; g) e produtividade não comercial (PNC; t ha⁻¹) em função da época de cultivo e do esquema de aplicação para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Santa Maria, 2007.

Esquema de aplicação	PMTNC		PNC	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono
BLI24	21,3 Ab	34,8 Aa	2,1 Aa	2,5 Aa
BLI36	23,6 Aa	21,0 Ba	2,4 Aa	0,9 Bb
TEST	22,5 Aa	24,5 Ba	2,1 Aa	1,3 Bb

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade. BLI24, BLI36 = sistema de previsão Blitecast com 24 e 36 valores de severidade, respectivamente; TEST = testemunha.

Levando em consideração essas informações, é possível inferir que os esquemas de aplicação de fungicidas (BLI24 e BLI36) não interferiram na produtividade dos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Trentin (2006) afirma que para o clone SMIJ461-1, o controle químico não apresenta eficiência significativa no controle da requeima, enquanto que para clones com suscetibilidade à requeima ocorre o contrário. Mesmo assim, o estudo do ajuste de sistemas de previsão para clones resistentes à requeima é válido, pois essas informações podem ser usadas para ilustrar conceitos e gerar hipóteses com relação ao manejo da requeima (PIEDRA et al., 2005). Além disso, muitos estudos têm sido realizados com a finalidade de explorar características das variedades resistentes à requeima quando combinadas ao uso de sistemas de previsão (FRY et al., 1983; GRÜNWARDL et al., 2000; VAN DER WAALS et al., 2003; KIRK et al., 2005).

4.6 Ocorrência da requeima em relação aos clones e aos sistemas de previsão e sua influência na produtividade

4.6.1 Clone Macaca

Os esquemas de aplicação de fungicida PRO15, PRO20, PRO25 e Semanal suprimiram eficientemente a requeima nos dois anos de cultivo para o clone Macaca. Nas aplicações semanais alternadas de mancozebe ou oxiclóreto de cobre e piraclostrobina + metiram observou-se excelente supressão da requeima na primavera de 2006, apresentando menor porcentagem de SVFO (Figura 5f) e produtividade de tubérculos de 15,3 t ha⁻¹. No outono de 2007, a melhor supressão da requeima foi observada no tratamento PRO15, com apenas 30% de SVFO (Figura 7a) e com produtividade de 16,3 t ha⁻¹. No entanto, observou-se nesses tratamentos maior número de aplicações de fungicidas do que nos tratamentos com sistema Blitecast. Foram realizadas 7 aplicações no tratamento PRO15 e 8 no tratamento Semanal (Tabela 3). O número de aplicações observadas, na região central do RS, com cultivares suscetíveis à requeima requer que os bataticultores utilizem, em média, de seis a nove aplicações de fungicidas combinados, visando manter a cultura sem o risco de epidemia (BISOGNIN, 2006). Os tratamentos com sistema de previsão Blitecast foram menos eficientes em suprimir a requeima (Tabela 6), sendo que a SVFO do esquema BLI18 não diferiu da testemunha e do BLI24. A severidade da requeima atingiu praticamente 100 % da área foliar das plantas do tratamento BLI18 na última avaliação do outono e a produtividade foi de 11,8 t ha⁻¹.

Outro fator observado foi referente às correlações entre produtividade e DAFS, AACPD e SVFO, para verificar qual a intensidade da relação entre as variáveis. Na primavera de 2006, observou-se correlação substancial positiva ($r = 0,53$) entre produtividade e DAFS (Figura 12a) e substancial negativa ($r = -0,53$) entre produtividade e AACPD (Figura 12b) e SVFO (Figura 12c). Portanto, observa-se que existe uma dependência da produtividade em relação à DAFS, AACPD e SVFO, ocorrendo aumento de produtividade com o aumento de DAFS e de redução da mesma quanto maior a AACPD e a SVFO. Quanto mais tempo a planta estiver com área foliar sadia, maior será a interceptação da radiação solar e a eficiência fotossintética das plantas, gerando maior acúmulo de fotoassimilados (KHURANA & McLAREN, 1982). No entanto, quanto maior o ataque da requeima nas plantas, menor será a atividade fotossintética, reduzindo seu potencial produtivo. Quando se analisa o coeficiente de determinação (r^2) constata-se que apenas 28% da variabilidade da produtividade é explicada

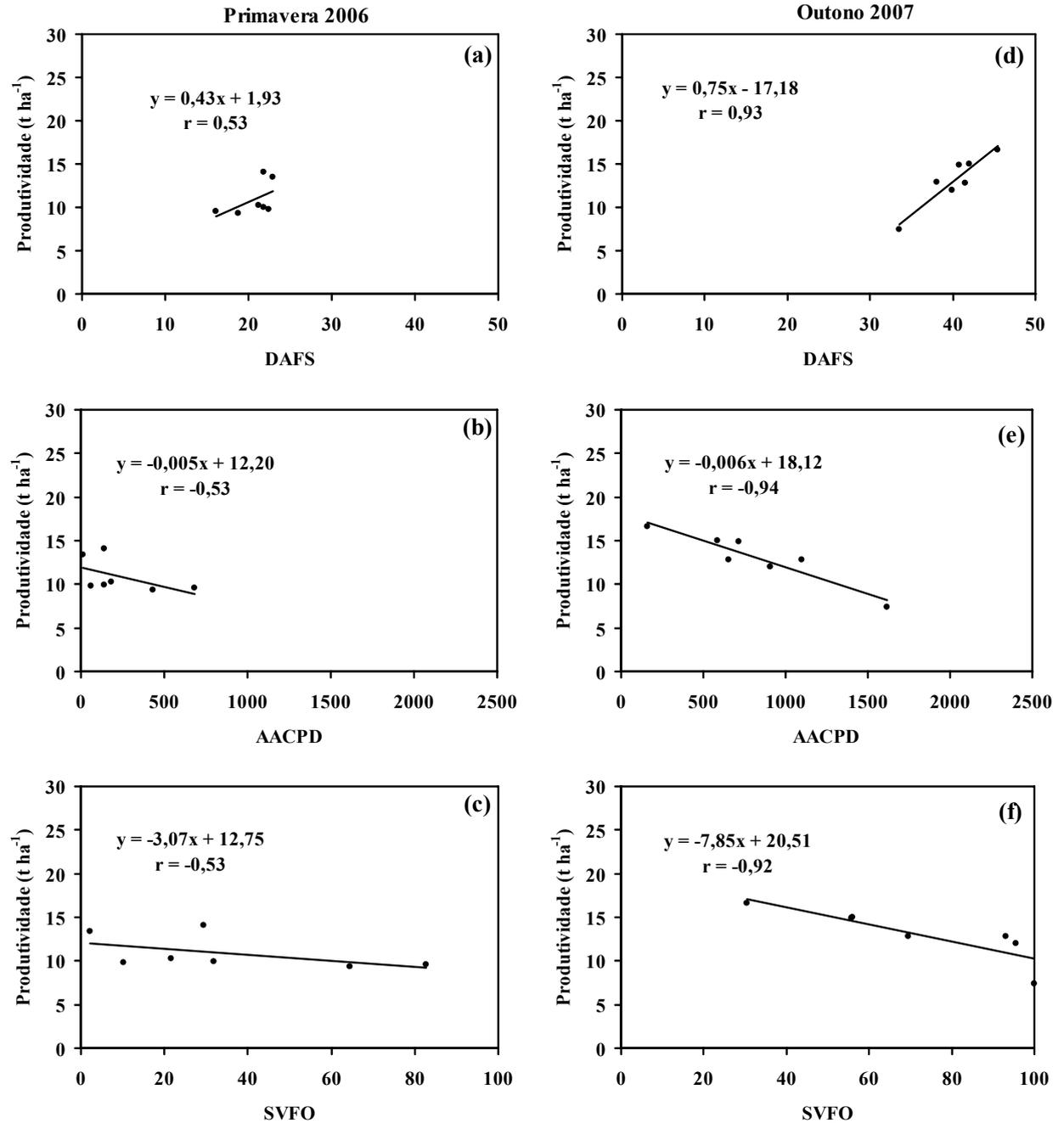


Figura 12 - Produtividade total (t ha⁻¹) do clone Macaca e sua correlação (r) com dias de área foliar sadia (DAFS, dias), área abaixo da curva do progresso de doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) com valores transformados em raiz do arco seno, para a época de cultivo da primavera de 2006 (a, b, c) e do outono de 2007 (d, e, f). Santa Maria, 2007.

pela variabilidade das variáveis DAFS, AACPD e SVFO. Fica, portanto, claro que existem outros fatores que influenciaram na produtividade do clone Macaca, na época de cultivo da primavera de 2006.

No outono de 2007, a correlação entre a produtividade e DAFS, AACPD e SVFO foi muito forte (Figura 12d, 12e, 12f), sendo positiva para DAFS ($r = 0,93$) e negativa para AACPD ($r = -0,94$) e SVFO ($r = -0,92$), indicando que, nessa época de cultivo, a ocorrência mais intensa da requeima comprovou a dependência da produtividade em relação à doença. Os coeficientes de determinação para essas relações estiveram acima de 0,85, ou seja, 85% da variabilidade da produtividade é explicada pela variabilidade das variáveis DAFS, AACPD e SVFO. Portanto, o fator que mais teve influência na produtividade do clone de batata Macaca, na época de cultivo de outono de 2007, foi a ocorrência de requeima.

4.6.2 Clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3

O principal objetivo do uso dos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, nos experimentos de primavera de 2006 e outono de 2007, foi verificar como esses clones expressam sua resistência em condições meteorológicas distintas entre anos de cultivos e entre tratamentos com diferentes esquemas de aplicação de fungicidas baseados no sistema de previsão Blitecast. Informações como essas podem ser importantes no momento de definir estratégias de manejo integrado da requeima que visem diminuir custos e aumentar a produtividade das lavouras de batata, pois, dependendo da resistência do clone de batata, a aplicação de fungicidas poderá ser reduzida (KIRK et al., 2005).

Para o clone SMIJ461-1, o progresso da requeima foi mais lento do que nos demais clones, nas duas épocas de cultivo da batata (Figuras 6, 8, 13). Na primavera de 2006, a incidência da requeima nos tratamentos TEST e BLI24 referentes ao clone SMIJ461-1 foi observada em torno dos 70 DAE e a severidade final foi de 20 % (Figura 13a e 13b), enquanto no outono foi quando se observou melhor o comportamento da evolução da requeima nos três clones (Figura 13c e 13d). O clone SMINIA793101-3 teve uma taxa de aumento da doença maior do que o clone Macaca até 50 DAE, quando, então, a taxa de aumento da requeima passou a ser maior no clone Macaca. No entanto a severidade final atingiu 100 % da área foliar no tratamento testemunha (Figura 13d) e, em torno de 95 %, no tratamento BLI24.

Para fins de comparação entre os esquemas de aplicação TEST e BLI24, foram realizadas análises fatoriais envolvendo clones (Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3) e épocas de cultivo (primavera e outono). A interação entre época de cultivo e clone foi significativa para AACPD e SVFO, no esquema TEST (Tabela 15), enquanto no esquema BLI24 a interação ocorreu para DAFS e AACPD (Tabela 16).

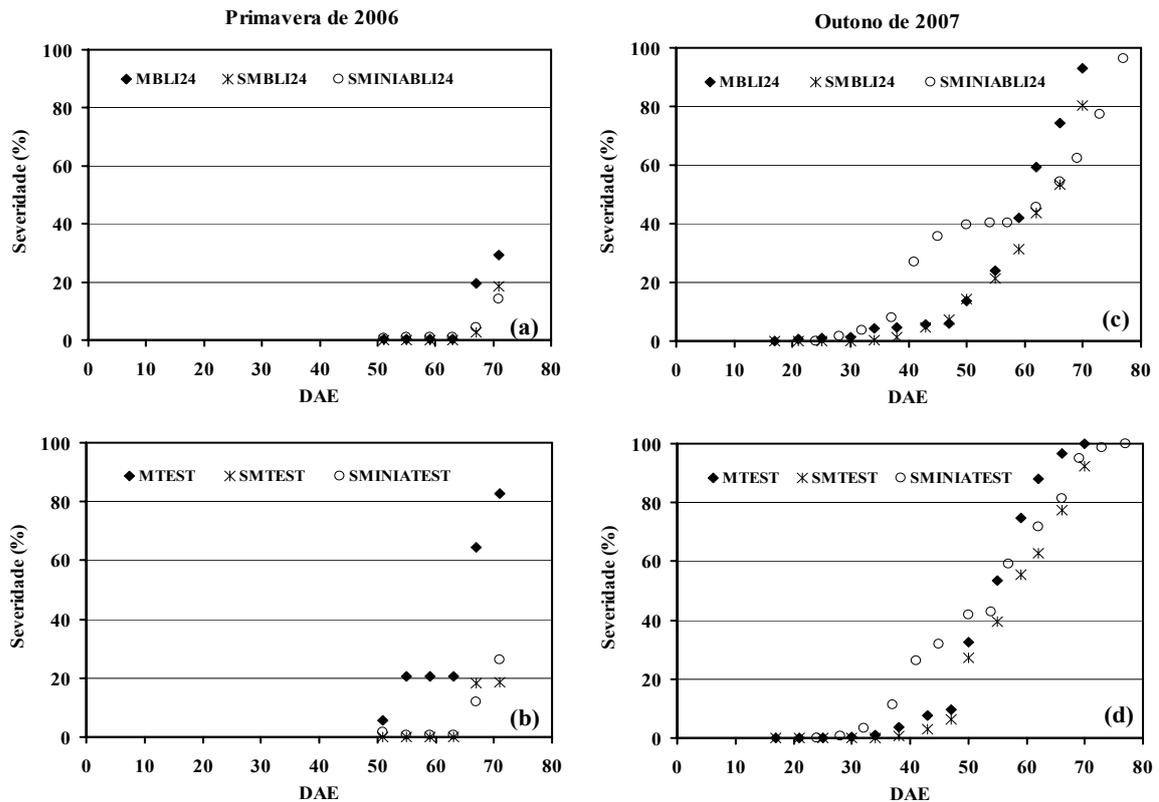


Figura 13 - Evolução da severidade observada de requeima (em %), na primavera de 2006 (a, b) e outono de 2007 (c, d), nos tratamentos com o sistema de previsão Blitecast com 24 VS (MBLI24, SMBLI24 e SMINIABLI24) e testemunha (MTEST, SMTEST e SMINIATEST), em cultivo de batata com os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Santa Maria, 2007.

Tabela 15 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) no tratamento testemunha (TEST) na primavera de 2006 e o outono de 2007 para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Santa Maria, 2007.

Fonte de variação	TEST		
	Quadrado médio		
	DAFS	AACPD	SVFO
Época de cultivo	1053,4**	12754584,0**	11711,2**
Clone	105,3**	795285,3**	2207,0**
Época de cultivo *Clone	53,4	1115993,4**	1119,8**
Coefficiente de variação (%)	16,1	34,6	23,5

** Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 16 - Valores de quadrado médio da análise da variância para as variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) no tratamento Blitecast com acúmulo de 24 VS (BLI24) na primavera de 2006 e o outono de 2007 para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Santa Maria, 2007.

Fonte de variação	BLI24		
	Quadrado médio		
	DAFS	AACPD	SVFO
Época de cultivo	1380,2**	8738680,2**	17416,5**
Clone	136,2**	623766,8**	494,5
Época de cultivo *Clone	56,2**	667342,5**	177,1
Coefficiente de variação (%)	8,5	37,0	37,7

** Significativo a 5% de probabilidade de erro.

Tabela 17 - Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO) no tratamento testemunha (TEST), dias de área foliar sadia (DAFS) e área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) no tratamento Blitecast com acúmulo de 24 VS (BLI24) em função da época de cultivo e dos clones. Santa Maria, 2007.

Clones	TEST			
	AACPD		SVFO	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono
Macaca	681,5 Ab	1618,0 Ba	90,5 Aa	100,0 Aa
SMIJ461-1	110,0 Bb	1233,8 Ba	15,8 Bb	92,5 Aa
SMINIA793101-3	110,3 Bb	2424,0 Aa	19,2 Bb	100,0 Aa

Clones	BLI24			
	DAFS		AACPD	
	Primavera	Outono	Primavera	Outono
Macaca	21,5 Ab	37,5 Ba	139,5 Ab	1098,8 Ba
SMIJ461-1	20,5 Ab	30,0 Ca	47,8 Bb	842,0 Ba
SMINIA793101-3	23,5 Ab	43,5 Aa	58,0 Bb	1925,0 Aa

Médias seguidas por letras iguais, maiúsculas na vertical e minúsculas na horizontal, não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

No tratamento BLI24, o clone SMINIA793101-3 apresentou DAFS semelhante aos outros clones na primavera, enquanto no outono de 2007 o clone SMIJ461-1 teve o menor DAFS (Tabela 17), o que pode ser explicado pelo menor IAF desse clone em 2007 (Figura 2). No tratamento TEST, o clone SMINIA793101-3 teve o maior DAFS, sendo que no outono ocorreram mais DAFS do que na primavera (Tabela 18).

A AACPD foi maior em 2007 do que em 2006 para os três clones nos dois tratamentos (Tabela 17). Na primavera, a AACPD foi semelhante entre os clones SMINIA793101-3 e SMIJ461-1 e inferior ao clone Macaca, demonstrando o menor ataque da requeima nos clones considerados resistentes, durante a primavera de 2006. No outono, o clone SMINIA793101-3 apresentou maior AACPD e não existiram diferenças significativas de SVFO entre os três clones para os esquemas BLI24 (Tabela 16) e TEST (Tabela 17), uma vez que atingiram mais que 80% de SVFO, evidenciando que os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, quando submetidos a maior incidência de requeima também podem ser destruídos. Portanto, no outono de 2007 o esquema de aplicação de fungicida com 24 valores de severidade acumulados pelo sistema Blitecast (BLI24), não foi eficiente no controle da requeima.

A SVFO não foi diferente entre as épocas de cultivo para o clone Macaca no esquema TEST, porém para os clones considerados resistentes (Tabela 17) e para o esquema BLI24 (Tabela 18) observou-se SVFO em maior proporção em 2007.

Tabela 18 - Dias de área foliar sadia (DAFS) no tratamento testemunha (TEST) em função dos fatores época de cultivo e clones e severidade final observada (SVFO) no tratamento Blitecast com acúmulo de 24 VS (BLI24) em função da época de cultivo. Santa Maria, 2007.

Época de cultivo	TEST	BLI24
	DAFS	SVFO
Primavera	19,3 B	20,0 B
Outono	32,6 A	73,8 A

Clone	TEST
	DAFS
Macaca	24,3 B
SMIJ461-1	23,5 B
SMINIA793101-3	30,1 A

Médias seguidas por mesma letra, na vertical para cada fator não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade.

Essa diferença entre épocas de cultivo é devida, provavelmente, às condições mais favoráveis para a requeima em 2007 do que em 2006. Na primavera de 2006, a pressão da requeima foi menor e, com isso, os clones conseguiram expressar sua resistência, o que não foi possível no outono de 2007, a partir do momento em que o progresso da requeima aumentou rapidamente. O tratamento BLI36, utilizado apenas para os clones considerados resistentes também não foi eficiente no controle da requeima no outono de 2007, atingindo valores de 88,1 % de SVFO no clone SMIJ461-1 (Figura 8b) e 99,2 % no clone SMINIA793101-3 (Figura 8e), semelhantes ao tratamento BLI24 que atingiu valores de 80,4 % (SMIJ461-1) (Figura 8a) e 96,3 % (SMINIA793101-3) (Figura 8d) de SVFO.

Além das variáveis DAFS, AACPD e SVFO, é importante analisar a produtividade dos clones e a relação existente entre esta e as variáveis acima descritas. Na figura 14, observa-se a relação entre produtividade e DAFS, AACPD, SVFO dos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3. Na primavera de 2006, observou-se correlação moderada positiva ($r = 0,41$) entre produtividade e DAFS (Figura 14a); baixa negativa entre produtividade e AACPD ($r = -0,16$) (Figura 14b) e SVFO ($r = -0,20$) (Figura 14c).

Portanto, observa-se que existe uma dependência da produtividade em relação à DAFS, AACPD e SVFO, ocorrendo aumento de produtividade com o aumento de DAFS e de redução da mesma quanto maior a AACPD e a SVFO. Quando se analisa o coeficiente de determinação (r^2) constata-se que apenas 17, 2 e 4 % da variabilidade da produtividade é explicada pela variabilidade das variáveis DAFS, AACPD e SVFO, respectivamente. Portanto, foram outros fatores que influenciaram a produtividade desses clones na primavera. Béasse et al. (2000) afirma que as perdas de produtividade são muito dependentes das condições do ambiente de cultivo e da constituição genética de cada cultivar.

No outono de 2007 houve correlação positiva muito forte entre produtividade e DAFS ($r=0,94$), sendo que 89 % da variabilidade da produtividade é explicada pela variabilidade de DAFS. Dessa forma, pode-se afirmar que a duração da área foliar foi fundamental para a produção dos tubérculos, pois em dias curtos o enchimento dos tubérculos é estimulado logo que ocorre a emissão dos estolões, assim as plantas tiveram um maior período para o enchimento de tubérculos e com isso a produtividade não foi tão afetada, já que a maior pressão de requeima ocorreu a partir dos 50 DAE.

Para AACPD e SVFO a correlação também foi positiva (Figura 14e, 14f), no entanto, essa relação positiva entre produtividade e AACPD e SVFO não é esperada, pois a ocorrência de doenças, geralmente compromete a produtividade das plantas, uma vez que há perda de área foliar e de plantas na área de cultivo. Béasse et al. (2000) afirma que a relação entre

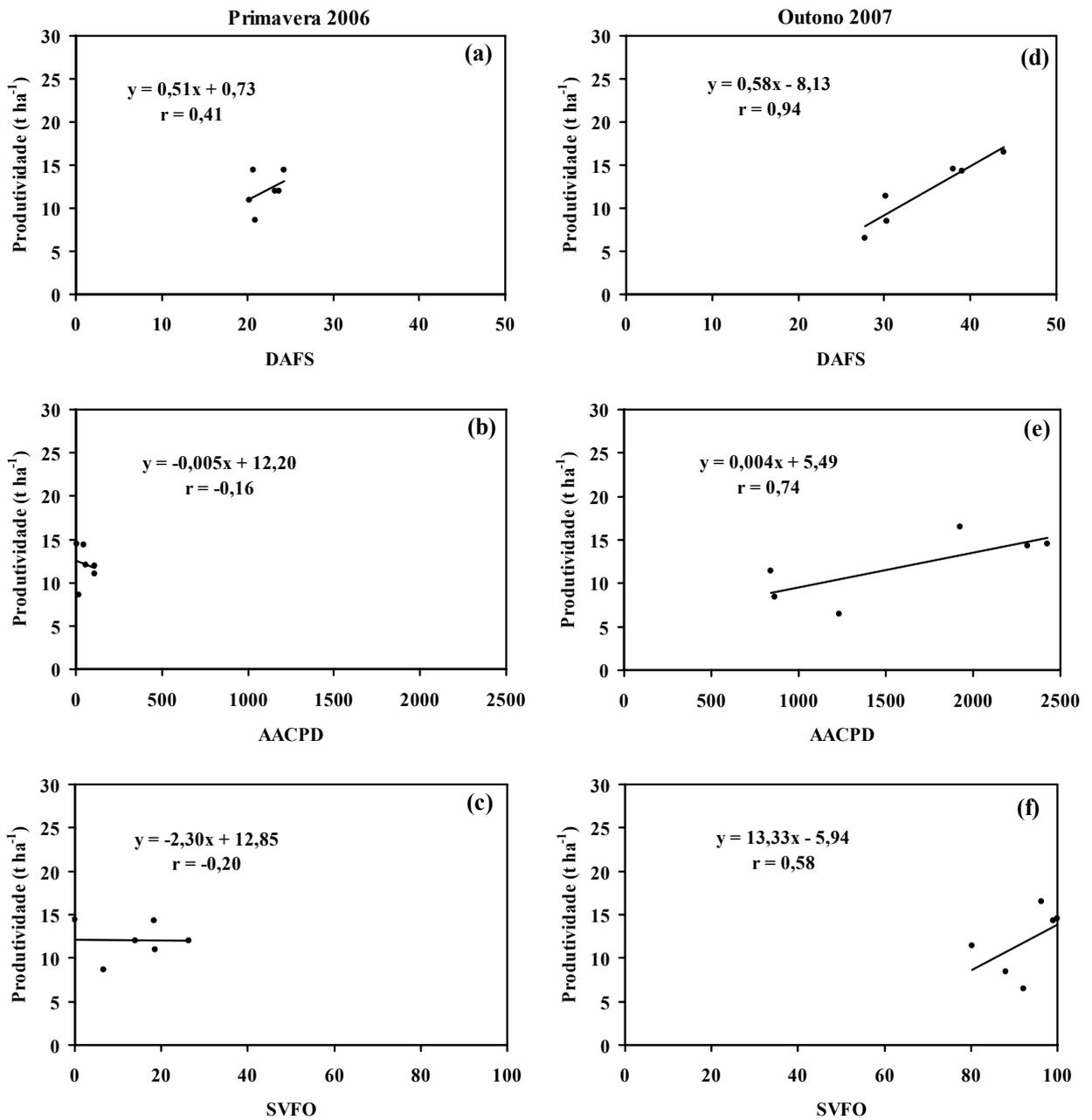


Figura 14 - Produtividade total (t ha⁻¹) dos clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 e sua correlação (r) com dias de área foliar sadia (DAFS, dias), área abaixo da curva do progresso de doença (AACPD) e severidade final observada (SVFO), com valores transformados em raiz do arco seno, para a época de cultivo da primavera de 2006 (a, b, c) e do outono de 2007 (d, e, f). Santa Maria, 2007.

severidade da doença e perdas de produtividade ainda é muito pouco conhecida embora seja fundamental para a implementação de estratégias de manejo das doenças. A menor correlação observada nesse estudo pode ter ocorrido em virtude das variáveis AACPD e SVFO não

fornecerem estimativas a respeito do tamanho e da duração da área foliar na planta, além de se desconhecer a eficiência da interceptação e do uso da radiação solar absorvida pela área foliar desses clones (WAGGONER et al., 1987; BÉASSE et al., 2000). Sendo assim, pode-se dizer que para esses clones considerados resistentes não há relação explicável entre as variáveis AACPD, SVFO e a produtividade mesmo quando a incidência de doença é alta.

Kankwatsa et al. (2002), após realizar experimentos para verificar a interação entre época de cultivo, aplicação de fungicidas e resistência de clones de batata à requeima, concluiu que a melhor resposta de produtividade em relação à aplicação de fungicidas ocorreu quando a requeima foi mais severa e que a produtividade não é somente dependente do controle da requeima, mas que outros fatores como a constituição genética atuam sobre essa variável. Isso explicaria porque os clones Macaca e SMINIA793101-3, mesmo sendo severamente atacados pela requeima, produziram mais do que o clone SMIJ461-1, no outono de 2007.

De modo geral, observou-se que os sistemas de previsão devem ser ajustados em épocas de cultivo e com clones diferentes para que indiquem os momentos de aplicação de fungicidas com mais acurácia. Considerando essas situações, pode-se inferir que as condições experimentais propostas nesse estudo foram satisfeitas em virtude de terem sido avaliados três clones diferentes quanto ao seu crescimento e a resistência à requeima e por eles estarem crescendo e se desenvolvendo em épocas bem distintas.

5 CONCLUSÕES

No sistema de previsão Prophy, com 15 valores de severidade acumulados, obtém-se melhor controle da requeima do que no esquema Semanal, embora o ganho em produtividade não seja significativo.

A utilização do sistema de previsão Prophy permite adequar melhor o momento de aplicação dos fungicidas para o clone Macaca.

A utilização de sistemas de previsão de requeima da batata, para um genótipo suscetível, Macaca, permite reduzir o número de aplicações de fungicidas sem afetar a produtividade dessa cultura, utilizando-se o sistema de previsão Prophy, com acúmulo de 20 ou 25 valores de severidade.

O sistema Blitecast não foi eficiente para o controle da requeima da cultivar Macaca e, portanto, para ser utilizado deve sofrer alguns ajustes, principalmente em relação ao nível de medida da umidade relativa e temperatura do ar no dossel.

Para os clones considerados resistentes, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, a utilização de sistemas de previsão de requeima da batata, não tem efeito sobre a ocorrência da requeima e na produtividade da cultura.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2007. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, 2007. 516p.

AGRIOS, G. N. Environmental effects on the development of infectious plant disease. In: _____. **Plant Pathology**. 5th ed. San Diego: Academic Press, 2004. cap.7, p. 251-262.

AMORIM, L. Sobrevivência do inóculo. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995a, cap.13, p.246-266.

_____. Colonização e reprodução. In: _____. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995b. cap.16, p.309-324.

_____. Avaliação de doenças. In: _____. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995c. cap.32, p.647-671.

AZEVEDO, A. A. Fungicidas antioomicetos. In: LUZ, W. C. et al.(Ed). **Revisão Anual de Patologia de Plantas**. Passo Fundo: Berthier, 1993. p.319-347, v.1.

BARCELOS, D. M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.31, n.1, p.21-27, jan./fev., 2007.

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

BÄTZ, W. et al. Entwicklungsstadien der Kartoffel. In: Biologische Bundesanstalt für Landund Forstwirtschaft. **Merkblatt** Nr.27/5. Janeiro, 1980. Alemanha, 1980. 5p.

BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D., et al. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. 2nd ed. London: Chapman & Hall, 1993. p.36-46.

BÉASSE, C.; NEY, B.; TIVOLI, B. A simple model of pea (*Pisum sativum*) growth affected by *Mycosphaerella pinodes*. **Plant Pathology**, Berkshire, v.49, n.2, p.187–200, April, 2000.

BEDENDO, I. P. Ambiente e doença. In: _____. **Manual de Fitopatologia: Princípios e Conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap.18, p.331-341.

BERGER-LANDEFELDT, U.; KIENDL, J.; DANNENBERG, H. Beobachtungen über das Temperatur und Dampfdruckunruhe über Pflanzenbeständen. **Meteorogischer Rundschau**, n.90, p.120-130, 1956.

BEUKEMA, H. P.; VAN DER ZAAG, D. E. **Introduction to potato production**. 2.ed. Wageningen: PUDOC, 1990. 207p.

BEUKEMA, H. P.; VAN DER ZAAG, D. E. **Potato improvement: some factors and facts**. 1. ed. Wageningen: International Agricultural Centre, 1979. 224p.

BISOGNIN, D. A. **Recomendações técnicas para o cultivo da batata no Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. Santa Maria: Gráfica Universitária – UFSM, 1996, 63p.

BISOGNIN, D. A. et al. Half-sib progeny evaluation and selection of potato resistant to the US8 genotype of *Phytophthora infestans* from crosses between resistant and susceptible parents. **Euphytica**, Netherlands, v.125, n.1, p.129-138, May, 2002.

BISOGNIN, D. A.; DOUCHES, D. S. Early generation for potato tuber quality in progenies of late blight resistant parents. **Euphytica**, Netherlands, v.127, n.1, p.1-9, September, 2002.

BISOGNIN, D. A. Melhoramento da batata para resistência a requeima. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J (Eds.). **O cultivo da batata na região Sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003, p.125-142.

BISOGNIN, D. A. Desenvolvimento de novas cultivares resistentes a requeima. In: _____. **Simpósio de melhoramento genético e previsão de epifitias em batata**. Santa Maria: UFSM, 2006. p.10-25.

BOURKE, A. Use of weather information in the prediction of plant disease epiphytotics. **Annual Review of Phytopathology**, Dublin, v.8, n.1, p.345-370, September,1970.

BOURKE, A. **The Visitation of God?: The potato and the great Irish famine**. Dublin: Lilliput Press, 1993. 230p.

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

CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. Forecasting plant diseases. In: _____. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: John Wiley & Sons, 1990. cap.15, p.423-452.

COHEN, Y. et al. Oospore production of *Phytophthora infestans* in potato and tomato leaves. **Phytopathology**, Saint Paul, v.87, n.2, p.191-196, February, 1997.

COLHOUN, J. Effects of environmental factors on plant disease. **Annual Review of Phytopathology**, Dublin, v.11, n.1, p.343-364, September, 1973.

COLON, L. T.; JANSEN, R. C.; BUDDING, D. J. Partial resistance to late blight (*Phytophthora infestans*) in hybrid progenies of four South American *Solanum* species crossed with diploid *S. tuberosum*. **Theoretical and Applied Genetics**, Berlin, v.90, n.5, p.691-698, April, 1995.

COMISSÃO DE QUÍMICA E FERTILIDADE DO SOLO – RS/SC. Sociedade Brasileira de Ciência do solo. **Manual de adubação e calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 10.ed. Porto Alegre, 2004. 400p.

COSTA, L. C. **Avaliação de clones introduzidos de batata**. 2004. 56 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

COSTA, L. C. **Desenvolvimento de clones de batata de alta qualidade de tubérculo a partir de genitores resistentes a requeima**. 2007. 78 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

COSTA, R. V. et al. Previsão da requeima da batateira. **Fitopatologia brasileira**, v.27, n.4, p.349-354, julho/agosto, Brasília, 2002.

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

D'ARCY, C. J.; EASTBURN, D. M. Late Blight of Potatoes. 2000. **Plants, Pathogens, and People**. Disponível em: < <http://www.ppp.uiuc.edu/> >. Acesso em: 15 Jan. 2008.

DE WOLF, E. D.; ISARD, S. A. Disease cycle approach to plant disease prediction. **Annual Review of Phytopathology**, Dublin, v.45, n.1, p.203-220, September, 2007.

DESTRO, D.; MONTALVÁN, R. **Melhoramento genético de plantas**. Londrina: Editora UEL, 1999. 818p.

DIAS, J. A. C. S.; IAMAUTI, M. T. Doenças da batateira (*Solanum tuberosum*). In: KIMATI, H. et al. (Eds.). **Manual de Fitopatologia: Doenças das plantas cultivadas**. 2. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 2005. cap.16, p.119-142.

EASSON, D. L. et al. The weather, seed rate and cultivar on lodging and yield in winter wheat. **Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v.121, n.2, p.145-156, May, 1993.

EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2006. 306p.

ERWIN, D. C.; RIBEIRO, O. K. Chemical Control. In: _____. **Phytophthora: Diseases Worldwide**. Minnesota: APS Press. St. Paul, 1996a. cap.7, p.211-237.

_____. *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary (1876). In: _____. **Phytophthora: Diseases Worldwide**. Minnesota: APS Press, 1996b. cap.33, p.346-353.

FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations). **Internacional year of the potato, 2008**. Disponível em: < <http://www.potato2008.org/> >. Acesso em: 18 dez. 2007.

FAOSTAT. **Potato world**. Disponível em: < <http://faostat.fao.org> >. Acesso em: 17 jan. 2008.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia Moderna na Produção e Comercialização de Hortaliças**. 2. ed. Viçosa: Editora UFV, 2003. 412 p.

FIGUEIRE, 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 Informação Tecnológica, 2003. p.44-52.

FORRER, H. R.; GUJER, H. U.; FRIED, P. M. PhytoPRE - a comprehensive information and decision support system for late blight in potatoes. **Danish Institute of Plant and Soil Science**, Dinamarca, v.7, p.173-181, 1993.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Classificação e descrição botânica. In: PEREIRA, S. A.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.69-79.

FRY, W. E. Integrated control of potato late blight – effects of polygenic resistance and techniques of timing fungicide applications. **Phytopathology**, Saint Paul, v.67, n. 1, p.415-420, 1977.

FRY, W. E. Epidemiology: Dynamics of interacting pathogen and host populations. In: _____. **Principles of Plant Disease Management**. New York: Academic Press, 1982a. cap.3, p.43-66.

FRY, W. E. Effects of chemicals in reducing the rate of disease development. In: _____. **Principles of Plant Disease Management**. New York: Academic Press, 1982b. cap.13, p.245-271.

FRY, W. E.; APPLE, A. E.; BRUHN, J. A. Evaluation of potato late blight forecasts modified to incorporate host resistance and fungicide weathering. **Phytopathology**, Saint Paul, v.73, p.1054-1059, 1983.

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.

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

GARÇON, C. L. P. et al. Controle da ferrugem do cafeeiro com base no valor de severidade. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.29, n.5, p.486-491, setembro/outubro, 2004.

GARRETT, K. A.; DENDY, S. P. Cultural practices in potato late blight management. In: GILB LATIN AMERICAN WORKSHOP, 1, 2001. **Proceedings...** Cochabamba: GILB publications, 2001, p.107–114.

GILB (Global Initiative on Late Blight). **Economic impact of late blight**. Disponível em: < <http://gilb.cip.cgiar.org/what-is-late-blight/economic-impact/> >. Acesso em: 22 jan. 2007.

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

GRÜNWALD, N. J.; RUBIO COVARRUBIAS, O. A.; FRY, W. E. Potato late-blight management in the Toluca Valley: Forecasts and resistant cultivars. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 84, n.4, p.410-416, April, 2000.

GUENTHER, J. F. et al. The economic impact of potato late blight on US growers. **Potato Research**, Netherlands, v.44, n.2, p.121-125, June, 2001.

GUTSCHE, V. PROGEB - a model-aided forecasting service for pest management in cereals and potatoes. **European and Mediterranean Plant Protection Organization - EPPO Bulletin**, Inglaterra, v.23, n.2, p.577-581, 1993.

GUTSCHE, V.; KLUGE, E. SIMPHYT I und II. In: **Desutche Pflanzenschutztagung Mitteilungen aus der Biologischen Bundesanstalt für Land- und Forstwirtschaft**. Berlin-Dahlem, 1996, p.321-332.

HANSEN, J. G.; ANDERSSON, B.; HERMANSEN, A. Negfry - A system for scheduling chemical control of late blight in potatoes. In: DOWLEY, L. J. et al. (Eds.). *Phytophthora infestans* 150, 1995. **Proceedings...** Ireland: Dublin, 1995, p.201-208.

HANSEN, J. G. et al. Results of validation trials of *Phytophthora* DSSs in Europe, 2001. In: WORKSHOP OF AN EUROPEAN NETWORK FOR DEVELOPMENT OF AN INTEGRATED CONTROL STRATEGY OF POTATO LATE BLIGHT, 6, 2001, **Proceedings...** Wageningen: PPO-Special Report, 2001. p.231-242.

HARRISON, J. G. Effects of the aerial environment of late blight of potato foliage – a review. **Plant Pathology**, Berkshire, v.41, n. 4, p.384-416, August, 1992.

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

HELDWEIN, A. B. Alerta Fitossanitário. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10,1997. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997. p.63-77.

HELDWEIN, A. B. Princípios para implementar alertas agrometeorológicos fitossanitários. In: SIMPÓSIO DE MELHORAMENTO GENÉTICO E PREVISÃO DE EPÍFITIAS EM BATATA, 2006. Santa Maria. **Simpósio...** Santa Maria: UFSM, 2006. p.56-89.

HELDWEIN, A. B et al. Índices biometeorológicos e monitoramento agrometeorológico de doenças e pragas. In: CARLESSO, R. et al. (Ed.). **Uso e benefícios da coleta automática de dados meteorológicos na agricultura**. Santa Maria: Editora UFSM, 2007. p.135-155.

HUBER, L.; GILLESPIE, T. J. Modeling leaf wetness in relation to plant disease epidemiology. **Annual Review of Phytopathology**, Dublin, v.30, n.1, p.553-577, September, 1992.

HUNT, R. **Plant growth analysis**. London: Arnold, 1978. 67 p.

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

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

JAMES, W. C. et al. The quantitative relationship between late blight of potato and loss in tuber yield. **Phytopathology**, Saint Paul, v.62, p.92-96, 1972.

JANSSEN, P. H. M.; HEUBERGER, P. S.C. Calibration of process – oriented models. **Ecological Modelling**, Netherlands, v.83, n.1, p.55-56, December, 1995.

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

KANKWATSA, P. et al. Effect of integrating planting time, fungicide application and host resistance on potato late blight development in South-Western Uganda. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.150, n.4-5, p.248-257, May, 2002.

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**, Brasília, v.21, n.1, p.105-109, Março, 1996.

KATSURAYAMA, Y. et al. Agrometeorologia operacional: Sistemas de alerta fitossanitário, estação de avisos fitossanitários, São Joaquim. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 10, 1997, Piracicaba. **Anais...** Piracicaba: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia, 1997, p.63-77.

KHURANA, S. C.; MCLAREN, J. S. The influence of leaf area, light interception and season on potato growth and yield. **Potato Research**, Netherlands, v.25, n.4, p.329-342, December, 1982.

KIMATI, H.; BERGAMIN FILHO, A. Princípios gerais de controle. In: BERGAMIN FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap.34, p.692-709.

KIRK, W. W. et al. Effect of host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide application to control potato late blight. **Plant Disease**, Saint Paul, v.85, n. 10, p.1113–1118, October, 2001.

KIRK, W. W. et al. Evaluation of potato late blight management utilizing host plant resistance and reduced rates and frequencies of fungicide applications. **Crop Protection**, Amsterdam, v.24, n.11, p.961-970, November, 2005.

KOOMAN, P. L. et al. Effects of climate on different potato genotypes 2. Dry matter allocation and duration of the growth cycle. **European Journal of Agronomy**, Amsterdam, v.5, n.3-4, p.207-217, December, 1996.

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

KRAUSE, R. A.; MASSIE, L. B. Predictive systems: Modern approaches to disease control. **Annual Review of Phytopathology**, Dublin, v.13, n.1, p.31-47, September, 1975.

KRUGNER, T. L. A natureza da doença. In: BERGAMIN FILHO, A., KIMATI, H.; AMORIM, L. (Eds.) **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. 3. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 1995. cap.3, p.34-43.

LAM, E.; KATO, N.; LAWTON, M. Programmed cell death, mitochondria and the plant hypersensitive response. **Nature**, Inglaterra, v.411, p.848-853, June, 2001.

LOPES, C. A.; BUSO, J. A. **Cultivo da batata (*Solanum tuberosum* L.)**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 1997. 36p. (Instruções técnicas, n.8).

LOVATO, C. Influência do ambiente no desenvolvimento da planta de batata. **Revista Batata Show**, São Paulo, v.5, n.11, Abril, 2005.

MAASS, G. et al. Modelos para determinação não-destrutiva da área foliar na batata (*Solanum tuberosum*). In: JORNADA ACADÊMICA INTEGRADA, 19, 2004, Santa Maria. **Anais...** Santa Maria: UFSM, 2004. 1 CD-ROM.

MADDEN, L. V. Measuring and modeling crop losses at the field level. **Phytopathology**, Saint Paul, v.73, p.1591-1596, 1983.

MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A. How to develop plant disease forecasters. In: KRANZ, J. (Ed.). **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. New York: Springer-Verlag, 1987, cap.13, p.191-208.

MANRIQUE, L. A.; HODGES, T. Estimation of tuber initiation in potatoes grown in tropical environments based on different methods of computing thermal time. **American Potato Journal**, Orono, v.66, p.425-436, 1989.

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). **Coordenação-Geral de Agrotóxicos e Afins/DFIA/DAS**. Disponível em: < <http://www.agricultura.gov.br/> >. Acesso em: 10 nov. 2007.

McGRATH, M. T. 2004. **What are fungicides?** Disponível em: < <http://www.apsnet.org/education/IntroPlantPath/Topics/fungicides/default.htm> >. Acesso em: 27 fev. 2008.

MELO, P. E. Cultivares de batata potencialmente úteis para processamento na forma de fritura no Brasil e manejo para obtenção de tubérculos adequados. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.20, n.197, p.112-119, 1999.

MICHEL, C. A.; MENDES, C.S.; REIS, E. M. Validação de sistemas de previsão de epidemias de *Phytophthora infestans* na cultura da batata I- safra 1996/97. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, p.185, 1997a.

MICHEL, C. A.; MENDES, C. S.; REIS, E. M. Validação de sistemas de previsão de epidemias de *Phytophthora infestans* na cultura da batata II- safrinha 1997. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.22, p.185, 1997b.

MIDMORE, D. J. **Fisiologia de la planta de papa bajo condiciones de clima calido**. Lima: CIP, 1987. 14p.

MINOGUE, K. P.; FRY, W. E. Effect of temperature, relative humidity and rehydration rate on germination of dried sporangia of *Phytophthora infestans*. **Phytopathology**, Saint Paul, v.71, n.11, p.1181-1184, Novembro, 1981.

MIZUBUTI, E. S. G.; TAYLOR, D. E.; FRY, W. E. Survival of *Phytophthora infestans* sporangia exposed to solar radiation. **Phytopathology**, Saint Paul, v.90, n.1, p.78-84, Janeiro, 2000.

MOORBY, J. The physiology of growth and tuber yield. In: HARRIS, P. M. (Ed.). **The potato crop: the scientific basis for improvement**. London: Chapman & Hall, 1978. p.153-194.

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, Seção de Geografia. 1961. 46p.

MULLER, D. R. et al. Produção hidropônica de batata em diferentes concentrações de solução nutritiva e épocas de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, n.5, p.647-653, Maio, 2007.

NAMANDA, S. et al. Fungicide application and host-resistance for potato late blight management: benefits assessment from on-farm studies in S.W. Uganda. **Crop Protection**, Amsterdam, v.23, n.11, p.1075-1083, November, 2004.

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

NAZARENO, N. R. X.; JACCOUND FILHO, D. S. Doenças Fúngicas. In: PEREIRA, S. A.; DANIELS, J. (Eds). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.239-276.

OLIVEIRA, C. A. S. Potato crop growth as affected by nitrogen and plant density. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.5, p.939- 950, Maio, 2000.

PAULA, F. L. M. et al. Soma térmica de algumas fases do ciclo de desenvolvimento da batata (*Solanum tuberosum* L.). **Ciência Rural**, Santa Maria, v.35, n.5, p.1034-1042, Setembro/Outubro, 2005.

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

PEDRO JUNIOR, M. J.; GILLESPIE, T. J. Estimating dew duration. II. Utilizing standard weather station data. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.25, p.297-310, 1982b.

PEREIRA, A. S. Composição química, valor nutricional e industrialização. In: REIFSCHNEIDER, F. J. B. (Ed.). **Produção de batata**. Brasília: Linha Gráfica e Editora, 1987. p.12-28.

PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, L. R.; SENTELHAS, P. C. Efeito combinado temperatura – umidade do ar. In: **Agrometeorologia: Fundamentos e aplicações práticas**. Guaíba: Agropecuária, 2002. cap.17, p.353-370.

PEREIRA, S. A.; DANIELS, J. (Eds). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. 567p.

PEREIRA, A. S.; SOUZA, Z. S.; CHOER, E. Principais cultivares. In: PEREIRA, S. A.; DANIELS, J. (Eds). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.143-153.

PIEDRA, J. L. A. et al. Simulation of Potato Late Blight in the Andes. II: Validation of the LATEBLIGHT Model. **Phytopathology**, Saint Paul, v.95, n.10, p.1200-1208, November, 2005.

REIS, E. M. **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: UPF, 2004, 316p.

REIS, E. M.; BRESOLIN, A. C. R. Fatores climáticos e doenças de plantas. In: REIS, E. L. (Ed.). **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: UPF, 2004. cap.1, p.23-45.

REIS, E. M.; WORDELL FILHO, J. A. Previsão de doenças de plantas. In: REIS, E. L. (Ed.). **Previsão de doenças de plantas**. Passo Fundo: UPF, 2004. cap.3, p.67-99.

REIS, E. M. et al. Previsão de doenças de plantas: sistemas para a requieima e para a pinta preta da batateira. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.25, p.60-65, 1999.

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

SANDS, P. J. et al. A model of the development and bulking of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). 1- Derivation from wellmanaged field crops. **Field Crops Research**, Amsterdam, v.2, p.309-331, 1979.

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

SCHEPERS, H. T. A. M. Potato late blight IPM in the industrialized countries. In: GLOBAL INITIATIVE ON LATE BLIGHT (GILB). Conference Late blight: Managing the Global Threat, 2002, Hamburg. **Proceedings...** Hamburg: Integrated pest management, 2002. p.89-92.

SCHRODTER, H.; ULLRICH, J. Weitere untersuchungen zur biometeorologie und epidemiologie von *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary. Ein neues konzept zur losung des problems der epidemiologischen prognose. **Phytopathology**, Saint Paul, v.56, p.265-278, 1966.

SCHUMANN, G. L. The Irish potato famine and the birth of plant pathology. In: _____. **Plant Diseases: Their Biology and Social Impact**. Minnesota: American Phytopathological Society, 1991. cap.1, p.1-24.

SCHUMANN, G. L.; D'ARCY, C. J. **Requeima da batateira e tomateiro**. 2000. Disponível em: < <http://www.apsnet.org/education/lessonsplantpath/LateBlightPortuguese> >. Acesso em: 15 jan. 2008.

SEEM, R. C. Disease incidence and severity relationships. **Annual Review of Phytopathology**, Dublin, v.22, p.133-150, September, 1984.

SENTELHAS, P. C. et al. Spatial variability of leaf wetness duration in different crop canopies. **International Journal of Biometeorology**, Berlin, v.49, n.6, p.363-370, July, 2005.

SILVA, H. S. A. et al. Induction of systemic resistance by *Bacillus cereus* against tomato foliar diseases under field conditions. **Journal of Phytopathology**, Berlin, v.152, n.6, p.371-375, June, 2004.

SOUZA, R. T. et al. Validação de dois sistemas de previsão para a queima das folhas da cenoura. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.27, n.1, p.87-90, Janeiro/Fevereiro, 2002.

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

STEIN, J. M.; KIRK, W. W. Containment of existing potato late blight (*Phytophthora infestans*) foliar epidemics with fungicides. **Crop Protection**, Amsterdam, v.21, n.7, p.575–582, August, 2002.

STEVENSON, W. R. et al. **Compendium of potato diseases**. 2. ed. Minnesota: APS Press, 2001, 106p.

SUASSUNA, N. D. ; MAFFIA, LUIZ ANTONIO ; MIZUBUTI, E. S. G. Aggressiveness and host specificity of Brazilian isolates of *Phytophthora infestans*. **Plant Pathology**, Berkshire, v. 53, n.4, p.405-413, August, 2004.

SUNSERI, M. A.; JOHNSON, D. A.; DASGUPTA, N. Survival of detached sporangia of *Phytophthora infestans* exposed to ambient, relatively dry atmospheric conditions. **American Journal of Potato Research**, Orono, v.79, n.6, p.443-450, November/December, 2002.

SUTTON, J. C. Predictive value of weather variables in the epidemiology and management of foliar diseases. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v.12, n.4, p.305-312, December, 1988.

TAYLOR, M. C. et al. Relative performance of five forecasting schemes for potato late blight (*Phytophthora infestans*) I. Accuracy of infection warnings and reduction of unnecessary, theoretical, fungicide applications. **Crop Protection**, Amsterdam, v.22, n.2, p.275–283, March, 2003.

TAZZO, I. F. **Variação de alguns elementos micrometeorológicos no dossel de plantas de batata**. 2005. 86 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

TÖFOLI, J. G. Produto certo na hora certa. **Revista Cultivar Hortalças e Frutas**, Pelotas, n.23, p.28-32, Janeiro, 2004.

TOXOPEUS, H. J. Treasure digging for blight resistance in potatoes. **Euphytica**, Netherlands, v.13, n.3, p.206-222, October, 1964.

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

TURKENSTEEN, L. D. Durable resistance of potatoes against *Phytophthora infestans*. In: JACOBS, T. H.; PARLEVLIT, J. E. (Eds.). **Durability of disease resistance**. Dordrecht: Kluwer Academic Publish, 1993. p.115-124.

VAN DER WAALS, J. E. Evaluation of PLANT-Plus, a decision support system for control of early blight on potatoes in South Africa. **Crop Protection**, Amsterdam, v.22, n.6, p.821–828, July, 2003.

VAN EIMERN, J. Untersuchungen über das klima in pflanzenbeständen als grunlage einer agrarmeteorologischen beratung insbesonere für den pflanzenschutz. **Berichte des Deutschen Wetterdienstes**, n.96, 1964. 13p.

VILLEGAS, S. J. ***Phytophthora infestans* (Mont.) De Bary**. 2003. 137 f. **Monografía** - Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias agropecuarias, Medellín.

WAGGONER, P. E. et al. Defoliation, disease, and growth. **Phytopathology**, Saint Paul, v.77, n.3, p.393-398, March, 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.

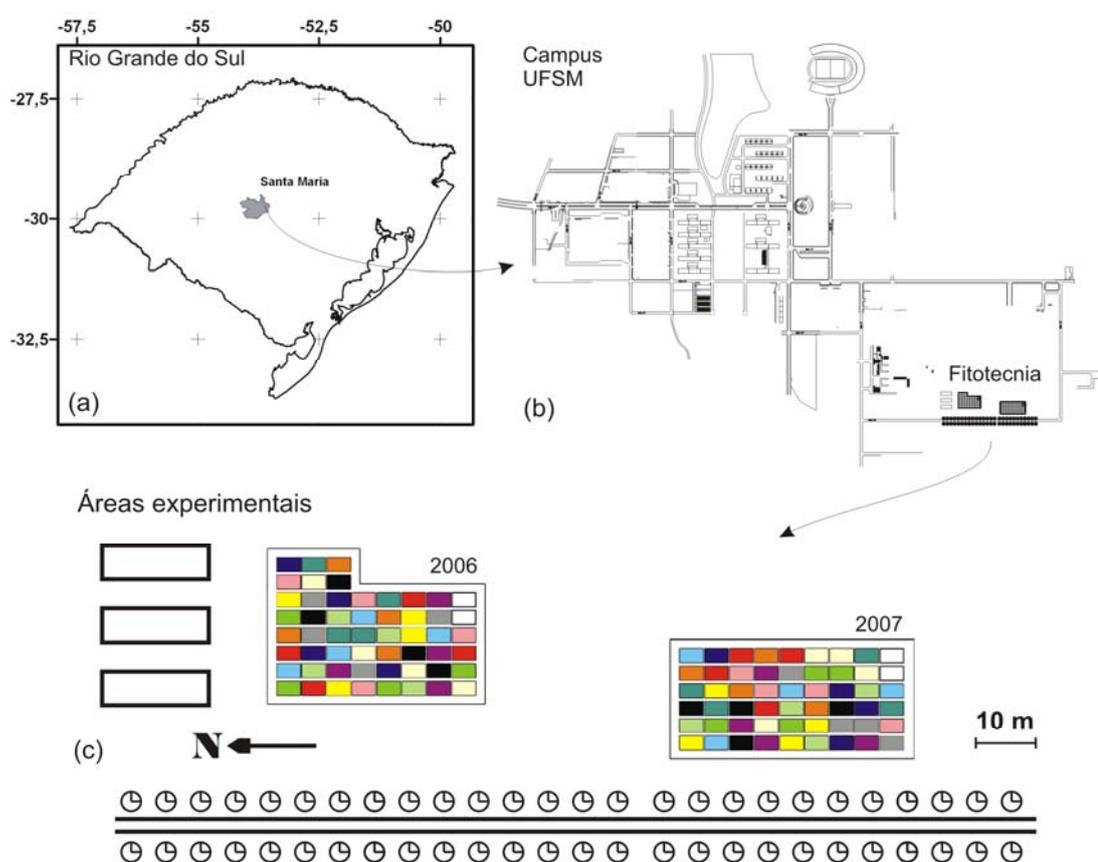
WILSON, T. B.; BLAND, W. L.; NORMAN, J. M. Measurement and simulation of dew accumulation and drying in a potato canopy. **Agricultural and Forest Meteorology**, Amsterdam, v.93, n.2, p.111-119, February, 1999.

WÓJTOWICZ, A. et al. Economical effectiveness of *Phytophthora infestans* control according to decision support systems. **Journal of Plant Protection Research**, Poland, v.44, n.4, p.323-328, December, 2004.

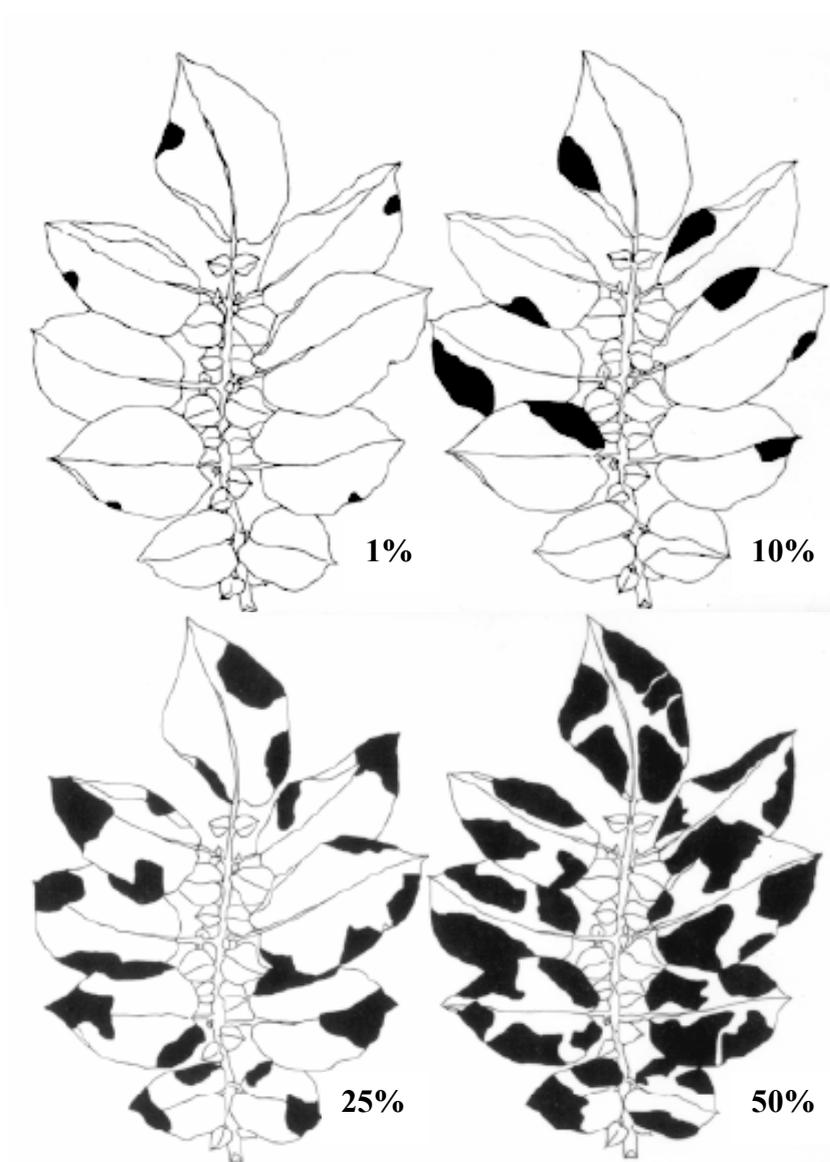
ZADOKS, J. C.; SCHEIN, R. D. Epidemiology and plant disease management. In: _____. **Epidemiology and plant disease management**. Oxford: University Press, 1979. cap.11, p.337-371.

7. ANEXOS

ANEXO A – Planta de localização do município de Santa Maria dentro do estado do RS (a), da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM) (b) e das áreas experimentais dentro do Departamento de Fitotecnia da UFSM, nos anos de 2006 e 2007 (c).



ANEXO B - Escala diagramática utilizada para avaliar a severidade da requeima causada por *Phytophthora infestans* (Mont.) de Bary em plantas de batata (JAMES, 1971).



ANEXO C – Comparação entre dois métodos de avaliação da severidade de requeima

A severidade é um método quantitativo, que procura determinar a porcentagem da área de tecido doente (sintomas e/ou sinais visíveis), através da medição direta da área afetada (SEEM, 1984; AMORIM, 1995c). Há maneiras diferentes de avaliação de severidade, alguns são baseados em escalas diagramáticas e levam em consideração a severidade observada em folhas individuais das plantas, sendo mais detalhista, enquanto outros são mais generalistas e avaliam a requeima de acordo com o quanto a área de cultivo está atacada. Mesmo sendo métodos semelhantes de avaliação de doenças de plantas, estes devem apresentar alguma relação para que haja confirmação do que de fato está ocorrendo na lavoura, além de sanar a dúvida de haver necessidade ou não de realizar avaliações detalhadas, em folhas marcadas.

Foram realizadas avaliações de severidade geral de requeima na plantas no outono de 2007 aos 34, 50, 59 e 66 DAE (Macaca, SMIJ461-1) e 41, 57, 66 e 73 DAE (SMINIA793101-3), sem utilização da escala diagramática, e de severidade individual, ou seja, com auxílio da escala diagramática de James (1971) nos mesmos dias. Essas avaliações foram comparadas às avaliações de severidade geral para cada tratamento, envolvendo os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 na época de cultivo de outono de 2007. A estatística usada para avaliar as dados obtidos pela severidade geral foi a raiz do quadrado médio do erro (RMSE), (JANSSEN & HEUBERGER, 1995): $RMSE = \left[\sum (s - o)^2 / N \right]^{0,5}$, na qual s = valores de severidade geral, o = valores de severidade nas plantas individuais e N = número de observações. A unidade do RMSE é a mesma da severidade, ou seja, %. Quanto menor o valor de RMSE melhor a simulação.

Os valores de severidade foram transformados em $\arcsen \sqrt{x/100}$ para o cálculo do coeficiente de determinação.

Nas figuras 15 e 16 estão representadas as relações entre severidade geral e severidade individual. Os pontos representam as repetições de cada tratamento em cada dia de avaliação.

Verificou-se que existe relação linear positiva entre severidade geral e severidade individual da requeima nos tratamentos que envolvem os três clones utilizados em 2007, com coeficiente de determinação variando de 0,94 à 0,61 para o clone Macaca (Figura 15a, 15g, 15b e 15c) e de 0,91 à 0,61 para os clones SMIJ461-1 e SMINIA793101-3 (Figura 16f, 16d). Constatou-se que quanto maior o coeficiente de determinação (Figura 15a, 15d, 15g, 16c, 16e, 16f) maior a severidade nos dois métodos nos diferentes tratamentos.

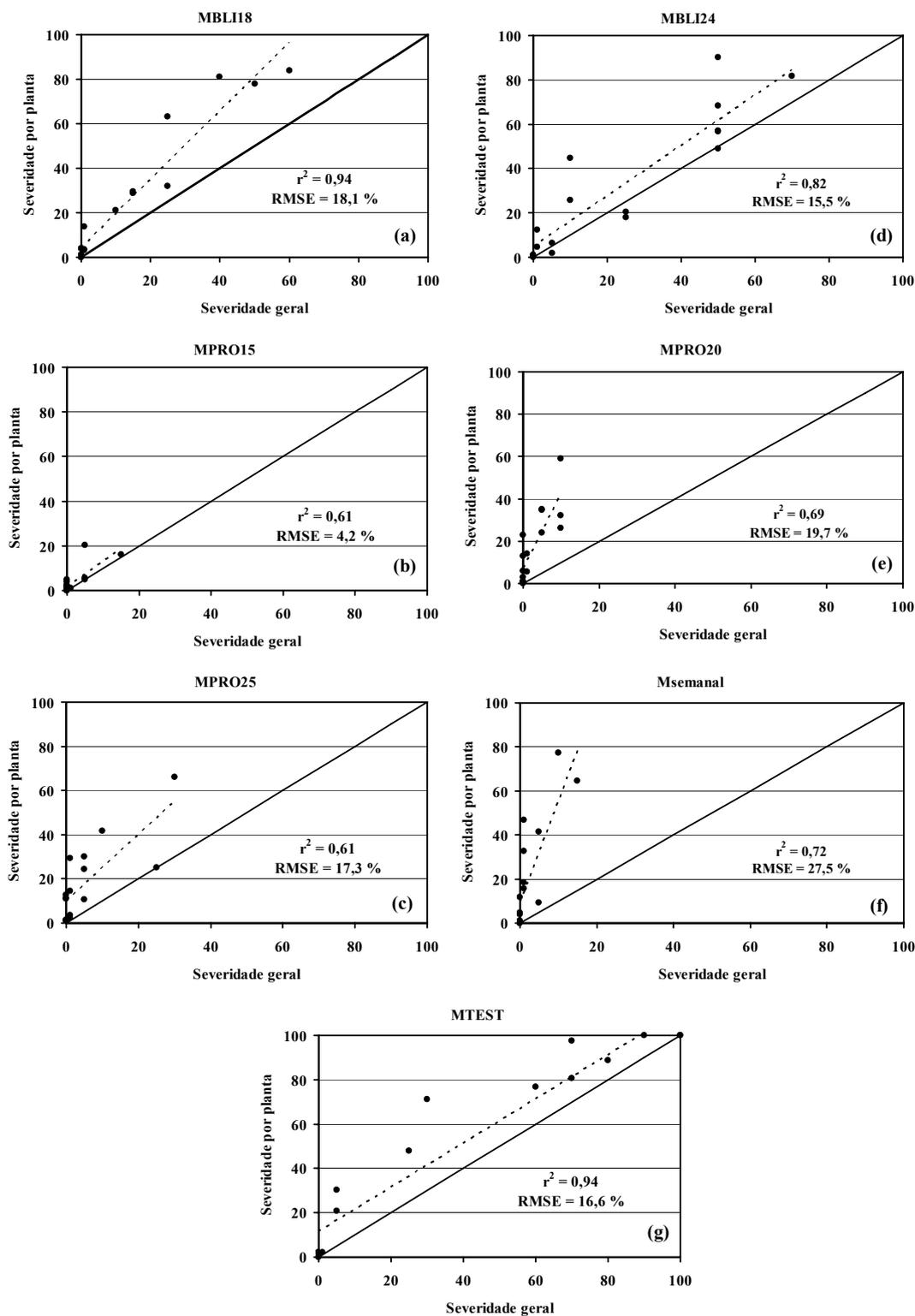


Figura 15 - Relação entre a severidade geral e a severidade da queimeira por planta para o clone Macaca no experimento de campo do outono de 2007. A linha sólida constitui a linha 1:1 e a linha tracejada constitui a linha de tendência dos dados com valores transformados em raiz do arco seno. PRO15, PRO20, PRO25 = sistema Prophy com 15, 20 e 25 valores de severidade, respectivamente, Semanal = pulverizações semanais, BLI18 e BLI24 = sistema Blitecast com 18 e 24 valores de severidade, respectivamente, TEST = testemunha. Santa Maria, 2007.

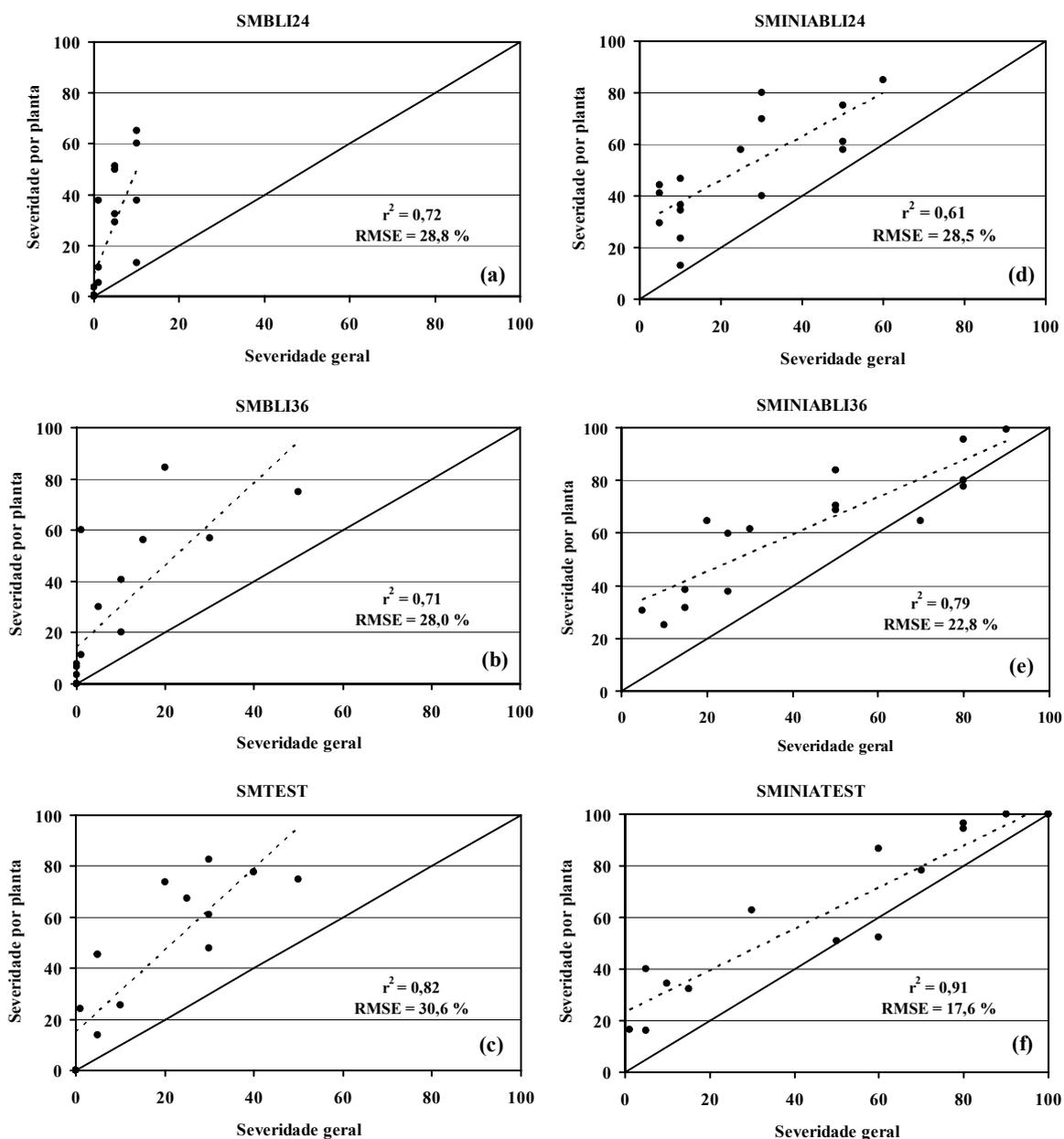


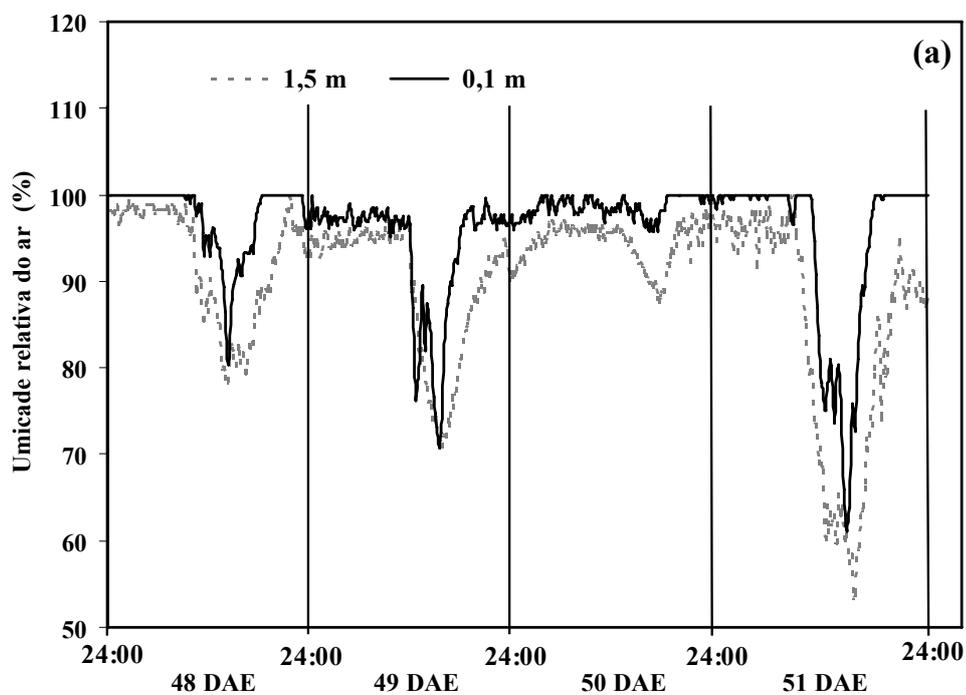
Figura 16 - Relação entre a severidade geral e a severidade da queimeira por planta para os clones SMIJ461-1 (SM) e SMINIA793101-3 (SMINIA), no experimento de campo do outono de 2007. A linha sólida constitui a linha 1:1 e a linha tracejada constitui a linha de tendência dos dados com valores transformados em raiz do arco seno. BLI24, BLI36 = sistema de previsão Blitecast com 24 e 36 valores de severidade, respectivamente; TEST = testemunha. Santa Maria, 2007.

Isso indica que quanto mais sintomas de requeima existirem nas plantas, melhor será a relação entre as duas maneiras de avaliar severidade, conforme descrito por (SEEM, 1984), que explica que quando os sintomas são menos visíveis há maior discrepância entre os dados como se pode observar no tratamento, MPRO15, MPRO20 e MPRO25 (Figura 15b,15c E 15e). Isso ocorre em virtude da avaliação de severidade geral não identificar pequenas lesões nas folhas no interior do dossel.

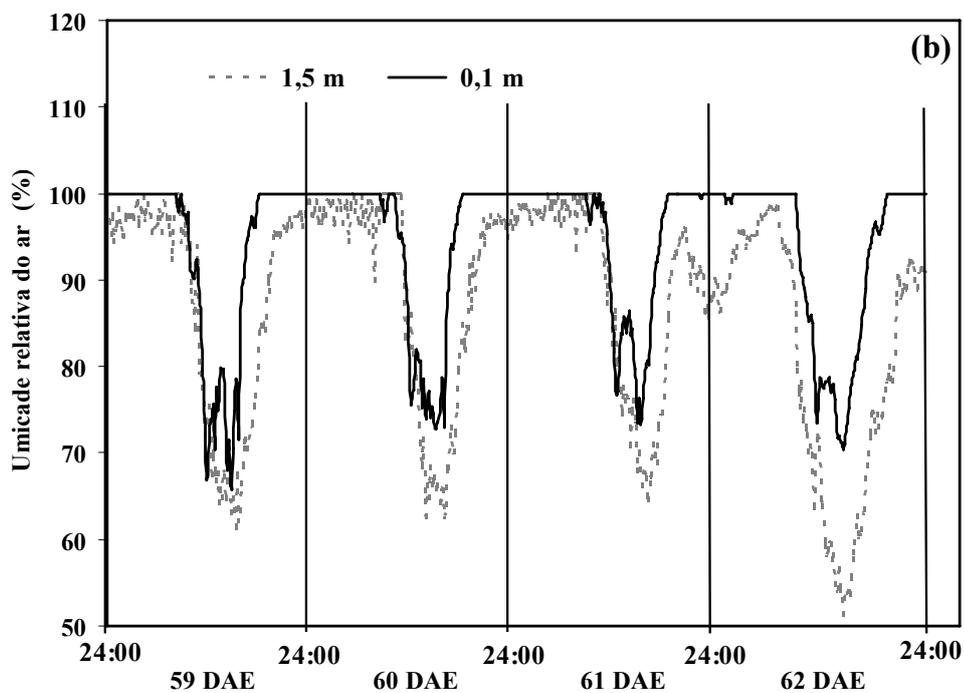
O maior RMSE ocorreu no tratamento SMTEST (Figura 16c) com diferença de 30,6 % de severidade entre os dados observados conforme a severidade geral e a severidade individual, enquanto o menor RMSE (4,2 %) ocorreu no tratamento MPRO15 (Figura 15b). De modo geral, o erro médio foi de 17, 29,1 e 23 % de severidade para os clones Macaca, SMIJ461-1 e SMINIA793101-3, respectivamente.

Ao analisar a linha 1:1 observou-se que em todos os tratamentos, os valores de severidade geral, subestimam a severidade ocorrida nas plantas individuais, ou seja, os valores de severidade geral foram menores do que os de severidade individual. Dessa forma, pode-se afirmar que é necessário a utilização de um método mais detalhista de avaliação de severidade da requeima em batata, ao invés da utilização de métodos mais simples e que possam comprometer a avaliação de doença no campo. Amorim (1995c) afirma que embora existam algumas críticas em relação à rigidez dos níveis das escalas diagramáticas, seu uso tem sido bem sucedido, principalmente no trabalho de seleção de materiais resistentes em programas de melhoramento.

ANEXO D – Umidade relativa do ar medida a 1,5 m e 0,1 m acima do nível do solo durante os dias com ocorrência de chuva (14, 15, 16 e 17 de maio de 2007) (a) e durante os dias sem ocorrência de chuva (25, 26, 27 e 28 de maio de 2007) (b). DAE = dias após a emergência.



Horas e dias após a emergência



Horas e dias após a emergência

ANEXO E – Análise estatística dos dados relacionados às variáveis dias de área foliar sadia (DAFS), área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD), severidade final observada (SVFO), produtividade total (PT) e produtividade comercial (PC) do clone de batata Macaca, na primavera de 2006 e no outono de 2007.

Primavera de 2006

Esquema de aplicação	DAFS	AACPD	SVFO	PT	PC
PRO15	21,3 A	142,3 B	26,7 C	9,3 B	5,8 B
PRO20	22,0 A	62,5 B	6,4 CD	9,3 B	5,0 B
SEMANAL	22,5 A	10,3 B	0,5 D	15,3 A	10,8 A
PRO25	20,8 A	185,5 B	20,1 CD	9,8 B	5,5 B
BLI24	21,5 A	139,5 B	26,1 C	13,5 AB	9,0 AB
BLI18	18,0 AB	430,5 AB	64,3 B	8,8 B	5,5 B
TEST	15,5 B	681,5 A	90,5 A	8,8 B	5,5 B

Médias seguidas por mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%

Outono de 2007

Esquema de aplicação	DAFS	AACPD	SVFO	PT	PC
PRO15	45,0 A	162,3 D	27,4 C	16,3 A	14,3 A
PRO20	41,8 AB	583,3 CD	55,7 B	14,3 A	13,0 A
SEMANAL	40,3 AB	713,3 BC	57,0 B	14,5 A	11,8 A
PRO25	41,0 AB	655,0 BC	69,5 B	12,5 A	11,0 A
BLI24	37,5 BC	1098,8 B	96,3 A	12,3 A	10,0 AB
BLI18	39,5 B	908,0 BC	98,8 A	11,8 AB	9,8 B
TEST	33,0 C	1618,0 A	100,0 A	7,0 B	6,0 B

Médias seguidas por mesma letra na vertical não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%