

Sistema de alerta e previsões para o controle das doenças da macieira no estado de Santa Catarina

Leonardo Araujo¹, Felipe Augusto Moretti Ferreira Pinto¹, Jerônimo Vieira de Araújo Filho², Hugo Agripino de Medeiros³,

Mateus Silveira Pasa⁴ e Reinhard Krueger⁵

Resumo – O controle das doenças da macieira tem sido fundamentado no uso de agrotóxicos, fato que pode trazer algumas consequências, como contaminação ambiental, elevação dos custos de produção e aumento da probabilidade de emergência de populações resistentes aos fungicidas. Diante desse cenário, uma estratégia utilizada para substituir o uso de calendários fixos de pulverizações de agrotóxicos para o controle de doenças é a adoção dos sistemas de alerta e previsões (SAP), que auxiliam os fruticultores na tomada de decisão em relação ao momento de aplicação dos fungicidas. O uso racional dos agrotóxicos pode proporcionar redução nos custos de produção, contaminação ambiental e possibilidade de manutenção dos fungicidas sítio-específico por um período maior. Assim, nesta revisão descreveremos os aspectos positivos, negativos e perspectivas da utilização de SAP em Santa Catarina, abordando sua utilização atual no manejo integrado de doenças da macieira.

Termos para indexação: cancro europeu; mancha foliar de *Glomerella*; manejo integrado de doenças; sarna da macieira; podridões.

Alert system and predictions for the control of apple tree diseases in the state of Santa Catarina

Abstract – Apple tree disease control has been based on the use of pesticides, a practice that may bring about some consequences such as environmental contamination, increased production costs, and risk of developing fungicide resistance. Thus, a strategy to replace the schedule-based applications of agrochemicals for preventing diseases is the adoption of warning and forecast systems, which help fruit growers making decisions on fungicide spraying time. The rational use of agrochemicals can reduce production costs and environmental contamination and enable the maintenance of single-site fungicides for a longer period. Therefore, in this review, we will describe the positive and negative aspects, as well as the perspectives for the use of warning systems in the State of Santa Catarina, addressing its current application on integrated management of apple tree diseases.

Index Terms: European canker; *Glomerella* leaf spot; integrated disease management; apple scab; apple rot.

Introdução

A maçã é a segunda fruta de clima temperado mais produzida no Brasil, sendo os estados do Rio Grande Sul (577.774t) e Santa Catarina (638.351t) os principais produtores (CEPA, 2017). A região de São Joaquim responde por aproximadamente 41% das maçãs produzidas em Santa Catarina (CEPA, 2017), e é caracterizada por apresentar clima adequado para a cultura, mas que também favorece o desenvolvimento de do-

enças (ARAUJO et al., 2016). Na primavera e no verão, períodos prolongados de molhamento foliar, altas temperaturas e umidade relativa são ideais para o desenvolvimento do cancro europeu, mancha foliar de *Glomerella*, sarna e podridões, podendo causar perdas de até 100% na cultura da macieira, caso não sejam tomadas medidas adequadas de controle (ARAUJO et al., 2016). Assim, doenças estão entre os principais fatores que afetam a produtividade e elevam os custos de produção na cultura, necessitando de constante manejo

para evitar perdas.

A sarna da macieira (SDM) causada pelo fungo *Venturia inaequalis* é considerada a principal doença de primavera (ARAUJO et al., 2016; BONETI et al., 2006). A doença provoca intensa formação de manchas em folhas e frutos que pode provocar a queda precoce desses tecidos, além de depreciar a qualidade dos frutos para comercialização (Figura 1).

Atualmente a mancha foliar de *Glomerella* (MFG; sinonímia: mancha foliar da Gala) é considerada a principal

Recebido em 23/7/2018. Aceito para publicação em 3/9/2018.

¹ Engenheiro-agrônomo, Dr. Empresa de Pesquisa e Extensão Rural (Epagri)/Estação Experimental de São Joaquim, rua João Araújo Lima, 102, bairro Jardim Caicara, SC, 88600-000, São Joaquim, e-mail: leonardoaraujo@epagri.sc.gov.br; felipepinto@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr. Universidade Federal de Pelotas (UFPEL)/Departamento de Fitossanidade, Avenida Eliseu Maciel, s/n, bairro Capão do Leão, RS, 96050-500, Pelotas, e-mail: jeronimo.vieira@ufpel.edu.br.

³ Engenheiro-agrônomo, Dr. Bayer Divisão CropScience de melhoramento de soja e algodão/Estação Experimental Cristalina, Rodovia BR 251 km 18 s/n, GO, 73850-000, Cristalina, e-mail: hugo.medeiros@bayer.com.

⁴ Engenheiro-agrônomo, Dr. Oregon State University/Department of Horticulture, 2750 SW Campus Way, Corvallis, Oregon 97331, United States of America, e-mail: mateus.pasa@oregonstate.edu.

⁵ Engenheiro-agrônomo, Ms. Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc)/Departamento Regional de São Joaquim, Rodovia Admar Gonzaga, 1588, bairro Itacorubi, SC, 88034-001, São Joaquim, e-mail: rkrueger128@gmail.com.

<http://dx.doi.org/10.22491/RAC.2019.v32n1.12>

doença de verão da macieira no Brasil (ARAUJO et al., 2016; LIMA et al., 2018). Ela se caracteriza pela intensa formação de manchas necróticas nas folhas (Figura 1), causando severa desfolha e fortes reduções na produtividade da macieira (ARAUJO et al., 2016; LIMA et al., 2018).

As perdas por podridões no mundo variam de 5 a 25%, embora, no Brasil, esses índices podem atingir até 35% das frutas armazenadas (ARAUJO et al., 2016; ARGENTA et al., 2017). Perdas na pós-colheita trazem grande prejuízo, pois todo o esforço realizado na produção, colheita, pré-classificação, gastos com armazenamento e transporte é perdido. Os principais patógenos associados às podridões pós-colheita em maçã são: podridão-olho-de-boi-*Neofabrea* spp., mofo-azul-*Penicillium expansum*, mofo-cinza-*Botrytis cinerea*, podridão amarga-*Glomerella* spp., podridão branca-*Botryosphaeria* ssp. (Figura 1), podridão mole-*Rhizopus* spp., entre outros (ARAUJO et al., 2016; ARGENTA et al., 2017).

Atualmente o cancro europeu da macieira (CEM) causado pelo fungo *Neonectria ditissima* é considerado a principal preocupação dos fruticultores, devido à possibilidade de inviabilizar a atividade da maleicultura na serra catarinense (ARAUJO & PINTO, 2017). A doença provoca fortes reduções de produção, devido a morte e eliminação de ramos e plantas, perdas por podridões em frutos, além de aumentar consideravelmente o custo de produção (Figura 1).

O controle das doenças da macieira tem sido fundamentado no uso compulsório de agrotóxicos que, além de aumentar os custos de produção, tendem a ter sua ação severamente comprometida perante a possibilidade de emergência de populações resistentes dos patógenos aos fungicidas, principalmente no caso das moléculas sítio-específicas (SUTTON, 1996; LIMA et al., 2018). Devido a isso, diferentes estratégias têm sido desenvolvidas e aprimoradas para minimizar os impactos no ambiente e na saúde humana decorrentes da aplicação excessiva dos agrotóxicos (SUTTON, 1996; SHTIENBERG, 2013). Uma estratégia que tem alcançado resultados promissores em diversos pa-

tossistemas para auxiliar no manejo das doenças é a adoção de sistemas de alerta e previsões (SAP): tomateiro-*Alternaria solani* e *Septoria lycopersici*, batateira-*Phytophthora infestans*, macieira-*Alternaria mali*, *Erwinia amylova*, *Podosphaera leucotricha* e *V. inaequalis* (SUTTON 1996; BARRETO et al., 2004; SHTIENBERG, 2013). Nestes SAP ou modelos empíricos, a estimativa da possibilidade real da ocorrência de doenças dá-se, via de regra, a partir de informações relativas às inter-relações entre o estágio fenológico das plantas suscetíveis ou não à infecção, à biologia dos patógenos (presença de propágulos) e às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento das epidemias (BARRETO et al., 2004; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2011; SHTIENBERG, 2013). Os SAP auxiliam na tomada de decisão dos fruticultores e responsáveis técnicos por meio dos alertas sobre os momentos de maior risco de epidemias, evitando a utilização de calendários fixos de pulverizações (ARAUJO et al., 2016; BARRETO et al., 2004; SUTTON, 1996). Holb (2003) verificou que seria possível reduzir de nove a 11 pulverizações contra a sarna da macieira (SDM), usando o SAP sem redução na eficácia de controle. No entanto, o uso de SAP não é isoladamente uma medida de controle, mas sim uma ferramenta para auxiliar os fruticultores sobre a necessidade ou não de se adotar medida adicional de controle (SUTTON, 1996).

Assim, nesta revisão, descreveremos os principais aspectos e perspectivas da utilização de SAP, abordando sua utilização atual no manejo integrado de doenças da macieira no estado de Santa Catarina.

Sistema de alerta e avisos para doenças na cultura da macieira no estado de Santa Catarina – histórico & perspectivas

O sistema de previsão e avisos teve origem em Cadillac, na França em 1898, para auxiliar no manejo do míldio da videira (BLEICHER & BONETI, 1989; KATSURAYAMA et al., 1992). No Brasil

o sistema Estações de Avisos Fitossanitários (EAF) para o controle da SDM foi implantado no ano de 1981, em Santa Catarina (KATSURAYAMA et al., 1992).

De 1982 a 1986 o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e o governo francês treinaram profissionais da Companhia Integrada de Desenvolvimento Agrícola de Santa Catarina (Cidasc) e MAPA (KATSURAYAMA et al., 1992). De 1988 a 1998 o sistema EAF em Santa Catarina foi executado por Cidasc e Empresa Catarinense de Pesquisa Agropecuária (Empasc) (atual Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina – Epagri) (BLEICHER & BONETI, 1989; KATSURAYAMA et al., 1992). De 1999 até março de 2017 a Cidasc foi a coordenadora e executora do EAF, mas após esse período a Epagri ficou responsável pela função (CIRAM, 2018).

Desde a implantação do projeto, a EAF de São Joaquim/SC emite avisos fitossanitários (KATSURAYAMA et al., 1992), sendo alertas escritos enviados aos produtores e responsáveis técnicos, via diferentes meios de comunicação, informando sobre uma situação de risco de infecção por alguma doença e/ou a necessidade de tratamento fitossanitário dos pomares (ARAUJO et al., 2016; BLEICHER & BONETI, 1989; CIRAM, 2018; KATSURAYAMA et al., 1992). Atualmente a Epagri tem utilizado os SAP associados com a previsão meteorológica, monitoramento da ejeção de ascósporos dos fitopatógenos com auxílio de armadilhas, e estágio fenológico das plantas de macieira como subsídio para determinação dos momentos-chaves para emissão dos avisos fitossanitários (CIRAM, 2018).

O acompanhamento da biologia do patógeno é de fundamental importância para o sistema, pois com a ausência de fonte de inóculo não haverá riscos de epidemias, mesmo que as plantas estejam suscetíveis e o clima esteja favorável ao desenvolvimento da doença (BARRETO et al., 2004; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2011). Sutton (1996) demonstrou que, em intensidades muito fracas de liberação de ascósporos de *V. inaequalis*, não haveria necessidade de tratamentos, mesmo com condições climáticas ideais para o desenvolvimen-▶

to da doença. Assim, o monitoramento da presença de fonte de inóculo nos pomares é essencial para o bom funcionamento dos SAP (ARAUJO et al., 2016).

Classificação dos sistemas de previsão de doenças

Os SAP podem ser definidos como modelos empíricos, também chamados de correlativos e descritivos, explanatórios ou mecanísticos e teóricos (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2011). De acordo com Barreto et al. (2004) e Bergamin Filho & Amorim (2011), a previsão geralmente é associada com modelos empíricos desenvolvidos da coleta e análise de dados históricos sobre a doença e outros fatores bióticos e abióticos, e consideram o processo da doença como um todo. Enquanto que simulação, frequentemente, baseia-se em modelos explanatórios, tentando explicar o funcionamento do sistema em análise e eventualmente podem levar a alguma previsão (BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2011).

Tendo em vista que a intensidade de doenças de plantas está ligada principalmente ao inóculo inicial (x_0) e taxa de progresso da doença (r), pode-se classificar SAP consoante a importância relativa dessas variáveis para crescimento de epidemias de acordo com os patossistemas (ESKER et al., 2008). Desse modo, resumidamente, ter-se-ão sistemas de previsão baseados: na quantidade de inóculo (ou doença) inicial; em condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento do inóculo secundário; no inóculo primário e secundário de patógenos; e em múltiplas pragas – por exemplo, Epidemiology for Prediction and Prevention System (EPIPRES).

Benefícios da utilização dos sistemas de previsão de doenças

Alguns benefícios sobre a utilização dos SAP pelos fruticultores são: maior segurança para tomada de decisão em relação à necessidade de novos tratamentos; fácil utilização e suporte para a tomada de decisão de várias doenças;

maior lucro para o fruticultor, devido à redução de pulverizações; menor probabilidade de risco de ocorrência de severas epidemias nos pomares; redução do problema com resistência de fungos a fungicidas, devido à utilização racional dos produtos sítio-específico; menor poluição ambiental causada pelo uso excessivo de agroquímicos; frutas produzidas com menos resíduos de agroquímicos (BARRETO et al., 2004; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2011; SUTTON, 1996).

Limitações da utilização dos sistemas de previsão de doenças

Algumas limitações podem desestimular a utilização dos SAP pelos fruticultores, como: doença de pouca significância ou ocorrência contínua, o sistema de previsão não será aceito; se houver uma fonte constante de inóculo e as condições sempre favorecem o desenvolvimento da doença, as pulverizações baseadas nos sistemas de previsão não terão valor prático, pois raramente serão diferentes da rotina de aplicação; difícil aceitação para culturas de alto valor econômico; aversão ao risco em trocar a segurança de um esquema fixo de pulverizações pela possibilidade de suprimir alguns tratamentos; para um sistema de previsão ser confiável, é necessário ser baseado em sólidos dados biológicos e climáticos, devendo ser testado e aprovado na região em que será implementado; custos, caso o fruticultor deseje adquirir sua própria estação meteorológica; falta de fungicidas com atividade pós-infecção e erradicante para o controle das doenças pode comprometer o uso dos SAP (BARRETO et al., 2004; BERGAMIN FILHO & AMORIM, 2011; SUTTON, 1996).

Circunstâncias que podem forçar a aceitação e implementação dos sistemas de previsão de doenças pelos fruticultores

Algumas circunstâncias que forçam os produtores a mudarem o manejo de

pragas e doenças são: repetidas falhas de controle, devido ao aumento da resistência dos fungos aos fungicidas; surgimento de novas pragas ou doenças de difícil controle; retirada do mercado de produtos chaves no manejo das doenças ou restrição de determinado princípio ativo em frutos para exportação (KAINÉ & BEWSELL, 2008). De acordo com Sutton (1996), o uso indiscriminado de agrotóxicos nos pomares preocupa cada vez mais, devido à alta contaminação ambiental e riscos à saúde do trabalhador e consumidor. Esse cenário poderá gerar oportunidades para o desenvolvimento de fungicidas ambientalmente seguros com novos modos de ação, bem como pode impulsionar maior utilização dos SAP, a fim de garantir que as aplicações de agrotóxicos sejam oportunas e adequadamente direcionadas (SUTTON, 1996).

Modelos empíricos utilizados para previsão de doenças da macieira

Um dos modelos empíricos de doenças de plantas mais conhecidos e difundidos no mundo é o modelo matemático desenvolvido por Mills & La Plante (1951), que relaciona basicamente o período de molhamento foliar (PMF) e temperatura na determinação da probabilidade de infecção por esporos de *V. inaequalis*. De acordo com esse modelo, em temperaturas próximas a 20°C os esporos do fungo germinam entre 6 e 9h de molhamento foliar e os sintomas de SDM (Figura 1) se manifestam em torno de nove dias. Desde que houve o desenvolvimento de produtos com atividade curativa no controle da SDM, esse modelo vem sendo modificado e amplamente utilizado em programas de manejo integrado de pragas em todo o mundo, resultando em economias substanciais (SUTTON, 1996).

Para MFG (Figura 1), alguns modelos empíricos têm sido desenvolvidos ao longo dos anos. Inicialmente, Bleicher et al. (1995) associaram a ocorrência da MFG em temperaturas $\geq 18^\circ\text{C}$ e PMF $\geq 14\text{h}$ ou 10h mais de umidade relativa do ar (UR) $\geq 90\%$. Posteriormente, Kat-



Fotos: A, B, C e E - Leonardo Araujo; D - Yoshinori Katsurayama

Figura 1 – Sintomas de sarna (A), mancha foliar de *Glomerella* (B), podridão amarga (C) e podridão branca (D), e cancro europeu (E), em folhas (A, B), frutos (A, B, C, D) e ramos de macieira (E) causados por *Venturia inaequalis*, *Colletotrichum* spp., *Glomerella* spp., *Botryosphaeria* spp. e *Neonectria ditissima*, respectivamente.

Figure 1 - Symptoms of scab (A), leaf spot of *Glomerella* (B), bitter rot (C) and white rot (D), and European cancer (E), in leaves (A, B), fruits (A, B, C, D) and apple branches (E) caused by *Venturia inaequalis*, *Colletotrichum* spp., *Glomerella* spp., *Botryosphaeria* spp. and *Neonectria ditissima*, respectively.

surayama et al. (2000), desenvolveram um modelo de previsão baseado na ocorrência de três ou mais dias consecutivos de chuva, temperatura $\geq 15^{\circ}\text{C}$ e PMF $\geq 10\text{h}$. Adicionalmente, Becker et al. (2004) e Katsurayama & Bonetti (2010) ajustaram o modelo desenvolvido previamente para contemplar temperaturas $< 5^{\circ}\text{C}$ e PMF $\geq 20\text{h}/\text{dia}$. Assim, o valor diário de severidade (VDS) passou de 0 ou 1 para valores entre 0 e 2 e a recomendação de controle quando a soma do VDS dos três dias consecutivos atingir 2,5 unidades.

Os sintomas de podridão amarga (Figura 1) e as epidemias são mais severas quando ocorrem longos períodos chu-

vosos e temperaturas próximas a 20°C (SUTTON & SHANE, 1983; BLEICHER et al., 2006). A infecção por *G. cingulata* em frutos pode ocorrer em menos de 5h em temperatura de 26°C (SUTTON & SHANE, 1983; BLEICHER et al., 2006). Os frutos podem ser infectados por meio de penetração direta do fungo a partir da terceira semana de formação até a colheita (SUTTON & SHANE, 1983; BLEICHER et al., 2006). No entanto, a suscetibilidade dos frutos aumenta com a maturação e presença de ferimentos na cutícula (BLEICHER et al., 2006). Segundo o modelo empírico de Bleicher (1991), a elevação da temperatura e UR, bem como o número de dias com ocor-

rência de precipitação, são os parâmetros que determinam os períodos favoráveis ou não para o desenvolvimento da podridão amarga.

Os esporos de *Botryosphaeria* sp. germinam numa ampla faixa de temperatura com umidade relativa entre 92-100%, embora a temperatura ótima para germinação de ascósporos e conídios seja de $24,6^{\circ}\text{C}$ e $26,7-29,5^{\circ}\text{C}$, respectivamente (PARKER & SUTTON, 1993). A infecção dos frutos (Figura 1) pode ocorrer desde o início do ciclo vegetativo até cerca de um mês e meio após a queda de pétalas (BERTON et al., 2006). O fungo não necessita de ferimentos e aberturas naturais para ▶

causar infecção, no entanto na presença deles o processo infeccioso é acelerado (BERTON et al., 2006). Não se observam lesões nos frutos antes que os níveis de sólidos solúveis atinjam a faixa de 10,5%, o que geralmente ocorre entre seis a oito semanas antes da colheita (PARKER & SUTTON, 1993; BERTON et al., 2006). De acordo com o modelo empírico de Parker & Sutton (1993), o risco de incidência de podridões de grau leve, moderado e severo aumenta proporcionalmente com a elevação da temperatura e duração do período de molhamento.

A germinação de ascósporos e conídios de *N. ditissima* pode ocorrer entre 6 e 30°C, com temperatura ótima entre 20 e 25°C e um PMF de no mínimo 2h (LATORRE et al., 2002). Beresford & Kim (2011) desenvolveram um modelo que indica os períodos com baixo e alto risco de infecção por *N. ditissima* (Figura 1). De acordo com os mesmos autores, o CEM é mais problemático em regiões de produção em que ocorre precipitação em mais de 30% dos dias do mês, com a temperatura média de 11 a 16°C por mais de 8h/dia. Baseado nas condições do ambiente favoráveis ao desenvolvimento do fungo, Czermainski & Alves (2018) criaram um modelo empírico que alerta sobre condições sem risco, risco leve, moderada e severa para infecção por *N. ditissima*. De acordo com esse modelo, quanto mais baixa for a temperatura, maior será o PMF para que ocorra germinação dos esporos do fungo, semelhante ao modelo de Mills & La Plante (1951). No entanto, é importante destacar que o modelo empírico de Czermainski & Alves (2018) não considera o estágio fenológico da cultura, o que influencia diretamente no processo infeccioso do fungo que necessita de ferimentos ou aberturas naturais para penetrar nos tecidos da macieira (ARAUJO et al., 2016).

O projeto Agroalerta-Maçã

O projeto denominado Agroalerta-Maçã surgiu de uma parceria entre unidades da Epagri (Estação Experimental de São Joaquim e Ciram), EAF e forte

apoio de instituições públicas (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – CNPq) e privadas (BASF), com o objetivo de aperfeiçoar o sistema de alerta para as doenças da macieira, oferecendo agilidade, com informações em tempo real e maior alcance público. A determinação da ocorrência de uma condição de infecção por um específico patógeno dá-se a partir da coleta de dados climáticos de 34 estações meteorológicas distribuídas nas principais regiões produtoras de maçã no Sul do Brasil (29 em Santa Catarina, quatro no Rio Grande do Sul e uma no Paraná), com transmissão automática de dados para um sistema de computação central (ARAUJO et al., 2016). Neste sistema os dados climáticos e dos modelos epidemiológicos das doenças são atualizados de hora em hora, permitindo assim verificar se uma situação de infecção ocorreu ou está em andamento, ou se a chuva registrada atingiu a lavagem de um fungicida protetor aplicado antes da chuva (ARAUJO et al., 2016).

Nos últimos anos, treinamentos para grande número de técnicos e/ou fruticultores foram realizados nas principais regiões produtoras do estado. Nos endereços http://ciram.epagri.sc.gov.br/Fito_Maca/ ou <http://ciram.epagri.sc.gov.br/agroconnect/>, o técnico/fruticultor tem acesso ao menu de estações meteorológicas distribuídas nas principais regiões produtoras de maçã. Selecionando a estação mais próxima da localidade de determinado pomar, o produtor passa a ter acesso à janela referente aos modelos empíricos das doenças. Clicando em SDM (MILLS & LA PLANTE, 1951), por exemplo, duas janelas serão imediatamente expostas, a primeira corresponde ao ciclo primário da doença, iniciado por ascósporos e a segunda, ao ciclo secundário que é iniciado por conídios. Em cada uma delas, dados de PMF, temperatura, ocorrência de períodos de infecção e estimativas de ocorrência de sintomas encontram-se expostos. Além disso, dados climáticos horários, bem como previsão do tempo, encontram-se prontamente disponíveis. Situação análoga é encontrada para as demais doenças, como a

MFG (KATSURAYAMA & BONETTI, 2010), podridão amarga (BLEICHER, 1991) e branca (PARKER & SUTTON, 1993), além de CEM (CZERMAINSKI & ALVES, 2018). Estima-se que o setor da maleicultura vêm obtendo reduções de 10 a 20% do número de aplicações de agroquímicos utilizando os SAP (ARAUJO et al., 2016).

Considerações Finais

Em suma, os SAP têm como objetivo a utilização racional dos defensivos agrícolas para proporcionar aos agricultores redução nos custos de produção, contaminação ambiental e possibilidade de manutenção da viabilidade dos fungicidas sítio-específico por um período maior. No entanto, cabe aos técnicos e agricultores a responsabilidade em assumir e adotar as medidas de manejo fornecidas pelos SAP, bem como usufruir dos benefícios desse tipo de projeto público/privado. Pois serão os acessos desses usuários ao sistema, a exemplo do projeto Agroalerta-Maçã, que justificarão a manutenção dessa ferramenta por muitos ou poucos anos.

Agradecimentos

Aos idealizadores do projeto Agroalerta, José Itamar da Silva Boneti e Yoshinori Katsurayama. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e à BASF Company pelos recursos financeiros para aquisição e manutenção das estações meteorológicas. A toda equipe do Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Ciram) pelo suporte técnico na instalação e manutenção das estações meteorológicas. Aos funcionários da Epagri Arthur Oliveira Souza e Iran Souza Oliveira pelo auxílio técnico.

Referências

- ARAUJO, L.; MEDEIROS, H.A.; PASA, M.S.; SILVA, F.N. Doenças da macieira e da pereira. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 37, n. 291, p. 61-74, 2016.
- ARAUJO, L.; PINTO, F. A. M. F. Situação do

- cancro europeu e revisão da IN nº 20. In: XV ENCONTRO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 15., 2017, Fraiburgo. **Anais...** Florianópolis: Epagri, 2017. p. 99-103.
- ARGENTA, L.C.; PINTO, F.A.M.F.; ARAUJO, L.; GONÇALVES, M.W.; VIEIRA, M.J. Postharvest losses of apples by fungal decay and physiological disorders in southern Brazil. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON POSTHARVEST PATHOLOGY, 4., 2017, Skukuza, South Africa. **Abstracts...** Leuven: Chronica Horticulturae, 2017. p. 24.
- BARRETO, M.; VALE, F.X.R.; PAUL, P.A.; SCALOPPI, E.A.G.; ANDRADE, D.A. Sistemas de previsão e estações de aviso. In: VALE, F.X.R.; JESUS JUNIOR, W.C.; ZAMBOLIM, L. (Eds.). **Epidemiologia aplicada ao manejo de doenças de plantas**. Belo Horizonte: Perfil Editora, 2004. p. 242-270.
- BECKER, W.F.; KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Sistema de previsão da mancha foliar-da-gala em macieira, cultivar gala. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 17, n. 3, p. 64-67, 2004.
- BLEICHER, J. Sistema pluviométrico para previsão da podridão amarga da macieira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 4, n. 3, p. 16-18, 1991.
- BLEICHER, J.; BERTON, O.; RIBEIRO, N.A. **Previsão e controle da mancha necrótica foliar na macieira**. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 8, n. 1, p. 45-47, 1995.
- BLEICHER, J.; BERTON, O.; BONETI, J.I.S.; KATSURAYAMA, Y. Doenças fúngicas dos frutos. In: Epagri (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 556-566.
- BLEICHER, J.; BONETI, J.I.S. Controle da sarna (*Venturia inaequalis*) da macieira no estado de Santa Catarina baseado em sistemas de prevenção de doenças. **Summa Phytopathologica**, Piracicaba, v. 15, n. 2, p. 92-100, 1989.
- BERESFORD, R.M.; KIM, K.S. Identification of regional climatic conditions favorable for development of european canker of apple. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 101, n. 1, p. 135-146, 2011.
- BERGAMIN FILHO, A.; AMORIM, L. Sistemas de previsão e avisos. In: AMORIM, L.; REZENDE, J.A.M.; BERGAMIN FILHO, A. (Eds.). **Manual de fitopatologia – volume I – princípios e conceitos**. 4. ed. São Paulo: Editora Agro-nômica Ceres Ltda, 2011. p. 389-408.
- BERTON, O.; BLEICHER, J.; BONETI, J.I.S.; KATSURAYAMA, Y. Doenças fúngicas dos ramos. In: Epagri (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 567-577.
- BONETI, J.I. S.; KATSURAYAMA, Y.; BLEICHER, J. Doenças da macieira. In: Epagri (Ed.). **A cultura da macieira**. Florianópolis: Epagri, 2006. p. 527-608.
- CEPA – CENTRO DE SOCIOECONOMIA E PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. **Síntese anual da agricultura de Santa Catarina 2016-2017**. Florianópolis: Epagri-Cepa, 2017. 203 p. Disponível em: <<https://bit.ly/2CUOj9A>>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- CIRAM – CENTRO DE INFORMAÇÕES DE RECURSOS AMBIENTAIS E DE HIDROMETEOROLOGIA DE SANTA CATARINA. **Boletim da cultura – avisos**. Epagri (Ed.). Florianópolis. 2018. Disponível em: <http://www.ciram.sc.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=2520>. Acesso em: 20 ago. 2018.
- CZERMAINSKI, A.B.C.; ALVES, S.A.M. **O cancro europeu das pomáceas**. Epagri-Embrapa (Eds.). Florianópolis, p. 1-2, 2018. Disponível em: <<https://bit.ly/2CtB7rl>>. Acesso em: 20 jul. 2018.
- ESKER, P.D.; SPARKS, A.H.; CAMPBELL, L.; GUO, Z.; ROUSE M.N.; SILWAL, S.D.; TOLOS, S.; VAN ALLEN, B.; GARRETT, K.A. Ecology and epidemiology in R: disease forecasting. **The Plant Health Instructor**, Saint Paul, 2008. Disponível em: <<https://bit.ly/2NP0Dt3>>. Acesso em: 20 jun. 2018.
- HOLB, I.J. Comparison of scab warning systems in integrated apple production. **Journal of Agricultural Science**, Ontario, v. 11, n. 1, p. 53-57, 2003.
- KAINE, G.; BEWSELL, D. Adoption of integrated pest management by apple growers: the role of context. **International Journal of Pest Management**, Abingdon, v. 54, n. 3, p. 255-265, 2008.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S. Modelo de previsão da mancha da gala na macieira baseado na temperatura e na produção do molhamento foliar. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 23, n. 3, p. 82-84, 2010.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S.; BECKER, W.F. Mancha foliar da gala: principal doença de verão da cultura da macieira. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 13, n. 3, p. 14-19, 2000.
- KATSURAYAMA, Y.; BONETI, J.I.S.; KRUEGER, R.; NETO, A.A. Estação de aviso fitossanitário no controle da sarna da macieira na região de São Joaquim, SC. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v. 5, n. 3, p. 10-16, 1992.
- LATORRE, B.A.; RIOJA, M.E.; LILLO, C.; MUÑOZ, M. The effect of temperature and wetness duration on infection and a warning system for european canker (*Nectria galligena*) of apple in Chile. **Crop Protection**, Amsterdã, v. 21, n. 4, p. 285-291, 2002.
- LIMA N.V.; ARAUJO L.; PINTO F.A.M.F. Efeito preventivo e curativo de fungicidas sítio-específico para o controle da mancha foliar de *Glomerella*. In: SEMINÁRIO NACIONAL SOBRE FRUTICULTURA DE CLIMA TEMPERADO, 13., 2018, São Joaquim. **Anais...** Florianópolis: Epagri, 2018. p. 200.
- MILLS, W.D.; LA PLANTE, A.A. Diseases and insects in the orchard. **Cornell Extension Bulletin**, New York, v. 711, n. 812, p. 1-100, 1951.
- PARKER, K.C.; SUTTON, T.B. Effect of temperature and wetness duration on apple fruit infection and erradicant activity of fungicides against *Botryosphaeria dothidae*. **Plant Disease**, Saint Paul, v. 77, n. 2, p. 181-185, 1993.
- SHTIENBERG, D. Will decision-support systems be widely used for the management of plant diseases? **Annual Review of Phytopathology**, Saint Paul, v. 51, n. 1, p. 1-16, 2013.
- SUTTON, T.B. Changing options for the control of deciduous fruit tree diseases. **Annual Review of Phytopathology**, Saint Paul, v. 34, n. 1, p. 527-547, 1996.
- SUTTON, T.B.; SHANE, W.W. Epidemiology of the perfect stage of *Glomerella cingulata* on apples. **Phytopathology**, Saint Paul, v. 73, n. 8, p. 1179-1183, 1983. ■