



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Modelo Prophy para controle da *Phytophthora infestans* na batata



Rodrigo Y. Tsukahara¹, Edson G. Kochinski²; José Prestes Neto³; Antoniodo N. Oliveira⁴; Juscelino I. de Oliveira Júnior⁵; Heverly Moraes⁶

¹ Eng. Agrônomo, Coordenador de Pesquisa, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR, rodrigo@fundacaoabc.org.br

² Eng. Agrônomo, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

³ Eng. Agrônomo, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁴ Meteorologista, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁵ Eng. da Computação, Pesquisador, Agrometeorologia, Fundação ABC, Castro – PR

⁶ Eng^a. Agrônoma, Pesquisadora, Agrometeorologia, IAPAR, Londrina – PR

RESUMO: A requeima (*Phytophthora infestans*) pode ser considerada a principal doença cultivada de batata, em função do rápido progresso dos sintomas num pequeno intervalo de tempo. A principal estratégia de controle adotada é o uso de fungicidas específicos, pulverizados previamente ao processo de infecção, mas que frequentemente resulta no excesso de pulverizações. O objetivo deste estudo foi avaliar o uso do modelo Prophy para controle da requeima na região das Cooperativas ABC. Dois experimentos foram conduzidos em Castro-PR, semeados em 25/10/10 e 09/11/11, cultivar Atlantic, 1,52 tubérculos m⁻¹, espaçamento 0,8 m. Os registros agrometeorológicos foram obtidos em estação automática instalada em condição padrão. O controle fitossanitário do agricultor foi comparado com as pulverizações de fungicida realizadas conforme a soma de 7, 9, 11 e 13 valores de severidade do modelo Prophy, delineamento de blocos ao acaso, 5 repetições, unidade experimental de 16 m⁻². A escolha do fungicida foi baseada em função do estágio fenológico da batata. Determinou-se a severidade semanalmente através de escala diagramática. Na primeira safra, o uso do modelo Prophy com valores de severidade de 7, 9, 11 e 13 resultou em maior número de pulverizações de fungicida (16, 15, 15 e 12 respectivamente), proporcionando ganhos significativos no controle da requeima (82%, 81%, 88% e 59%) e produção adicional de batata comercial da ordem de 9,8, 9,7, 12,9 e 8,1 Mg ha⁻¹ quando comparada as 8 pulverizações, ao controle da requeima e a produção obtida pelo agricultor. Na safra seguinte, o uso do modelo Prophy 7, 9, 11 e 13 resultou em menor número de pulverizações (11, 10, 9 e 8 respectivamente), mas controle da requeima e produção estatisticamente semelhantes ao tratamento agricultor, com 12 pulverizações de fungicida.

PALAVRAS-CHAVE: *Solanum tuberosum* L., alerta fitossanitário, agrometeorologia.

Prophy model for *Phytophthora infestans* control in potato

ABSTRACT: The late blight (*Phytophthora infestans*) can be considered the main disease in potato cultivation, due to the rapid progress of symptoms in a short time. The main control strategy is the use of specific fungicides, previously sprayed with the of infection process, but often results in excessive spray. The objective of this study was to evaluate the use of Prophy model for control of late blight in the ABC Cooperatives region. Two experiments were conducted in Castro-PR, sown on 25/10/10 and 09/11/11, Atlantic cultivar, 1.52 m⁻¹ tubers, spacing 0.8 m. The agrometeorological records were obtained in automatic station installed in standard condition. The phytosanitary control of the farmer was compared with the fungicide sprays performed as the sum of 7, 9, 11 and 13 severity values of Prophy model, design of randomized blocks, 5 repetitions, experimental unit of 16 m⁻². The choice of fungicide was based on the phenological stage of the potato. Severity was determined weekly via diagrammatic scale. In the first harvest, the use of Prophy model severity with 7, 9, 11 and 13 values resulted in greater numbers of fungicide sprays (16, 15, 15 and 12, respectively), offering significant gains in the



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

control of late blight (82% , 81%, 88% and 59%) and additional production of commercial potato order of 9.8, 9.7, 12.9 and 8.1 Mg ha⁻¹ compared with the 8 sprays, the control of late blight and production obtained by the farmer. In the next harvest, the use of Prophy model with 7, 9, 11 and 13 resulted in a smaller number of sprays (11, 10, 9 and 8 respectively), but late blight control and production statistically similar to the farmer treatment with 12 fungicide sprays.

KEYWORDS: *Solanum tuberosum* L., phytosanitary alert, agrometeorology.

INTRODUÇÃO

A requeima (*Phytophthora infestans*) pode ser considerada a principal doença no cultivo de batata, em função do rápido progresso dos sintomas em um pequeno intervalo de tempo. Devido a sua taxa de infecção diária, o uso de fungicidas específicos, pulverizados previamente ao processo de infecção, tem sido a principal estratégia de controle adotada em cultivos comerciais, fato este que frequentemente resulta no número excessivo de pulverizações.

Favorecida por períodos de temperaturas medianas (16 e 23 °C), alta umidade (UR > 90%) e duração períodos de molhamento foliar (mínimo 3 horas), a requeima na batata pode ocorrer em qualquer fase da cultura, causando necrose nas folhas, hastes, pecíolos e até mesmo tubérculos, causando perdas significativas da produção e qualidade (Töfoliet *et al.*, 2013).

Por ser uma doença altamente dependente das condições ambientais, o uso de modelos que integram o conhecimento agrometeorológico e epidemiológico podem resultar em informações importantes para o manejo eficiente deste fitopatossistema. Entre os modelos mais utilizados, Trentin, (2009) e Bosco *et al.*, (2010) citam o Prophy como um dos mais promissores, devido aos resultados obtidos nos experimentos de validação conduzidos no Brasil. Quanto as variáveis agrometeorológicas necessárias para o modelo Prophy, Schepers (1995) cita a temperatura média do ar durante o período com umidade relativa do ar acima de 90% e o molhamento foliar. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho do modelo Prophy para controle *Phytophthora infestans*, em cultivos de batata localizados na região de abrangência das Cooperativas ABC.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na fazenda Santa Ângela, município de Castro PR, latitude 24°40'30"S, longitude 49°52'03"O, altitude 1006m, sob Latossolo vermelho, textura argilosa e tipo climático Cfb segundo Köppen. A cultivar Atlantic foi semeada em 25/10/10 e 09/11/11, em rotação de culturas trigo/soja/aveia/batata, espaçamento entre linhas de 0,8m e população inicial de 1,52 tubérculos m⁻¹. Para a adubação de base foram utilizados 1.250 kg ha⁻¹ do formulado 07:34:15 (N:P:K + 0,1% Zn + 0,05% B), e adubação de cobertura 150 kg ha⁻¹ de sulfato de amônio (20,5% N + 60% SO₃) em pós emergência. Os demais tratamentos culturais foram realizados conforme orientação do engenheiro agrônomo responsável pela batata, de modo a não causar interferência sobre os objetivos e resultados de ambos os experimentos.

As avaliações de severidade de requeima iniciaram após 50% de emergência de plantas, em intervalos de 7 dias, estendendo-se até a senescência das folhas. As avaliações de incidência e severidade foram baseadas na escala diagramática proposta por James (1971), em 0,8 m² no centro da parcela, o controle (0 - 100%) foi calculado utilizando a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD). Os fungicidas foram escolhidos em função do estágio fenológico da batata e aplicados através de pulverizador costal tipo CO₂, equipado com pontas de jato leque simples e volume de calda igual a 200



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



L ha⁻¹.

Para a monitoramento das condições do ambiente durante o ciclo de desenvolvimento da batata, foram instalados sensores de temperatura e umidade relativa do ar (RotronicHygroClip S3), piranômetro para a determinação da radiação solar global (Licor LI- 200X), velocidade e direção do vento a 2,0 m de altura (Young) e pluviômetro (Decagon ECRN- 100) em condição padrão preconizada pela Organização Meteorológica Mundial. O sensor de molhamento foliar (Decagon modelo) foi instalado a 0,3 m de altura, com ângulo de 30°, voltado para o norte.

Todos os sensores foram conectados a uma plataforma de coleta de dados, com aquisição de dados médios, máximos, mínimos e totais em intervalos de 15 minutos e transmissão de dados em intervalos de 60 minutos. Estes registros foram processados no mesmo intervalo da telemetria e os resultados do modelo Prophy inseridos em um sistema de alerta, viabilizando as aplicações dos fungicidas para requeima, nos tratamentos baseados no modelo Prophy.

O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, com 5 tratamentos, 5 repetições e unidade experimental de 16 m² (4 linhas de 5 metros). Os tratamentos foram compostos pelo modelo Prophy, respeitando o acumulo de valores de severidade iguais ou superiores a 7, 9, 11, 13, além da adição de um tratamento onde as aplicações de fungicida para controle da requeima foram realizadas conforme a experiência do próprio agricultor e seu assistente técnico, considerando que o mesmo cultiva batata a pelo menos 15 anos.

Uma vez obedecidos os pressupostos da análise de variância, os dados foram analisados segundo teste F de Snedecor, com posterior utilização do teste de Tukey a 5 % de probabilidade de significância para a comparação das médias. Por fim, realizou-se a análise de grupo de experimentos para as duas safras, segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na safra 2010/11, o uso do modelo Prophy resultou em maior quantidade de aplicações de fungicida quando comparado com o controle realizado pelo agricultor. Entretanto, este menor número de aplicações resultou em baixo controle da requeima da batata, que por sua vez refletiu em produtividade significativamente inferior aos tratamentos onde o controle da requeima foi baseado no uso do modelo Prophy (Tabela 1).

Esta diferença da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) ou da evolução da severidade da requeima entre o tratamento agricultor versus os tratamentos onde a aplicação do fungicida foi realizada em função do modelo Prophy, esta associada a rápida evolução da requeima após a ocorrência de 83,6 mm de precipitação, distribuída entre os 46 e 53 dias após a semeadura (DAS). Somente neste período de 8 dias, a observação aos valores de severidade acumulados iguais ou superiores a 7 (Figura 1B) resultou em 4 aplicações de fungicida e controle de 81 % da requeima.

Situação semelhante foi relatada por Trentinet *al.*, (2009), evidenciando o benefício proporcionado pela geração operacional do risco da requeima na forma de alertas fitossanitários para os agricultores, observado ou previsto através dos modelos regionais de previsão do tempo, para auxiliar na decisão sobre o momento e o fungicida a ser pulverizado.

Tabela 1. Número de pulverizações de fungicida, área abaixo da curva de progresso da doença, controle da requeima e produtividade comercial da batata, cultivar Atlantic, observada na safra 2010/11, Castro-PR.

Tratamentos	Nº Pulverizações	AACPD	Tukey	Controle (0-100%)	Tukey	Produtividade (Mg ha ⁻¹)	Tukey
Agricultor	8,0	1449,69	A	0,00	C	13,99	B
Prophy7	16,0	265,88	C	81,66	A	23,82	A
Prophy9	15,0	270,44	C	81,35	A	23,72	A
Prophy11	15,0	173,81	C	88,01	A	26,97	A
Prophy13	12,0	585,38	B	59,62	B	22,08	A
Prob> F	.	<,0001	.	<,0001	.	<,0001	.
Média	.	549,04	.	62,13	.	22,12	.
REQM	.	121,65	.	8,39	.	2,66	.
Coef. Variação	.	90,35	.	55,08	.	23,88	.

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

A variação das condições de temperatura do ar, precipitação pluvial e duração do período de molhamento foliar observada na safra 2011/12 (Figura 1F) resultou em menores valores da AACPD quando comparado a safra anterior, assim como o menor número de aplicações de fungicida nos tratamentos baseados no modelo Prophy. Quando comparados os riscos simulados pelo próprio modelo, foram contabilizados na safra 2010/11 aproximadamente 85% dos dias favoráveis a ocorrência da requeima, contra 37 % de dias favoráveis na safra 2011/12.

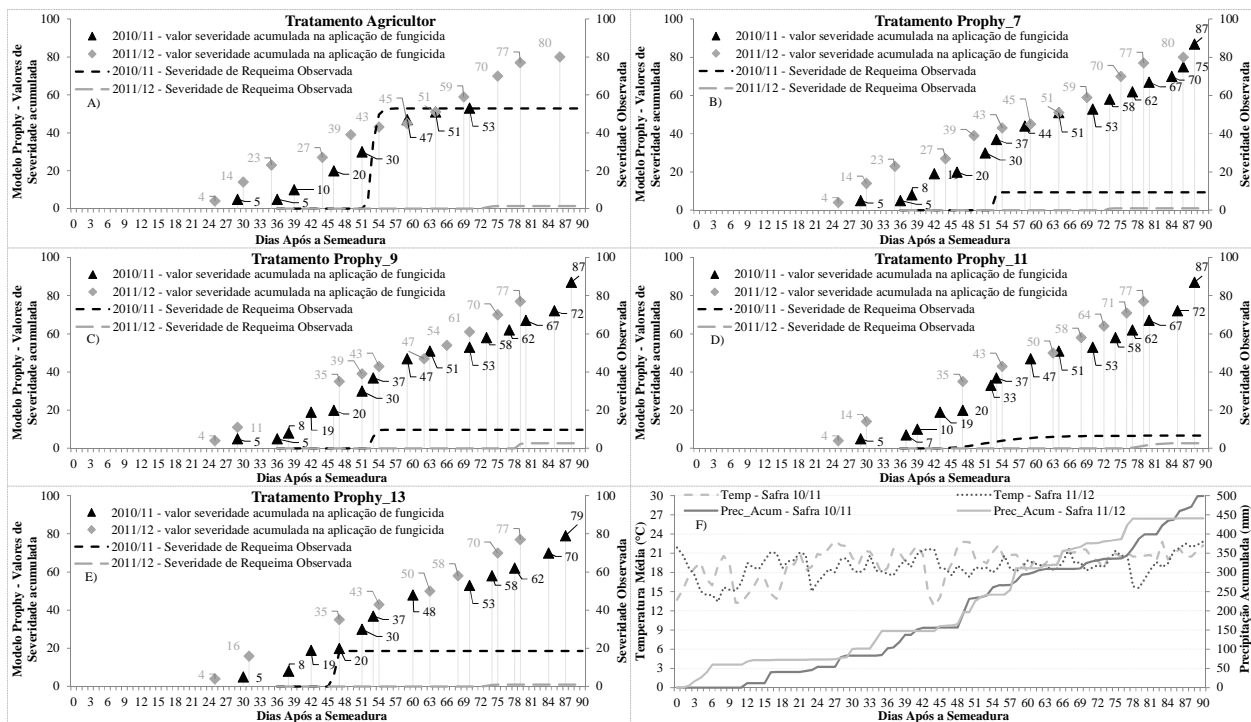


Figura 1: Incidência e severidade da requeima em batata, momento de pulverização dos fungicidas realizado pelo agricultor (A) e valores de severidade gerados pelo modelo Prophy, acumulados até o momento da aplicação dos fungicidas, respeitando os limiares de 7, 9, 11, 13 respectivamente (B, C, D, E). Temperatura média do ar e precipitação pluvial acumulada (F) em função do número de dias após a semeadura, cultivar Atlantic, safras 2010/11 e 2011/12, Fazenda Santa Ângela, Castro-PR.

Na Tabela 2, observa-se que a utilização dos registros meteorológicos inseridos no modelo Prophy, respeitando os valores de severidade acumulada iguais ou superiores a 7, 9 e 13 resultou em controles de requeima e produtividade comercial de tubérculos semelhantes estatisticamente, mas com

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

redução no número de aplicações de fungicida. Resultados semelhantes foram obtidos por Bosco *et al.*, (2010), onde o uso dos modelos de risco de requeima, em diferentes épocas de semeadura, reduziu 33 % do número médio de pulverizações de fungicidas, sem comprometer a produtividade da cultura.

Tabela 2. Número de pulverizações de fungicida, área abaixo da curva de progresso da doença, controle da requeima e produtividade comercial da batata, cultivar Atlantic, observada na safra 2010/11, Castro-PR.

Tratamentos	Nº Pulverizações	AACPD	Tukey	Controle (0-100%)	Tukey	Produtividade (Mg ha ⁻¹)	Tukey
Agricultor	12,0	15,82	A	40,53	A	36,28	A
Prophy7	11,0	10,22	A	63,69	A	33,84	A
Prophy 9	10,0	16,52	A	54,74	A	32,09	A
Prophy11	9,0	26,60	A	30,53	A	32,65	A
Prophy 13	8,0	8,82	A	66,84	A	33,59	A
Prob> F	.	0,3788	.	0,4823	.	0,3376	.
Média	.	15,60	.	51,26	.	33,69	.
REQM	.	14,78	.	36,23	.	3,25	.
Coef. Variação	.	92,87	.	68,43	.	10,54	.

As médias seguidas por uma mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Um destaque interessante esta associado ao comportamento do agricultor, que na primeira safra realizou um número menor de pulverizações, e na segunda safra realizou uma quantidade maior de pulverizações quando comparado aos tratamentos com base no modelo Prophy (Figura 1A). Esta fato evidencia que o uso do conhecimento empírico do agricultor, mesmo diante da sua experiência, nem sempre resulta em maior eficiência no controle da requeima da batata.

Considerando a possibilidade de definição do limiar máximo acumulado dos valores de severidade, foi realizada a análise de variância em esquema de grupo de experimentos. Entretanto, houve interação significativa entre os fatores safras e tratamentos para as variáveis AACPD, controle da requeima e produtividade da batata. Frente a variabilidade agrometeorológica e epidemiológica entre as safras estudadas, mesmo que para um mesmo local e cultivar, evidencia-se a necessidade de uma maior quantidade de experimentos para definição dos limites máximos acumulados pelo modelo Prophy.

CONCLUSÕES

A utilização do modelo Prophy na região de Castro-PR, permitiu adequar o melhor momento da aplicação dos fungicidas para controle da requeima, reduzindo o número de aplicações sem afetar a produtividade da cultura da batata.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BOSCO, L.C. et al. Sistemas de previsão de requeima em cultivos de batata em Santa Maria, RS. **Bragantia**, Campinas, v. 3, n. 69, p.649-660, 2010.

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

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientações para uso de aplicativos. Piracicaba: Fealq, 309p., 2002.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



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.

TÖFOLI, J.G. et al. Controle da requeima e pinta preta da batata por fungicidas: conceitos, evolução e uso integrado. **Biológico**, São Paulo, v. 75, n. 1, p.41-52, 2013.

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