

PREVISÃO DA REQUEIMA DA BATATA: UMA REVISÃO SOBRE OS MODELOS APLICADOS.

Jordania Bolzan dos Santos¹, Anna Júlia de Oliveira Lucas Mendes¹, Karulina Ribeiro Oggioni¹, Yasmim Rodrigues de Melo¹, Vanessa Sessa Dian¹, Willian Bucker Moraes¹;

¹ Universidade Federal do Espírito Santo / Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças, Alto Universitário, s/n°, Guararema – 29500-000 – Alegre-ES, Brasil, jordaniabolzan@gmail.com, deoliveiralucasmendesannajulia@gmail.com, karulinaoggioni13@gmail.com, meloyasmim306@gmail.com, vanessasessa2@gmail.com, willian.moraes@ufes.br.

Resumo

A bataticultura possui grande relevância econômica e social, sendo a requeima, causada por *Phytophthora infestans*, a principal doença que compromete sua produtividade e eleva os custos de produção. Tradicionalmente controlada por meio de pulverizações calendarizadas de fungicidas, essa prática resulta em gastos elevados e impactos ambientais. Nesse contexto, os modelos de previsão e alerta surgem como ferramentas estratégicas para racionalizar o manejo, reduzindo a frequência de aplicações sem comprometer a produtividade. O presente estudo teve como objetivo realizar um levantamento dos principais modelos utilizados no controle da requeima. Os resultados indicam que, apesar da eficiência comprovada, há necessidade de adaptações regionais, principalmente para as condições tropicais e subtropicais brasileiras, bem como da integração de novas fontes de dados. Conclui-se que os modelos de previsão da requeima evoluem em direção a sistemas híbridos, digitais e acessíveis, capazes de consolidar um manejo mais sustentável e eficiente, com redução de custos e impactos ambientais.

Palavras-chave: Sistemas de alerta; epidemiologia; sustentabilidade.

Área do Conhecimento: Ciências agrárias; Engenharia agrônoma.

Introdução

A cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.) apresenta importância mundial pelo seu elevado valor nutricional e de rendimento (Trenti, 2006). No Brasil, as regiões maiores produtoras são o Sul e o Sudeste, sendo a hortaliça de maior produção no país, na qual obteve uma quantidade de 4.188.704 toneladas produzidas em 2023 (IBGE, 2023).

Dos diversos fatores que podem comprometer a produtividade da cultura, as doenças de plantas é um dos fatores que afetam a produção, representando um risco contínuo para a agricultura, afetando a segurança alimentar e produtividade (Agrios, 2005). Os fitopatógenos reduzem de forma significativa o rendimento das culturas, afetando qualitativamente e quantitativamente a disponibilidade de alimentos para consumo (Savary *et al.*, 2019).

Das doenças que acometem a bataticultura, a requeima da batata, ocasionada pelo oomiceto *Phytophthora infestans*, possui um potencial de destruição iminente quando se tem condições favoráveis para seu desenvolvimento, comprometendo todo o campo de produção em questão de poucos dias, sendo seu controle realizado através do método químico, com aplicações de fungicidas. Seu controle aumenta consideravelmente o custo de produção da cultura, no qual é estimado que cerca de 6 bilhões de dólares são gastos para o controle da doença, representando de 15 a 20% do custo da produção (Hijmans *et al.*, 2000).

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

Para o melhor manejo dessa doença, deve-se incluir a previsão de doenças, nas quais se correlacionam com a variação climática, principalmente durante o processo de infecção. Os sistemas de previsão e alerta são representações simplificadas da realidade, e conseguem prever o início e também o desenvolvimento futuro de uma doença, auxiliando no momento preciso para pulverização de produtos químicos, tendo potencial para reduzir o número de aplicações de produtos químicos, onde consequentemente, reduzirá os custos e o risco de ocorrência de epidemias, contribuindo diretamente para um manejo sustentável (Marcuzzo; Reis, 2021). O presente trabalho teve como objetivo realizar o levantamento dos modelos de previsão, assim também como seus usos, utilizados para a requeima da batata.

Metodologia

A pesquisa possui caráter qualitativo e foi realizada por meio de uma revisão bibliográfica, com o objetivo de reunir e sintetizar informações sobre o tema proposto. Com isso, conduziu-se uma busca na literatura online, em lista de bases como Portal de Periódicos CAPES, 'Web of Science', Google Acadêmico, assim também em comunicados técnicos e resumos científicos, utilizando os termos 'previsão e alerta da requeima da batata', 'process-based model', 'disease forecast', 'BLITECAST', 'NEGFY', 'CART', 'Potato late blight'. Os dados obtidos através das buscas realizadas passaram por análises, sendo descritos em forma de texto.

Resultados

A tabela 1 mostra os principais modelos de alerta e previsão utilizados para a requeima da batata. Nela estão quais dados necessários para a aplicação dos modelos, o tipo de aplicação e os locais onde são empregados.

Tabela 1: Principais modelos, assim como os dados exigidos, aplicações e locais de uso da requeima da batata.

Modelo	Dados Necessários	Aplicação Principal	Locais de Uso
BLITECAST	Valores de severidade (Accumulated Severity Values – VSD), precipitação, dados meteorológicos locais	Redução do número de pulverizações e otimização no controle químico da requeima	EUA, Canadá, Brasil (adaptado pela EPAGRI e Embrapa), Peru
NEGFY	Temperatura, umidade relativa, chuva	Agendamento eficiente das aplicações com limiares de risco	Dinamarca, Noruega, Suécia, Finlândia, Holanda
Process-based (Nærstad)	Variações diárias de temperatura e umidade	Previsão dinâmica considerando flutuações climáticas	Noruega, Reino Unido, Irlanda
Modelos estatísticos modernos (Índia – CART, ARIMA, SVR, NNAR)	Temperatura máxima/mínima, umidade relativa, ponto de orvalho, chuva (diários e horários)	Previsão do índice de doença (PDI) em 3 a 7 dias	Índia (West Bengal, Uttar Pradesh), estudos experimentais no Nepal

Fonte: Autores, 2025.

Discussão

O uso de modelos de previsão e alerta para a requeima da batata (*Phytophthora infestans*) tem se consolidado como uma alternativa importante para racionalizar o controle químico da doença em diferentes regiões do mundo.

O sistema Blitecast, um dos principais modelos utilizados no mundo, é baseado no valor de severidade calculado, no qual associa a duração de umidade relativa, sendo essa maior ou igual a 90% juntamente com a temperatura média do ar durante o período de umidade elevada. Esse sistema visa reduzir as aplicações de produtos químicos na batata sem que haja redução de produtividade (Krause *et al.*, 1975). No Brasil, embora a adoção ainda seja restrita, estudos têm demonstrado o potencial do Blitecast para as condições subtropicais da região Sul do país.

Resultados obtidos por Maito *et al.* (2025), no Planalto do Rio Grande do Sul, mostraram que o uso do Blitecast com diferentes valores de severidade acumulada (18, 24 e 30 SV) possibilitou reduzir significativamente o número de aplicações de fungicidas, sem comprometer a produtividade final dos tubérculos. Esses achados corroboram pesquisas anteriores conduzidas em Santa Maria (RS) e reforçam a viabilidade da ferramenta no manejo integrado da requeima.

De maneira crítica, pode-se observar que, por ser desenvolvido em ambientes de clima temperado, os modelos de previsão necessitam de ajustes regionais para se adequarem às condições brasileiras, que incluem ciclos de cultivo mais curtos, elevada variabilidade climática e presença de inóculo em praticamente todo o ano agrícola. Ainda assim, sua adoção representa um passo importante no que tange a um manejo mais sustentável, reduzindo custos de produção, impactos ambientais e riscos associados ao uso excessivo de fungicidas. Nesse contexto, sistemas como o Blitecast devem ser entendidos não como soluções isoladas, mas como componentes estratégicos do manejo integrado de doenças da batata, em conjunto com práticas culturais, uso de cultivares menos suscetíveis e monitoramento constante da lavoura (Maito *et al.*, 2025).

No que se refere ao modelo NEGFY, que se baseia no prognóstico negativo onde é calculado o período em que não ocorre epidemias de *Phytophthora infestans* recomendando em seguida a primeira pulverização. A segunda parte do modelo se baseia no cálculo de intervalos da pulverização com base nas unidades de requeima, sendo essas calculadas através da duração de qualquer período úmido, temperatura do ar durante o período úmido e a suscetibilidade da cultivar à requeima. Para a obtenção dos cálculos, é necessário utilizar os dados da temperatura do ar, umidade relativa, precipitação, suscetibilidade da cultivar utilizada e a data de emergência da cultura (Aroa *et al.*, 2014).

Meno *et al.* (2024) avaliaram a utilização do sistema de suporte à decisão NEGFY no controle da requeima da batata na região de A Limia (Espanha), o comparando com o calendário de pulverizações adotado tradicionalmente, onde esse demonstrou ser uma alternativa viável para substituir o uso de calendário fixo, reduzindo em mais de 50% o número de aplicações sem comprometer a produtividade da cultura. Apesar da utilidade do modelo, foi observado alertas desnecessários nos períodos em que as condições ambientais não eram favoráveis ao patógeno, havendo também baixa presença do inóculo, sendo sugerido a integração do NEGFY com informações sobre aerobiologia dos esporângios no ar.

Ensaios realizados por Eremeev *et al.* (2006) visando validar o modelo NEGFY na Estônia, mostraram que o modelo foi eficiente na antecipação da primeira aplicação de fungicida, otimizando o número total de pulverizações ao longo da safra, evitando aplicações excessivas sem comprometer a

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

produtividade da cultura. Se tratando da cultivar Anti, considerada moderadamente resistente, foi recomendado pelo modelo realizar uma pulverização a menos quando comparado à rotina de pulverizações, enquanto na cultivar Vineta, considerada suscetível, foi indicado duas aplicações a mais do que a rotina. Mesmo apresentando essas variações, a estratégia possibilitou a redução de até 50% das doses de produtos aplicado sem ocasionar queda da produtividade. Isso ocorreu, pois, a maior parte da produção foi colhida antes que a severidade atingisse níveis elevados na cultura, e o modelo ajustou as aplicações conforme as condições climáticas do local e a suscetibilidade das cultivares.

Com o objetivo de descrever os processos subjacentes ao desenvolvimento da doença, com base no conhecimento acumulado em pesquisas sobre a requeima da batata, foi desenvolvido, na Noruega, o modelo Naerstad, no qual requer a entrada de cinco variáveis meteorológicas (temperatura do ar, precipitação, umidade relativa, radiação global e molhamento foliar) para prever o risco (Harrison *et al.*, 1992).

Hjelkrem *et al.* (2021), avaliaram o modelo para a previsão de risco da requeima da batata, no qual esse demonstrou um desempenho consistente ao prever os primeiros surtos da doença em diferentes condições ambientais. Os autores observaram que o modelo apresentou boa sensibilidade, conseguindo identificar situações de real risco de epidemia, ao mesmo tempo em que reduziu o número de falsos alarmes, sendo característica fundamental para evitar pulverizações desnecessárias. O ajuste regional realizado pelos autores evidenciou que regular o modelo a dados locais melhora sua precisão, uma vez que a dinâmica da doença e as condições meteorológicas variam entre regiões.

Com o avanço da tecnologia, modelos de *machine learning* e estatístico (SVR, NNAR, ARIMA têm sido utilizados para uma previsão precisa e exata.

Vaidheki *et al.* (2023) avaliaram o desempenho dos diferentes modelos *machine learning* (NNAR, SVR e CART) e estatístico (ARIMA) para prever a severidade da requeima da batata a cada 3 e 7 dias, tendo como embasamento as variáveis meteorológicas. O modelo ARIMA mostrou a dependência temporal do progresso da doença. Já os modelos mais complexos, NNAR e SVR ajustaram os dados de treinamento, porém, apresentaram menor desempenho na validação. O modelo CART obteve os melhores resultados nos testes, especificamente na janela de 7 dias, permitindo identificar que quando o ponto de orvalho médio semanal foi maior que 12°C, a severidade da doença obteve um aumento considerável.

Conclusão

O levantamento dos modelos de previsão e alerta para a requeima da batata evidencia que tais ferramentas representam avanços significativos no manejo da doença, possibilitando a redução do número de pulverizações químicas, a otimização do uso de fungicidas e a minimização dos custos de produção.

Referências

AGRIOS, G. N. **Plant pathology**. San Diego: Academic Press. 5 ed. 2005. 922 p.

ARORA, R. K.; SHARMA, Sanjeev; SINGH, B. P. Late blight disease of potato and its management. **Potato Journal**, v. 41, n. 1, 2014.

BRASIL. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE). **Produção de batata no Brasil**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/batata/br>.

A Ciência do NANO e seu impacto transformador no MACRO

EREMEEV, Vyacheslav; LÖHMUS, A.; JÕUDU, J. NegFry – DSS for the chemical control of potato late blight – results of validation trials in Tartu. **Agronomy Research**, [s. l.], v. 4, p. 167-170, 2006.

HARRISON, J. G. Effects of the aerial environment on late blight of potato foliage – a review. **Plant Pathology**, [s. l.], v. 41, p. 384-416, 1992. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.1365-3059.1992.tb02435.x>

Hijmans, R.J., Forbes, G.A. and Walker, T.S. (2000), Estimating the global severity of potato late blight with GIS-linked disease forecast models. **Plant Pathology**, 49: 697-705. <https://doi.org/10.1046/j.1365-3059.2000.00511.x>

HJELKREM, Anne-Grete Roer; NÆRSTAD, Ragnhild; RAVN, Hans Petter; SKJELVÅG, Arne O.; HERMANSEN, Arne. A process-based model to forecast risk of potato late blight in Norway (The Nærstad model): model development, sensitivity analysis and Bayesian calibration. **Ecological Modelling**, [s. l.], v. 450, p. 109565, 2021.

KRAUSE, R. A. et al. BLITECAST a computerized forecast of potato late blight. **Plant Disease Reporter**, v.59, p.95-98, 1975.

MAITO, Gabriele et al. Potato late blight control based on the Blitecast forecast system on the Rio Grande do Sul Plateau, Brazil. **Ciência Rural**, v. 55, n. 04, p. e20230691, 2024.

MARCUZZO, Leandro Luiz; REIS, Erlei Melo. Simplificação dos sistemas de previsão de doenças com vistas à tomada de decisão do momento do controle químico: uma nova abordagem. **Revista agronomia brasileira**.

MENO, Laura; ESCUREDO, Olga; SEIJO, M. Carmen. Opportunity of the NEGFY decision support system for the sustainable control of potato late blight in A Limia (NW of Spain). **Agriculture**, [s. l.], v. 14, n. 5, p. 652, 2024.

TRENTIN, Gustavo Maria. *Avaliação de sistemas de previsão de ocorrência de Phytophthora infestans em batata*. 2006. Dissertação (Mestrado em Fitopatologia) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2006.

SAVARY, S., WILLOQUET, L., PETHYBRIDGE, S.J. et al. The global burden of pathogens and pests on major food crops. **Nat Ecol Evol** 3, 430–439, 2019. DOI: 10.1038.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao Laboratório de Epidemiologia e Manejo de Doenças de Plantas Agrícolas e Florestais (LEMP) e ao Núcleo de Desenvolvimento Científico e Tecnológico em Manejo Fitossanitário de Pragas e Doenças (NUDEMAFI), da Universidade Federal do Espírito Santo - Campus de Alegre, pela infraestrutura para realização deste estudo, e à Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES), ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio financeiro.