

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

SISTEMAS DE PREVISÃO E ALERTA PARA DOENÇAS DE PLANTAS: CONCEITOS, UTILIZAÇÃO, DIFICULDADES E POTENCIALIDADES

**Breno Benvindo dos Anjos, Sophia Machado Ferreira da Silva, Fábio Ramos
Alves, André da Silva Xavier, Samuel de Assis Silva, Matheus Ricardo da
Rocha, Willian Bucker Moraes.**

Universidade Federal do Espírito Santo/Centro de Ciências Agrárias e Engenharias, Alto
Universitário, s/n, 29500-000 – Alegre - ES, Brasil, bbdanjos@gmail.com,
machadofsofia@gmail.com, fabioramosalves@yahoo.com.br, andre.s.xavier@ufes.br,
samuel.assilva@gmail.com, matheus.phyto@gmail.com, willian.fito@gmail.com.

Resumo

Plantas podem ser afetadas por doenças resultantes da atividade de patógenos e a possibilidade de ocorrência de uma epidemia, que depende da interação entre alguns fatores, tais como o patógeno, as condições ambientais e o hospedeiro. Diante do exposto, objetivou-se apresentar informações relevantes sobre o uso de sistemas de previsão e alertas para manejo de doenças de plantas. Os sistemas de previsão e alerta são uma importante ferramenta e devem integrar o plano de manejo de doenças de plantas juntamente com métodos de controle existentes. Para que os sistemas sejam utilizados ao longo do tempo eles precisam ser informativos, reduzindo a incerteza na gestão da propriedade agrícola de forma simples e confiável.

Palavras-chave: Epidemiologia, doenças de plantas, monitoramento, tomada decisão

Área do Conhecimento: Engenharia Agrônoma (Agronomia)

Introdução

Os sistemas de previsão e aviso de doenças de plantas tem como objetivo prever o início de uma epidemia e/ou o aumento de sua intensidade a partir de informações sobre o ciclo da doença: ambiente, hospedeiro e patógeno (CAMPBELL; MADDEN, 1990). O sistema baseia-se na interação da combinação dos efeitos em relação a suscetibilidade do hospedeiro, quantidade de inóculo e desenvolvimento da doença (XU, 2003). Com intuito de evitar problemas de terminologia, Zadoks (1984) sugeriu o termo "aviso de doenças ou alerta de doença", destacando que a mensagem aos produtores tem maior importância do que sua origem técnica.

A previsão de doenças destaca-se por duas razões, uma econômica em que ocorre a redução do custo de produção através da racionalização do uso dos fungicidas, e a segurança, que envolve a cultura, com a redução dos efeitos tóxicos dos produtos e o ambiente externo, devido a redução da exposição de outras plantas, trabalhadores e consumidores a produtos químicos (HARDWICK, 2006; MADDEN *et al.*, 2007).

Os alertas são ferramentas importantes para auxiliarem os produtores nas ações de manejo, determinando o momento ideal para aplicação de medidas de controle (CAMPBELL; MADDEN, 1990). A emissão de um alerta quando há probabilidade de uma doença se tornar crítica tem impacto econômico. Em alguns casos, um certo nível de doença no campo é tolerado, em outros é importante prever a primeira ocorrência (HARDWICK, 2006).

Os sistemas de previsão podem ser classificados de maneiras diferentes, podendo variar de acordo com a informação ou a abordagem conceitual usada para propor o sistema. Segundo Campbell e Madden (1990) os previsores podem ser classificados de acordo com a informação do hospedeiro, doença, patógeno ou ambiente ou a interação desses fatores; se o modelo é empírico ou fundamental, e as informações utilizadas na previsão das doenças, como inóculo primário, secundário ou taxa de progresso da doença. As principais características seriam simplicidade, confiabilidade, importância do patossistema, disponibilidade aos produtores, eficiência de custo, aplicabilidade para uso em outras doenças/pragas (CAMPBELL; MADDEN, 1990).

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Para o desenvolvimento de um sistema de alerta, é necessário que a doença em estudo atenda alguns requisitos, tais como: se a ocorrência em campo causa perdas econômicas significativas com impacto direto na qualidade e quantidade produzida; há ocorrência de sazonalidade da doença em cada estação de cultivo; o manejo da doença é viável economicamente a partir de estratégias de controle existentes; informações sobre a relação das variáveis meteorológicas e a sua relação com a doença está disponível (BOURKE, 1970; VALE; ZAMBOLIN, 1996). Diante do exposto, objetivou-se apresentar informações relevantes sobre o uso de sistemas de previsão e alertas para doenças de plantas.

Metodologia

Para o desenvolvimento dessa pesquisa, realizou-se uma busca bibliográfica sobre a elaboração e uso de sistemas de previsão e alerta para o manejo de plantas. Dessa forma, foram analisadas fontes como: livros, teses, dissertações e artigos científicos, oriundos de diferentes plataformas: Redalyc, Google Scholar, Periódicos Capes, Science Direct e Scielo.

Resultados e discussão

Os modelos de previsão de doenças de plantas têm como finalidade representar de forma simples e simbólica a percepção da realidade, de forma a resumir os principais processos, apresentar possíveis hipóteses e verificar sua coerência e consequências (RABBINGE; DE WIT, 1989; VAN MAANEN; XU, 2003). No processo científico a modelagem e a simplificação são essenciais. O ideal é que o modelo proposto contemple os aspectos essenciais e pertinentes ao problema em questão. O propósito do modelo definirá se este será simples ou complexo, a simplicidade facilitará seu entendimento enquanto a complexidade permite maior acurácia e depende dos objetivos e as perguntas feitas ao modelo (BOOTE *et al.*, 1996; CAMPBELL *et al.*, 1988). O produto final desse modelo pode ser a intensidade da doença (incidência ou severidade), índice de risco e/ou inóculo inicial (BERGAMIN FILHO; AMORIM, 2018).

Os modelos de previsão podem ser classificados em dois grupos distintos, de acordo com o processo adotado para seu desenvolvimento. O primeiro grupo de modelo é chamado de fundamental ou mecanísticos. Esse tipo de modelo é desenvolvido a partir de um conceito, hipótese ou teoria, em vez de um conjunto de dados. Desta forma, um modelo consistente com conceito é formulado, e após a elaboração deste modelo, experimentos são conduzidos com intuito de testar a sua acurácia, em alguns casos, para serem eficazes em outros locais, ajustes podem ser necessários (CAMPBELL; MADDEN, 1990; PRANDINI *et al.*, 2009). O princípio destes modelos está baseado nas tentativas de compreensão da realidade, sendo que esta é obtida através de experimentos prévios em laboratório, câmara com ambientes controlados, casa de vegetação, campo ou que envolvam princípios biológicos (CAMPBELL *et al.*, 1988).

Os modelos *fundamentais* em geral são simples e fundamentados nos componentes do ciclo da doença, podendo fazer o uso de um ou poucos componentes, sendo que a infecção é o componente principal. Contudo, o uso de uma abordagem de análise sistêmica e modelos de simulação permitem utilizar o ciclo completo da doença (MADDEN; ELLIS, 1988).

O segundo modelo de previsão é denominado empírico ou correlativo. Estes modelos são elaborados a partir da coleta e análise de um banco de dados, sendo esses dados atuais e/ou históricos sobre intensidade da doença e fatores bióticos e abióticos (MADDEN; ELLIS, 1988). Estes modelos descrevem a relação existente entre duas ou mais variáveis do banco de dados, obtidas a partir do ajuste dos dados a um modelo significativo (CAMPBELL; MADDEN, 1990). Nesse caso, não é exigido conhecimento teórico relacionado a mecanismos básicos (CAMPBELL *et al.*, 1988). Estes modelos são utilizados para previsões apenas na estação de cultivo ou envolver múltiplas previsões. Os primeiros são utilizados quando é importante prever o inóculo inicial e/ou nível da doença, nesse caso o desenvolvimento deste modelo requer várias observações durante anos e/ou locais. Os modelos que envolvem múltiplas previsões são úteis quando a doença avança rapidamente durante a estação de crescimento, ou quando a cultura possui valor econômico elevado, o que justificaria o controle.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Os modelos empíricos podem ser desenvolvidos de duas formas, qualitativa que envolve a elaboração de critérios de previsão sem análise estatística, e a quantitativa, que se baseia na análise estatística e na modelagem dos dados coletados, em que neste caso, emprega-se uma quantidade variada de métodos e técnicas. O uso desses métodos e técnicas tem evoluído conjuntamente com as disciplinas de análise de dados.

A análise de regressão é a mais utilizadas e popular entre os métodos e técnicas estatísticas, um exemplo é o uso da técnica para prever a severidade de ferrugem asiática da soja (DEL PONTE *et al.*, 2006). Com o passar dos anos, outros métodos foram adotados para predição, como o uso de redes neurais (PINTO *et al.*, 2002), regressão logística (DE WOLF *et al.*, 2003), árvore de decisão (MEIRA *et al.*, 2009) e análise estatística de séries temporais (XU *et al.*, 2000).

Na literatura, um dos sistemas de previsão mais conhecidos é o *EIPRE (Epidemiology and Prediction and Prevention)*, um sistema de previsão de pragas e doenças do trigo baseado em computador (ZADOKS, 1989). Um exemplo de sistema de previsão, que projeta a ocorrência da doença com base no período favorável à sua ocorrência, é o *BLITECAST*, sistema desenvolvido para requeima da batata (*Phytophthora infestans*). Após estabelecer o período crítico para ocorrência da doença, o sistema permite ao usuário visualizar o alerta processado pelo algoritmo que avisa sobre a necessidade aplicação de fungicida (KRAUSE *et al.* 1975). Outro exemplo de sistema de previsão é o *TOMCAST (Tomato Forecasting)* (PITBLADO, 1992) baseado no clima, sendo derivado do sub-modelo de orvalho FAST (GLEASON *et al.*, 1995).

Alguns sistemas de previsão podem ser encontrados em uso no Brasil, um exemplo é o AGROCONNECT. O sistema monitora 42 culturas, gerando avisos (alertas fitossanitários), e sendo o único sistema do tipo em operação no Brasil, servindo de modelo para os demais estados brasileiros (MASSIGNAN *et al.*, 2016). Outro exemplo de sistema utilizado no Brasil é o sistema SMARCITRUS, desenvolvido pela FUNDECITRUS em parceria com a ESALQ/USP e a Universidade da Flórida (BERGAMIM FILHO; AMORIM, 2018). Assim como o exemplo de sistema de previsão citado anteriormente para uma determinada doença e cultura, o SafCafé, foi desenvolvido para alertar os produtores sobre a ferrugem do cafeeiro (*Hemileia vastatrix*). Este sistema foi desenvolvido pela Embrapa com apoio do Consócio Pesquisa Café e com a parceria da Fundação Procafé (THAMDADA *et al.*, 2013).

Conclusão

Os sistemas de previsão e alerta são uma importante ferramenta e devem integrar o plano de manejo de doenças de plantas juntamente com métodos de controle existentes. Para que os sistemas sejam utilizados ao longo do tempo, eles precisam se informativos e reduzindo a incerteza na gestão da propriedade agrícola de forma simples e confiável.

Referências

- BERGAMIM FILHO, A.; AMORIM, L. Sistemas de previsão e avisos. IN: BERGAMIM FILHO, A.; KIMATI, H.; AMORIM, L. (Ed.). **Manual de Fitopatologia**, v.1, 5. ed. São Paulo: Ceres, cap. 19, p.289-300. 2018.
- BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; PICKERING, N. B. Potential use and limitations of crop models. **Agronomy Journal**, v. 88, p. 704–716, 1996.
- BOURKE, P. M. A. Use of weather information in the prediction of plant disease epiphytotics. **Annual Review of Phytopathology**, v. 8, n. 1, p. 345-370, 1970.
- CAMPBELL, C. L.; MADDEN, L. V. **Introduction to plant disease epidemiology**. New York: J. Wiley, 1990. 532 p.
- CAMPBELL, C. L.; REYNOLDS, K. M.; MADDEN, L. V. Modeling epidemics of root diseases and development of simulators. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. p. 253-265.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

DE WOLF, E. D.; MADDEN, L. V.; LIPPS, P. E. Risk assessment models for wheat Fusarium head blight epidemics based on within-season weather data. **Phytopathology**, v. 93, n. 4, p. 428-435, 2003.

DEL PONTE, E. M.; GODOY, C. V.; LI, X.; YANG, X. B. Predicting severity of Asian soybean rust epidemics with empirical rainfall models. **Phytopathology**, v. 96, n. 7, p. 797-803, July, 2006.

GLEASON, M.L.; MACNAB, A.A.; PITBLADO, R.E.; RICKER, M.D.; EAST, D.A.; LATIN, R.X. Disease-warning systems for processing tomatoes in eastern North America: are we there yet? **Plant Disease**, v.79, p.113-121, 1995.

HARDWICK, N. V. Disease forecasting. In: COOKE, B. M.; JONES, D. G.; KAYE B. (Ed.) **The epidemiology of plant diseases**. 2nd ed. Dordrecht: Springer, 2006. p. 239-267.

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

MADDEN, L. V.; ELLIS, M. A. How to develop plant disease forecasters. In: KRANZ, J.; ROTEM, J. (Ed.) **Experimental techniques in plant disease epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag, 1988. p. 191-208.

MADDEN, L. V.; HUGHES, G.; VAN DEN BOSCH, F. **The study of plant disease epidemics**. St. Paul, MN: APS Press, 2007.

MEIRA, C. A. A.; RODRIGUES, L. H. A.; MORAES, S. A. Modelos de alerta para o controle da ferrugem-do-cafeeiro em lavouras com alta carga pendente. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 44, p.233-242, 2009.

PINTO, A. C. S.; POZZA, E. A.; SOUZA, P. E.; POZZA, A. A. A.; TALAMINI, V.; BOLDINI, J. M.; SANTOS, F. S. Descrição da epidemia da ferrugem do cafeeiro com redes neuronais. **Fitopatologia Brasileira**, v. 27, n. 5, p. 517-524, 2002.

PITBLADO, R.E. **The development and implementation of TOMCAST** - a weather-timed fungicide spray program for field tomatoes. Ministry of Agriculture and Food, Ridgetown College of Agricultural Technology, Ridgetown. 1992.

PRANDINI, A.; SIGOLO, S.; FILIPPI, L.; BATTILANI, P.; PIVA, G. Revisão de modelos preditivos de giberela e contaminação relacionada por micotoxinas em trigo. **Food and Chemical Toxicology**, v. 47, p. 927-931, 2009.

RABBINGE, R.; DE WIT, C.T. Systems, models and simulation. In: Rabbinge, R., Ward, S.A. ; Van Laar, H.H. (Eds) **Simulation and systems management in crop protection**. Simulation Monographs, Pudoc, Wageningen, p. 3-15, 1989.

THAMADA, T. T.; GIROLAMO NETO, C. D.; MEIRA, C. A. A. Sistema de alerta da ferrugem do cafeeiro. In: **SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL**, 8., 2013, Salvador. Pesquisa cafeeira: sustentabilidade e inclusão social: anais. Brasília, DF: Embrapa Café, 2013.

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

VAN MAANEN, A.; XU, X. M. Modelling Plant Disease Epidemics. **European Journal of Plant Pathology**, v. 109, p. 669-682, 2003.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

XU, X.; HARRIS, D. C.; BERRIE, A. M. Modeling infection of strawberry flowers by *Botrytis cinerea* using field data. **Phytopathology**, v. 90, n. 12, p. 1367-1374, 2000.

ZADOKS, J. C. A quarter century of disease warning, 1958 - 1983. **Plant Disease**, v. 68, n. 4, p. 352-355, 1984.

ZADOKS, J.C. EPIPRE, a computer-based decision support system for pest and disease control in wheat its development and implementation in Europe. In: Leonard, K.S. ; Fry, W.E. (Ed.). **Plant disease epidemiology**. New York, McGraw-Hill. p3 -29. 1989.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) e da Fundação de Amparo à Pesquisa e Inovação do Espírito Santo (FAPES).