

**FUNDO DE DEFESA DA CITRICULTURA
MESTRADO PROFISSIONAL EM
CONTROLE DE DOENÇAS E PRAGAS DOS CITROS**

THIAGO GOMES CAMARGO

**Validação do sistema de previsão da podridão floral dos citros em
diferentes variedades de laranja doce**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Geraldo José Silva Junior

**Araraquara
Abril 2019**

THIAGO GOMES CAMARGO

**Validação do sistema de previsão da podridão floral dos citros em
diferentes variedades de laranja doce**

Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da
Citricultura como parte dos requisitos para
obtenção do título de Mestre em Fitossanidade

Orientador: Dr. Geraldo José Silva Junior

**Araraquara
Abril 2019**

C172v Camargo, Thiago Gomes
Validação do sistema de previsão da podridão floral dos
citros em diferentes variedades de laranja doce / Thiago
Gomes Camargo, 2019.
33 f.

Orientador: Dr. Geraldo José Silva Junior

Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da
Citricultura, Araraquara, 2019.

1. Controle químico 2. *Colletotrichum* spp 3. Sistema de
alerta I. Título

THIAGO GOMES CAMARGO

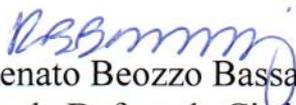
Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Araraquara, 12 de abril de 2019.

BANCA EXAMINADORA



Dr. Marcel Bellato Spósito
Universidade de São Paulo - USP, Piracicaba/SP



Dr. Renato Beozzo Bassanezi
Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP



Dr. Geraldo José da Silva Junior (Orientador)
Fundo de Defesa da Citricultura - FUNDECITRUS, Araraquara/SP

A Deus pela resiliência, capacitação, sabedoria e discernimento para encarar os desafios e dificuldades, proporcionando o meu crescimento pessoal, profissional e espiritual, permitindo uma maior experiência de vida junto de pessoas maravilhosas.

Aos meus pais Eliana e Adilson que estiveram sempre presentes e a quem tanto admiro como exemplo de família, pois me ensinaram os maiores valores da vida.

À minha querida esposa Thays, pelo companheirismo, confiança e compreensão neste caminhar junto. Agradeço pelo amor incondicional e por não medir esforços na criação e educação do nosso maior tesouro, nosso filho.

Ao meu pequeno príncipe Théo (1 aninho) que a cada dia mais me enche de orgulho, sendo a razão do meu viver.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À empresa Agropecuária São Nicolau, em nome de Cássio Jeha, Roberto Jeha e Sônia Jeha pela oportunidade, disponibilidade e confiança para realização deste trabalho.

À toda equipe de citros da fazenda São Roberto, Marcos José das Novas, Célio F. dos Santos Diniz, todos os encarregados e tratoristas por todo o apoio, acompanhamento na execução e avaliação dos experimentos.

Ao professor e orientador Dr. Geraldo José da Silva Junior pela atenção, compreensão, dedicação e ensinamentos durante a realização deste trabalho.

Aos colegas do Fundecitrus Fabricio Eustaquio Lanza, João Pedro Pereira, Rafael Angelo Gonçalves Smirne, William Aparecido Ferreira, Gleison Oliveira Santos e Rosana Gonçalves Pereira pelo apoio e tempo despendido para auxiliar nas tarefas de campo e processamento de dados.

Aos demais colegas e professores do curso de mestrado do Fundecitrus pela amizade, atenção e ensinamentos.

Aos membros do exame de qualificação, Alécio Souza Moreira e Laudecir Lemos Raiol Júnior, pelas valiosas contribuições.

Validação do sistema de previsão da podridão floral dos citros em diferentes variedades de laranja doce

Autor: Thiago Gomes Camargo

Orientador: Dr. Geraldo José Silva Junior

Resumo

A podridão floral dos citros causada por *Colletotrichum* spp. afeta flores de diferentes espécies e variedades de citros, provocando queda prematura de frutos jovens e retenção de cálices florais. As epidemias da doença são esporádicas e geralmente ocorrem em safras com chuvas intensas e frequentes durante o florescimento, principalmente em laranjeiras doces das variedades ‘Natal’ e ‘Pera’. A principal estratégia de manejo da podridão floral é a proteção das flores com fungicidas. O número de pulverizações é variável e depende de condições climáticas, variedade e idade das plantas e duração do florescimento. Em 2016, um sistema de previsão foi desenvolvido para indicar o momento correto para a realização das pulverizações visando o controle da podridão floral. O número e o custo das aplicações baseadas no sistema de previsão foram reduzidos de 17 a 71% comparado ao programa da fazenda com aplicações semanais. Esse sistema ainda não foi validado em pomares comerciais de laranja doces de diferentes maturações. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia e o custo-benefício do sistema de previsão em comparação com o programa da fazenda em diferentes variedades de laranjas doces. Três campos experimentais foram conduzidos em pomares adultos de laranjas doces, sendo um de ‘Baianinha’, um de ‘Pera’ e um de ‘Natal’, durante duas safras 2017/2018 e 2018/2019, em fazenda localizada em Itapeva/SP. Quatro tratamentos foram comparados em todas as áreas: i) plantas sem pulverização com fungicidas durante o florescimento; ii) tratamento programa da fazenda, com aplicações a cada 7-14 dias; iii) aplicações realizadas quando o sistema de previsão emitiu alerta de “Risco moderado” iv) aplicações baseadas no alerta de “Risco alto” do sistema. Os dados de molhamento e temperatura foram registrados por uma estação meteorológica instalada na propriedade, os quais foram enviados automaticamente a cada hora para a plataforma do sistema de previsão que calculou os riscos. Nas duas safras foi avaliada a incidência de flores com sintomas de podridão floral, assim como o número de cálices retidos e de frutos fixados por ramo e a produção das plantas. O custo de controle e a receita bruta foram estimados para os diferentes tratamentos. O sistema de previsão foi eficiente em reduzir o número de aplicações de fungicidas e o custo de controle de 25 a 75% em relação ao programa da fazenda. Na primeira safra, as condições climáticas foram menos favoráveis para a podridão floral. As plantas tratadas com fungicidas, independentemente do programa de controle, tiveram produções similares às plantas não pulverizadas. Embora o sistema tenha recomendado menos aplicações em relação ao programa da fazenda, as receitas brutas de todos os tratamentos foram semelhantes. Na safra seguinte, as condições foram mais favoráveis para a doença e até 80% das flores de ‘Pera’ não pulverizadas apresentaram sintomas de podridão floral. Nesta área, as plantas protegidas com três pulverizações curativas após o alerta de risco alto do sistema de previsão produziram menos que aquelas protegidas com cinco pulverizações realizadas de forma preventiva via programa da fazenda. Nas outras duas áreas, o sistema de previsão reduziu o número de aplicações de 25 a 40% em relação ao programa da fazenda, sem interferir no controle da doença, na produtividade das plantas e no retorno econômico. Esse sistema de previsão pode ajudar o citricultor a controlar a podridão floral em pomares de diferentes variedades de laranja doce, de forma a reduzir os custos e direcionar as pulverizações para o momento correto.

Palavras-chave: Controle químico, *Colletotrichum* spp, Sistema de alerta.

Validation of decision support system for postbloom fruit drop control in different sweet orange varieties

Author: Thiago Gomes Camargo

Advisor: Dr. Geraldo José Silva Junior

Abstract

Postbloom fruit drop (PFD) caused by *Colletotrichum* spp. affects flowers of different species and varieties of citrus, and causes premature fruit drop and retention of flowers calyces. PFD epidemics are sporadic and usually occur in seasons with consecutive rainy days during blooming, especially in orchards of Natal and Pera sweet orange varieties. The main strategy for PFD management is the protection of flowers with fungicides. The number of sprays is variable and depends on the weather conditions, the tree variety and age, and the blooming duration. In 2016, a decision support system (DSS) was developed to indicate the correct timing for PFD control. The number and costs of sprays based on this DSS were reduced from 17% to 71% compared to the calendar-based program. This DSS has not yet been validated in commercial orange orchards with different fruit maturation. Thus, this study aimed to assess the efficacy of the DSS compared to the calendar-based sprays, and to determine the cost-benefit of the different PFD control program tested. Trials were carried out in adult sweet orange orchards of Baianinha, Pera and Natal varieties, during two seasons (2017/2018 and 2018/2019), in a farm located in Itapeva, São Paulo state, Brazil. Four treatments were compared in the three trials: i) trees without sprays with fungicides during blooming; ii) calendar-based treatment, with sprays every 7-14 days; iii) applications performed when the DSS indicated the moderate risk alerts; iv) sprays based on the DSS high risk alerts. The wetness duration and temperature data were recorded by a weather station installed on the farm, which were automatically sent to the DSS platform and used to calculate PFD risks every hour. In the two seasons, the incidence of PFD symptoms on flowers, the number of persistent calyces per branch, the number of fruit per branch, and the fruit yield were assessed. PFD control cost and gross income were estimated for the different treatments. The DSS was effective in reducing the number of fungicide sprays and the PFD control cost from 25 to 75% compared to the calendar-based treatment. In the first season, weather conditions were less favorable for PFD occurrence. Sprayed trees, regardless of the PFD control program, had yields similar to those observed in non-treated trees. Although the DSS indicated less applications compared to calendar-based program, the gross income were similar, and all sprays in the first season were unnecessary. In the following season, weather conditions were more favorable for the disease, and up to 80% of non-sprayed Pera flowers showed PFD symptoms. In this area, trees when sprayed curatively three times after the high-risk warnings yielded less than the trees sprayed five times in a preventive way through the calendar-based. In the other two areas, the DSS reduced the number of applications from 25 to 40% in comparison with the calendar system, without interfering with the disease control, the yield and the economic return. This DSS may assist citrus growers to control PFD in orchards of different sweet orange varieties, reducing the costs and indicating sprays only at the right moment.

Keywords: Chemical control, *Colletotrichum* spp, Forecast system.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. MATERIAL E MÉTODOS	6
2.1. Descrição da área experimental	6
2.2. Descrição do sistema de previsão	6
2.3. Delineamento experimental	7
2.4. Descrição dos tratamentos	7
2.5. Avaliações e análise dos dados	9
2.6. Análise econômica	9
3. RESULTADOS	11
3.1. Informações meteorológicas e pulverizações	11
3.2. Sintomas e danos causados	13
3.2.1. Safra 2017/2018	13
3.2.2. Safra 2018/2019	17
3.3. Análise econômica	20
4. DISCUSSÃO	23
5. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS	30

1. INTRODUÇÃO

O Brasil detém a liderança na produção mundial do suco de laranja com mais de 50% do total produzido no mundo, direcionando 98% de sua produção para a exportação. Esses números colocam o País em destaque no cenário internacional e mostra sua representatividade e força no setor citrícola (Neves et al., 2010). O estado de São Paulo, juntamente com o Triângulo Mineiro, é a principal região produtora de citros do Brasil, principalmente de laranjas doces (*Citrus sinensis*). Essa área representa 70% de toda produção nacional de citros, com 284,88 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundo de Defesa da Citricultura, 2019).

Nas décadas de 1990 e 2000 ocorreu uma migração no cultivo de citros do norte e nordeste para o sudoeste do estado de São Paulo, que em 2005/06 representava 7,4% da produção do estado e em 2017/18 alcançou 21% (Neves et al., 2010; Fundo de Defesa da Citricultura, 2018). Essa região é constituída por 51 municípios produtores, sendo subdivididos em duas microrregiões, Avaré (AVA) e Itapetininga (ITG). Na safra 2017/18 a área plantada foi de 70 mil hectares, com 34 milhões de árvores produtivas e, contribuindo com aproximadamente 82 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018). Essa migração ocorreu devido principalmente a menor ocorrência de doenças importantes da cultura como a Clorose Variegada dos Citros (CVC) e Morte Súbita dos Citros (MSC), a menor necessidade de utilização de sistemas de irrigação, facilmente justificada pelo regime pluviométrico mais regular (Neves et al., 2010; Gama et al., 2019). Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger (1928), o clima dessa região é classificado como Cwa - clima subtropical úmido com inverno seco e verão quente, destacando-se por apresentar temperaturas médias mais baixas e chuvas mais regulares quando comparada com outras regiões citrícolas localizadas mais ao centro e norte do estado (Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura, 2018). Por outro lado, essa condição climática do sudoeste paulista contribuiu para que a podridão floral dos citros (PFC) se tornasse uma doença de ocorrência mais frequente com epidemias mais severas (Goes et al., 2008; Pavin Junior, 2014; Silva Junior et al., 2014; Gama et al., 2019).

A PFC é causada pela espécie *Colletotrichum abscissum* pertencente ao complexo *C. acutatum*, bem como por espécies do complexo *C. gloeosporioides*. A doença foi relatada pela primeira vez em Belize (Fagan, 1979), com danos de até 65% sendo reportados em pomares de citros (Denham, 1979). Na Flórida, o primeiro relato foi em 1983, porém as perdas mais severas foram observadas em safras na década de 1990 (Peres et al., 2002). No Brasil, a doença foi descrita primeiramente no Rio Grande do Sul (Porto et al., 1979), com maior relevância na

década de 1990, especialmente no estado de São Paulo (Feichtenberger, 1991; Feichtenberger, 1994). Em condições muito favoráveis para a PFC no estado de São Paulo pode haver redução de até 95% na produção (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014), embora perdas de 100% tenham sido reportadas em outros países das Américas (Timmer & Zitko, 1996).

O sintoma típico da PFC é caracterizado por lesão necrótica de coloração róseo-alaranjada, que avança para coloração salmão após a formação de corpos de frutificação do fungo (acérvulos) nas pétalas após abertura dos botões florais (Fagan, 1979; Timmer et al., 1994; Peres, 2002; Lima et al., 2011). As lesões são observadas em grande parte dos tecidos das pétalas tanto em flores abertas quanto botões em expansão ainda fechados (Peres, 2002). No estigma e estilete, os sintomas característicos são lesões necróticas marrons ou negras (Lin et al., 2001; Marques et al., 2013). Após a infecção ocorre alteração hormonal e posterior queda prematura de frutos jovens (Li et al., 2003; Lahey et al., 2004). Os frutos amarelecem e caem, mas a base do ovário (cálice) permanece aderida ao ramo. Esse cálice, conhecido vulgarmente por “estrelinha”, pode ficar retido nas plantas por até 18 meses (Timmer et al., 1994).

A PFC pode ocorrer em praticamente todas as variedades comerciais de laranjas doces, com destaque para as variedades de maturação meia-estação ‘Pera’ e tardia ‘Natal’, nas quais as flores permanecem nas plantas por períodos mais longos ou diferentes floradas podem ocorrer ao longo da safra. De maneira geral, as variedades mais precoces, como a ‘Hamlin’ e as de umbigo ‘Baia’ e ‘Baianinha’ tendem a apresentar menos danos causados pela doença em função do alto potencial produtivo (Feichtenberger, 1991; Feichtenberger, 1994; Spada, 2011). Da área total plantada no cinturão citrícola paulista em 2017/2018, aproximadamente 400 mil hectares, as variedades de maturação tardia ‘Valência’ e ‘Natal’, a meia-estação ‘Pera’, bem como as precoces ‘Hamlin’ e ‘Baianinha’ representam praticamente 90% do parque citrícola paulista, demonstrando a importância das mesmas (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018). A ‘Pera’ é a variedade de maior importância no Brasil, destacando-se por apresentar um excelente desempenho industrial e qualidade de frutos para o mercado *in natura*. Esta variedade de maturação meia-estação, é colhida entre setembro e outubro (Donadio et al., 1995; Spada, 2011). A ‘Natal’ é a segunda variedade brasileira de maior importância no País, devido a sua boa produção e qualidade de frutos, sendo colhida tardiamente entre dezembro e fevereiro. A ‘Natal’, assim como a ‘Pera’, pode apresentar mais de um período de florescimento (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018). A variedade ‘Baianinha’ é utilizada para consumo *in natura* ou exportação de fruta fresca. Ela apresenta florada intensa de curta duração, e os frutos são colhidos precocemente de maio a agosto (Donadio et al., 1995). Todavia, há pouca informação

referente ao comportamento dessas variedades às infecções provocadas por espécies de *Colletotrichum* spp. nas flores.

O controle químico com aplicações de fungicidas durante o período de florescimento é a principal estratégia de controle da PFC (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014). Embora diferentes grupos químicos apresentem eficácia no controle de espécies dos complexos *C. acutatum* e *C. gloeosporioides*, apenas os fungicidas triazóis (inibidores da desmetilação de esteróis, DMI) e estrobilurinas (inibidores de quinona externa, QoI) estão na grade de defensivos do programa de produção integrada de citros (PIC) e podem ser aplicados em pomares onde a produção é direcionada para exportação de suco (Silva Junior et al., 2014; Silva Junior, 2019). O número de aplicações é dependente da duração de florescimento, do número de floradas, da quantidade de inóculo do patógeno, do período de molhamento foliar, e da intensidade e frequência de chuvas (Goes et al., 2008; Silva Junior, 2019).

As pulverizações com fungicidas geralmente são realizadas em sistema calendário, com intervalo entre aplicações que variam de 7 a 14 dias (Peres et al., 2002; Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014). Como as epidemias de podridão floral dos citros são de ocorrência esporádica, esse programa pré-fixado de aplicações pode acarretar em aumento de custos e uso excessivo de defensivos em anos mais secos e desfavoráveis para a doença (Peres, 2002; Gama et al., 2019). Nesse cenário, os sistemas de previsão baseados em modelos matemáticos epidemiológicos se mostram mais eficientes por indicar a favorabilidade climática de desenvolvimento da doença e seus respectivos riscos (Madden & Ellis, 1988; Gama et al., 2019). O principal objetivo destes sistemas é auxiliar os produtores a fazerem as aplicações de fungicidas no momento correto para prevenir infecções e, assim, evitar aumento nos custos e impactos ao ambiente (Bergamin Filho & Amorim, 1996; Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014).

Alguns sistemas de previsão estão disponíveis para o controle de doenças em diferentes culturas no Brasil e no mundo, como exemplo, podemos citar o SISALERT (Sistema de Previsão de Risco de Epidemias de Doenças de Plantas) que se trata de um sistema de previsão de doenças da videira (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2014), o SMA (Sistema de Monitoramento Agrometeorológico) que é um sistema de monitoramento de diferentes doenças nas culturas de trigo, soja, milho e feijão nos estados do Paraná e São Paulo (Fundação ABC, 2017) e o StAS (*Strawberry Advisory System*) que é um sistema de previsão para doenças do morangueiro nos Estados Unidos (Pavan et al., 2012). Para a PFC, um sistema de previsão denominado PFD-FAD (*Postbloom fruit drop – Fungicide Application Decision*) foi desenvolvido na década de 1990 por pesquisadores da Universidade da Florida (EUA) e testado

nos pomares americanos (Timmer & Zitko, 1993). Posteriormente, esse sistema foi testado em pomares de laranjas doces no Brasil (Peres, 2002; Peres et al., 2004). O sistema PFD-FAD não vem sendo utilizado pelos citricultores brasileiros desde quando foi desenvolvido, principalmente devido a sua complexidade, uma vez que o usuário precisa incluir muitas variáveis na plataforma, tais como incidência de PFC, intensidade e estágio da florada e chuva e molhamento foliar nos últimos dias, para que o sistema calcule o risco de ocorrência da doença (Gama et al., 2019).

O Fundo de Defesa da Citricultura (Fundecitrus), em parceria com a Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz” (Esalq/USP) e a Universidade da Flórida (UF), desenvolveu em 2016 um sistema de previsão para a podridão floral com uma plataforma mais moderna, que envia alertas de risco de ocorrência da PFC por e-mail ou mensagem de celular (Fundo de Defesa da Citricultura, 2017). Esse novo sistema utiliza uma equação desenvolvida por Lima et al. (2011) que estima a porcentagem de germinação de conídios de *C. abscissum* com base nos dados de temperatura e período de molhamento foliar. Essa equação foi validada em casa-de-vegetação, onde flores de laranjas doces foram inoculadas e a intensidade de PFD apresentou relação com a germinação de esporos (Gonçalves & Amorim, 2013). Diferentemente do PFD-FAD, o usuário não precisa inserir informações de variáveis no sistema de previsão, pois os dados de temperatura e molhamento das estações meteorológicas instaladas em fazendas são enviados automaticamente para a plataforma do sistema que calcula os riscos de ocorrência de PFC. Os riscos são enviados por e-mail ou mensagem de celular ao usuário. Após receber um alerta de risco, o usuário deve verificar se o pomar está florescendo e se nenhuma pulverização foi feita nos últimos sete dias para então realizar o controle da doença. Nos ensaios preliminares, realizados em pomares de laranja doce para a definição do limiar de ação, o sistema de previsão apresentou resultados de controle da PFC similares àqueles obtidos com pulverizações baseadas no programa das fazendas, porém com uma redução de até 75% do número de pulverizações e dos custos de controle (Silva Junior, 2019). Os limiares de 15 e 20% de germinação de esporos foram considerados os mais seguros e de melhor custo-benefício para uso no sistema de previsão, uma vez que o limiar de 10% gerou um número excessivo de alertas de proteção das flores, e o limiar de 25% foi emitido mais tardiamente sendo menos eficiente no controle da PFC (Gama et al., 2019). Portanto, como esse sistema foi desenvolvido recentemente e apenas um trabalho foi conduzido para validar os limiares de ação, se faz necessário a realização desse estudo com o objetivo de avaliar a eficácia e o custo-benefício do sistema de previsão no controle da PFC em diferentes variedades de laranjas doces em comparação com o programa

adotado pelos citricultores. Espera-se que os resultados possam contribuir para aumentar a confiabilidade e a utilização do sistema em propriedades produtoras de citros.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido durante as safras 2017/2018 e 2018/2019, em três pomares comerciais de laranjas doces de uma mesma propriedade localizada no município de Itapeva, no sudoeste paulista ($23^{\circ}51'14.90''S$, $48^{\circ}44'36.93''O$) (Figura 1A). Um pomar era composto por laranjeiras doces ‘Baianinha’ (maturação precoce), enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, plantadas em 2008, com espaçamento 6,0 x 3,5 m, um de laranjeiras ‘Pera’ (maturação meia-estação), enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, plantadas em 2000, com espaçamento 6,5 x 3,0 m, e outro de laranjeiras ‘Natal’ (maturação tardia), enxertadas em limoeiro ‘Cravo’, plantadas em 2000, com espaçamento 6,0 x 3,0 m. Esses pomares foram escolhidos em função do histórico de ocorrência da PFC nos mesmos e de forma a representar as três principais classes de maturação de frutos (precoce, meia-estação e tardia).

Durante as duas safras estudadas, uma estação meteorológica modelo iMETOS IMT300 (Metos Pessl Instruments®) com o sistema iMetos AG foi mantida na propriedade em distâncias inferiores a 2 km das três áreas experimentais (Figura 1B), para registro dos dados de temperatura, umidade relativa do ar, radiação solar, pluviometria, velocidade do vento e molhamento foliar durante o desenvolvimento do trabalho.



Figura 1. Localização da área experimental no município de Itapeva, no sudoeste paulista (A). Localização dos pomares comerciais de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’, ‘Natal’ e da estação meteorológica utilizados na avaliação do sistema de previsão da podridão floral dos citros, nas safras 2017/2018 e 2018/2019 (B). (Fonte: Google Earth).

2.2. Descrição do sistema de previsão

A estação meteorológica foi inserida na plataforma do sistema de previsão e os dados foram enviados automaticamente de hora em hora para a plataforma do sistema no site do Fundecitrus (www.fundecitrus.com.br), que estimou o risco de ocorrência da podridão floral

com base na germinação de esporos de *C. abscissum* em função da temperatura e do molhamento foliar durante todo o período de florescimento, conforme representado pela equação 1 (Lima et al., 2011). O período de molhamento foi estimado pelo modelo da depressão da temperatura de ponto de orvalho (*DPD*, sigla em inglês), que utiliza como referência a diferença entre a temperatura do ar e a temperatura no ponto de orvalho (Gama et al., 2019).

$$y(t) = 100 * \left[\left(\frac{t-6,31}{18,99} \right) \right]^{1,38} * \left[\left(\frac{40,69-t}{15,39} \right) \right]^{1,12} * [1 - 1,02 * \exp(-0,02 * DPM)] \quad (\text{eq. 1})$$

Na qual:

y = estimativa da porcentagem de germinação de conídios (%),

t = temperatura média (°C) durante o período de molhamento,

DPM = duração do período de molhamento (horas).

2.3. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados (DBC), com seis repetições. Cada bloco foi composto por quatro tratamentos, e cada tratamento possuía três linhas de seis plantas cada, totalizando 18 plantas por parcela. Entre os blocos foi mantida uma linha inteira de bordadura (Figura 2).

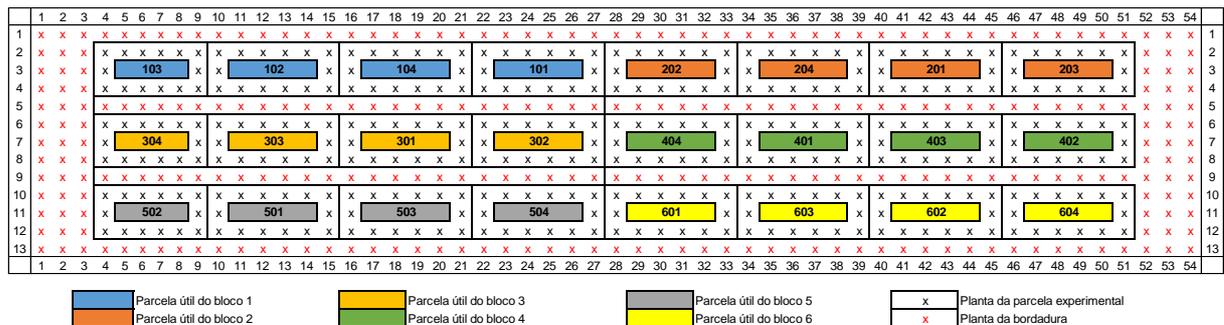


Figura 2. Croqui da área experimental para a avaliação do sistema de previsão da podridão floral dos citros, em pomares comerciais de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’, ‘Natal’, no município de Itapeva, no sudoeste paulista, nas safras 2017/2018 e 2018/2019.

2.4. Descrição dos tratamentos

O experimento foi composto por quatro tratamentos (Tabela 1): i) plantas sem pulverização durante o florescimento (testemunha); ii) programa da fazenda (PF), com pulverizações preventivas realizadas quando os demais talhões da propriedade eram protegidos, com intervalo variando de 7 a 14 dias, desde as fases de botões verdes e fechados (R1/R2) até

os estádios de queda de pétalas e do estigma/estilete (R6/R7) (Silva Junior et al., 2014); iii) pulverizações curativas realizadas somente quando o sistema de previsão emitiu os alertas de Risco moderado (RM), ou seja, a germinação dos conídios ultrapassou 15%; iv) pulverizações curativas baseadas nos alertas de Risco alto (RA), no qual a germinação foi igual ou superior a 20%. Nesse estudo, o termo “pulverização curativa” foi adotado para os tratamentos iii e iv pelo fato das mesmas terem sido realizadas após uma determinada condição favorável para a germinação dos esporos e infecção das flores, ou seja, sempre após a emissão de alerta pelo sistema de previsão. Após a determinada aplicação foi considerado um intervalo de sete dias, no qual proteção com fungicidas não foi realizada mesmo com o envio de alertas pelo sistema de previsão (Gama et al., 2019).

Tabela 1. Descrição dos tratamentos para a avaliação do sistema de previsão da podridão floral dos citros, em pomares comerciais de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’, ‘Natal’, no município de Itapeva, no sudoeste paulista, nas safras 2017/2018 e 2018/2019.

Trat.	Descrição	Observações
1	Testemunha	Sem pulverização
2	Programa da fazenda	Pulverização a cada 7-14 dias
3	Risco moderado	Pulverização quando a germinação de conídios atingiu 15%
4	Risco alto	Pulverização quando a germinação de conídios atingiu 20%

As pulverizações foram realizadas com pulverizador bilateral da marca Natali, modelo Alfa 4000 Citrus (Natali, Limeira, SP), com capacidade para 4.000 litros de calda, e com 80 pontas de pulverização (40 de cada lado), modelo Natali n° 04 (Natali, Limeira, SP), com velocidade média de deslocamento de 6 km/h. O volume de calda e a dose do fungicida foram calculados considerando o volume de copa das plantas, estimado com a metodologia adaptada do TRV “*tree-row-volume*” (Scapin et al., 2015; Silva Junior et al., 2016). O volume de calda foi pré-fixado em 40 mL de calda/m³ de copa. O fungicida Nativo (10% de trifloxistrobina + 20% de tebuconazol, Bayer CropScience) foi aplicado na dose de 0,028 mL do produto comercial/m³ de copa (Silva Junior et al., 2014). O número de pulverizações variou em função dos tratamentos (Tabela 2).

Tabela 2. Descrição dos volumes de copa, volume de calda e dose do fungicida utilizados para a avaliação do sistema de previsão da podridão floral dos citros, em pomares de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’, ‘Natal’, em Itapeva/SP, nas safras 2017/2018 e 2018/2019.

Variedade	Volume de copa		Volume de calda (L/ha)	Dose do fungicida (L/ha)
	(m ³ /planta)	(m ³ /ha)		
<i>Safra 2017/2018</i>				
Baianinha	64,9	30.908	1236	0,9
Pera	81,1	41.574	1663	1,2
Natal	71,7	39.808	1592	1,1
<i>Safra 2018/2019</i>				
Baianinha	68,6	32.637	1305	0,9
Pera	73,6	37.690	1508	1,1
Natal	69,8	38.641	1546	1,1

*A dose do fungicida foi padronizada em 0,028 mL/m³ de copa e o volume de calda em 40 mL/m³ de copa.

2.5. Avaliações e análise dos dados

As avaliações de flores sintomáticas, cálices retidos e frutos fixados foram realizadas seguindo a metodologia de ramos marcados descrita por Silva Junior et al. (2014). Cinco ramos foram marcados em cada lado das duas plantas centrais na linha central de cada parcela. As flores foram avaliadas no estágio de flores abertas (R6), contando-se o número de flores sadias e de flores com sintomas de podridão floral, em setembro de 2017 e 2018, respectivamente, para as duas safras. Os cálices retidos e os frutos fixados nos ramos marcados foram contados cinco meses após o florescimento, em fevereiro de 2018 e 2019, respectivamente, para as duas safras. A produtividade da primeira safra foi avaliada em agosto (‘Baianinha’), outubro (‘Pera’) e dezembro (‘Natal’) de 2018, por meio da pesagem do total de frutos produzidos nas quatro plantas centrais da linha central de cada parcela. Na segunda safra, os frutos ainda verdes foram contados, em fevereiro de 2019, nas duas plantas centrais de cada parcela, e o peso dos frutos da primeira safra foi utilizado para estimar a produtividade em kg/planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANAVA) e suas médias comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de significância.

2.6. Análise econômica

A análise econômica foi realizada com base no custo das pulverizações e na receita obtida com a produção das plantas dos diferentes tratamentos. Para o cálculo do custo foi considerado o tempo de 40 minutos para o reabastecimento do tanque de pulverização, os valores de hora/máquina (R\$ 114,92/h) e hora/homem (R\$ 8,14/h) estimados pela média dos últimos três anos pelo Agriannual (FNP Consultoria & Comercio 2017; FNP Consultoria &

Comercio, 2018; FNP Consultoria & Comercio, 2019), e o valor médio de R\$ 72,71/L de Nativo praticado em vendas de defensivos agrícolas na região de Itapeva/SP, nas safras 2017/2018 e 2018/2019. A receita foi estimada com base na produtividade média das plantas em cada tratamento multiplicada pelo valor médio de R\$ 19,38 por caixa de 40,8 kg, entre 2017 e 2018 (Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada, 2018). O retorno financeiro obtido com o controle da doença foi obtido para os diferentes tratamentos com o valor da receita subtraído o custo de controle com base na metodologia utilizada por Silva Junior et al. (2016).

3. RESULTADOS

3.1. Informações meteorológicas e pulverizações

Durante a safra 2017/2018, o florescimento teve duração de 41 dias, desde os estádios iniciais de botões verdes e fechados (R1/R2) até a queda de pétalas, estigmas e estiletos (R6/R7). O período compreendido entre os 1º e 12º dias foi marcado por baixos volumes de chuvas, que variaram de 0,2 a 4,8 mm e molhamento foliar inferior a 12 horas na maioria dos dias. Nenhum alerta de risco moderado (RM) ou risco alto (RA) foi emitido pelo sistema de previsão nessa fase inicial do florescimento (Figura 3A). No período compreendido entre os 13º e 21º dias foram observados sete dias com chuvas que variaram de 0,8 a 12,4 mm, o que acarretou molhamento acumulado de até 48 horas consecutivos entre os 16º e 17º dias. Neste período de nove dias foram observados oito dias com molhamento foliar prolongado acima de 12 horas. O primeiro alerta de RM foi emitido no 15º dia e de RA no dia seguinte, quando foi realizada a primeira aplicação (16º dia) com base dos dois riscos do sistema de previsão para as três variedades. O índice de germinação aumentou de 15% no 15º para 48% no 21º dia, porém, como o residual de sete dias foi considerado para a pulverização realizada no 16º dia, não foi necessário realizar outras aplicações com base nos riscos do sistema de previsão, uma vez que o índice de germinação não mais ultrapassou 15% a partir do 23º dia (Figura 3A). As plantas da variedade 'Baianinha' foram pulverizadas com base no programa da fazenda (PF) nos dias 22 e 35, enquanto as plantas de 'Pera' e 'Natal' foram pulverizadas quatro vezes, nos dias 9, 16, 22 e 35 (Figura 3A).

Na safra 2018/2019, o florescimento teve duração inferior comparado a primeira safra, porém em apenas 34 dias foram observadas condições climáticas favoráveis a doença em pelo menos três períodos. No primeiro período, entre os 1º e 3º dias, mesmo com baixos volumes de chuvas que variaram entre 0,2 a 3,4 mm, o molhamento foi superior a 20 horas, sendo suficiente para que a germinação dos esporos atingisse índices acima de 20% no segundo dia. A primeira aplicação nos tratamentos PF, RM e RA foi realizada no 3º dia de florescimento, nas três variedades (Figura 3B). O segundo período, entre os 13º e 20º dias, foi marcado por volumes mais expressivos de chuva, que variaram entre 0,2 e 13,8 mm, e molhamento acumulado de até 30 horas consecutivas, favorecendo a germinação de esporos, que ultrapassou 30%. Para as três variedades, a segunda aplicação com base nos RM e RA foi realizada no 14º, enquanto as segundas e terceiras pulverizações no PF foram realizadas no 9º e 16º dias após início do florescimento (Figura 3B). No terceiro período, entre os 25º e 33º dias, foi observada

precipitação de 20 mm no 26º dia, a qual resultou em molhamento acumulado de 32 horas consecutivas e germinação de 38% dos esporos no 27º dia, o que resultou na necessidade da terceira aplicação nos tratamentos RM e RA do sistema de previsão nas três áreas. Nas plantas da variedade ‘Baianinha’, a quarta e última pulverização do tratamento PF foi no 23º dia, já as plantas de ‘Pera’ e ‘Natal’ receberam a quarta e quinta aplicações do tratamento PF nos 23º e 30º dias (Figura 3B).

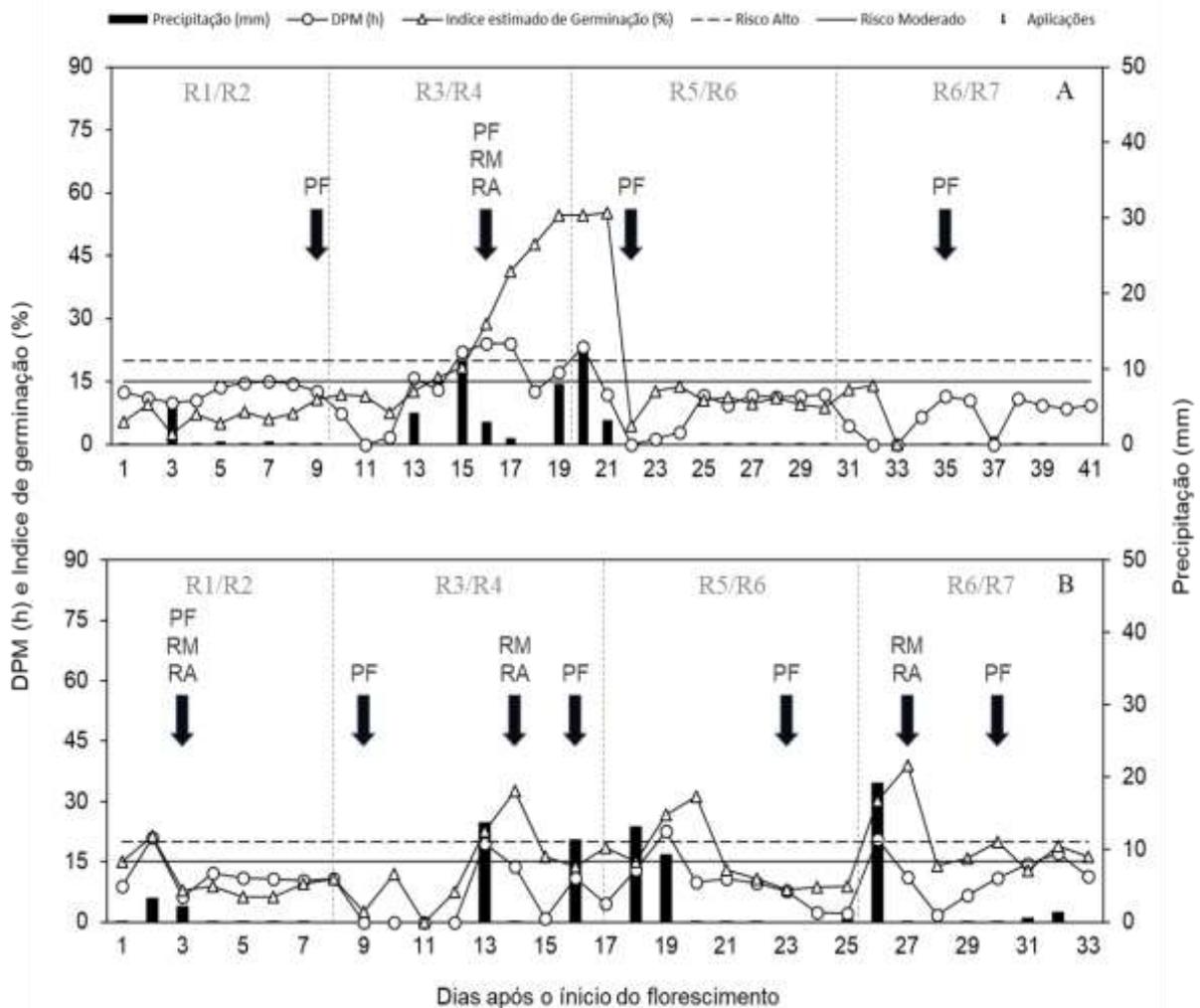


Figura 3. Precipitação (mm), índice estimado de germinação de conídios (%), duração do período de molhamento, DPM (h) e pulverizações de fungicidas com base no programa da fazenda (PF) ou nos riscos moderado (RM) e alto (RA) estimados pelo sistema de previsão da podridão floral dos citros, durante o período de florescimento de laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’ e ‘Natal’, no município de Itapeva-SP, no sudoeste paulista, nas safras 2017/2018 (A) e 2018/2019 (B). Dia 1 corresponde a 01/08/2017 (safra 1) e 02/09/2018 (safra 2). R1 a R7 representam os estádios de florescimento da escala proposta por Silva Junior et al. (2014).

3.2. Sintomas e danos causados

3.2.1. Safra 2017/2018

Nas plantas de laranjeira ‘Baianinha’, a porcentagem de flores sintomáticas foi inferior a 0,4%, independentemente do programa de pulverização adotado (Figura 4A). O florescimento dessa variedade foi mais uniforme e de maior intensidade quando comparado as variedades ‘Pera’ e ‘Natal’. A baixa incidência de flores com podridão floral resultou em menor quantidade de cálices retidos, inferior a 0,1 cálice/ramo, em todos os tratamentos com ou sem pulverizações, os quais não diferiram entre si (Figura 4B). Em função da baixa quantidade de sintomas da doença, o número de fruto fixado por ramo não foi afetado e todos os tratamentos apresentaram entre 0,95 a 1,21 frutos por ramo (Figura 4C). A produtividade também não diferiu entre os tratamentos, variando de 185 a 205 quilos por planta (Figura 4D).

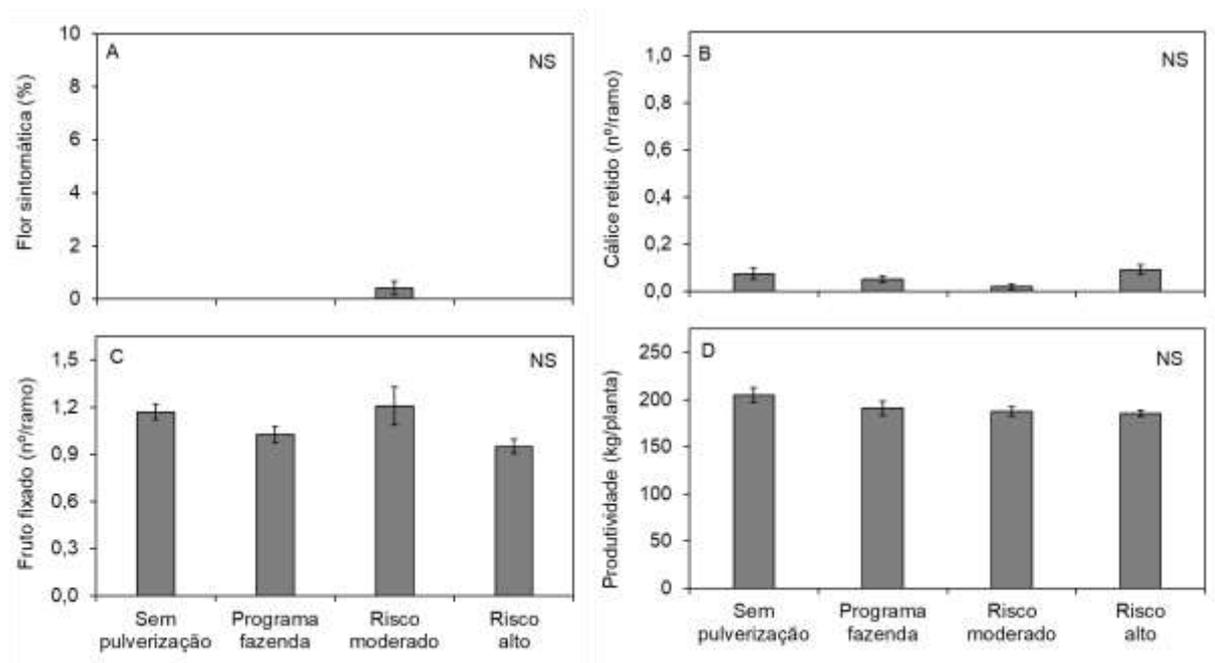


Figura 4. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálice retido (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado, e produtividade (D) em quilos por planta, em laranjeiras doces ‘Baianinha’ pulverizadas com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, no município de Itapeva-SP, na safra 2017/2018. Plantas sem pulverização serviram como controles. NS, não significativo (Teste F, $p > 0,05$).

Nas plantas da variedade ‘Pera’ foi possível identificar visualmente sintomas característicos da doença em todos os tratamentos (Figura 5). A incidência de flores com sintomas foi superior nas plantas que não receberam pulverização, as quais apresentaram 51%

de flores sintomáticas. Os demais tratamentos apresentaram de 17 a 33% de flores sintomáticas e não diferiram significativamente entre si (Figura 6A).



Figura 5. Flores de laranjeiras ‘Pera’ com sintomas de podridão floral em ramos marcados, no campo experimental conduzido em Itapeva-SP para avaliação do sistema de previsão, na safra 2017/2018.

O número de cálice retido variou de 2,38 a 3,68 por ramo (Figura 6B), o número de fruto fixado de 0,52 a 0,57 por ramo (Figura 6C) e a produtividade de 85 a 102 quilos por planta (Figura 6D), não havendo diferenças significativas entre os tratamentos, com ou sem pulverização de fungicidas para o controle da podridão floral, para as três variáveis.

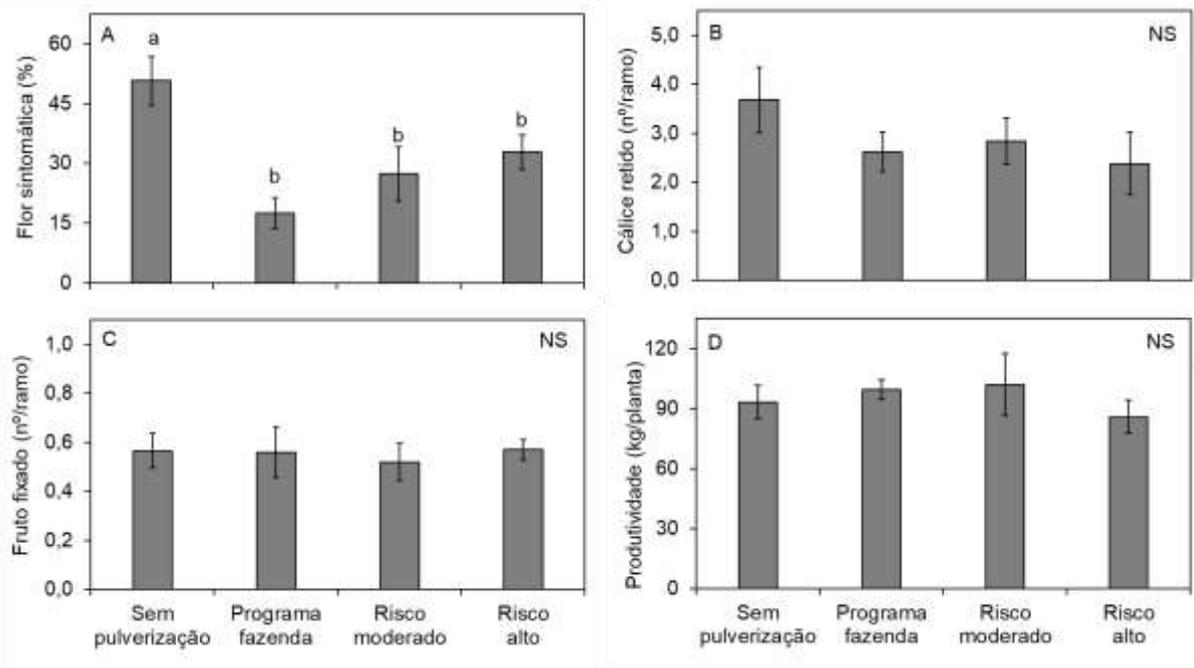


Figura 6. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálice retido (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado, e produtividade (D) em quilos por planta, em laranjeiras doces ‘Pera’ pulverizadas com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, no município de Itapeva-SP, na safra 2017/2018. Plantas sem pulverização serviram como controles. Médias seguidas pela mesma letra em cada figura não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$).

Na variedade ‘Natal’, a incidência de flores com sintomas de podridão floral atingiu 15% nas plantas que não receberam pulverização com fungicida para o controle da doença. Em contrapartida, as plantas pulverizadas com base no PF ou nos RM e RA do sistema de previsão apresentaram incidências de flores doentes próximas a zero (Figura 7A). O número de cálice retido foi de 2,08 por ramo nas plantas não pulverizadas, diferindo significativamente das quantidades de cálices observadas nas plantas protegidas com fungicidas, que foram inferiores a 0,2 cálices/ramo (Figura 7B). O número médio de fruto fixado por ramo variou de 0,9 a 1,1, não havendo diferenças significativas entre plantas com ou sem pulverização de fungicidas para o controle da podridão floral (Figura 7C). A produtividade variou entre 177 e 188 quilos por planta e não houve diferença significativa entre os tratamentos (Figura 7D).

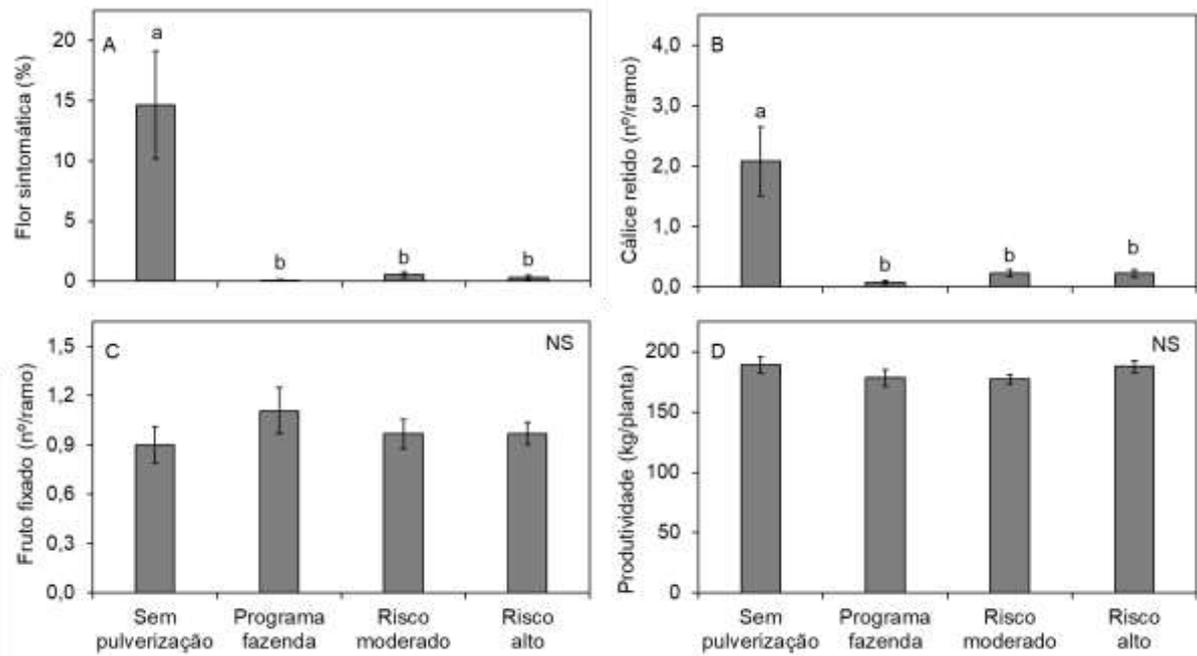


Figura 7. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálice retido (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado, e produtividade (D) em quilos por planta, em laranjeira doce ‘Natal’ pulverizada com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, no município de Itapeva-SP, na safra 2017/2018. Plantas sem pulverização serviram como controles. Médias seguidas pela mesma letra em cada figura não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$).

3.2.2. Safra 2018/2019

Na segunda safra, eventos de chuva mais intensos e frequentes durante o período de florescimento corroboraram para maiores intensidades de podridão floral. Nas plantas de laranjeiras ‘Pera’ os sintomas característicos de podridão floral foram observados praticamente em todas as flores de alguns ramos das plantas não protegidas com a mistura de triazol e estrobilurina durante o florescimento (Figura 8).



Figura 8. Ramos de laranjeiras ‘Pera’ com sintomas de podridão floral no campo experimental conduzido em Itapeva/SP para avaliação do sistema de previsão, na safra 2018/2019.

Nas plantas da variedade ‘Baianinha’, a incidência de flores com sintomas de podridão floral foi superior nas plantas que não receberam pulverizações com fungicida, as quais apresentaram aproximadamente 16% das flores sintomáticas. Nas plantas do tratamento PF, a incidência média foi de 7,8% de flores doentes, não diferindo significativamente das incidências de 9,4% e 9,7% observadas nas plantas pulverizadas seguindo, respectivamente, os RM e RA do sistema de previsão (Figura 9A). Os ramos de plantas sem pulverização apresentaram 0,7 cálices, enquanto ramos de plantas pulverizadas com base no RA tinham 0,4 cálices e no PF ou RM apenas 0,2 cálices (Figura 9B). A média de frutos fixados variou de 0,5 a 0,8 por ramo, e a produtividade estimada de 200 a 230 kg/planta, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos para as duas variáveis (Figuras 9C-D).

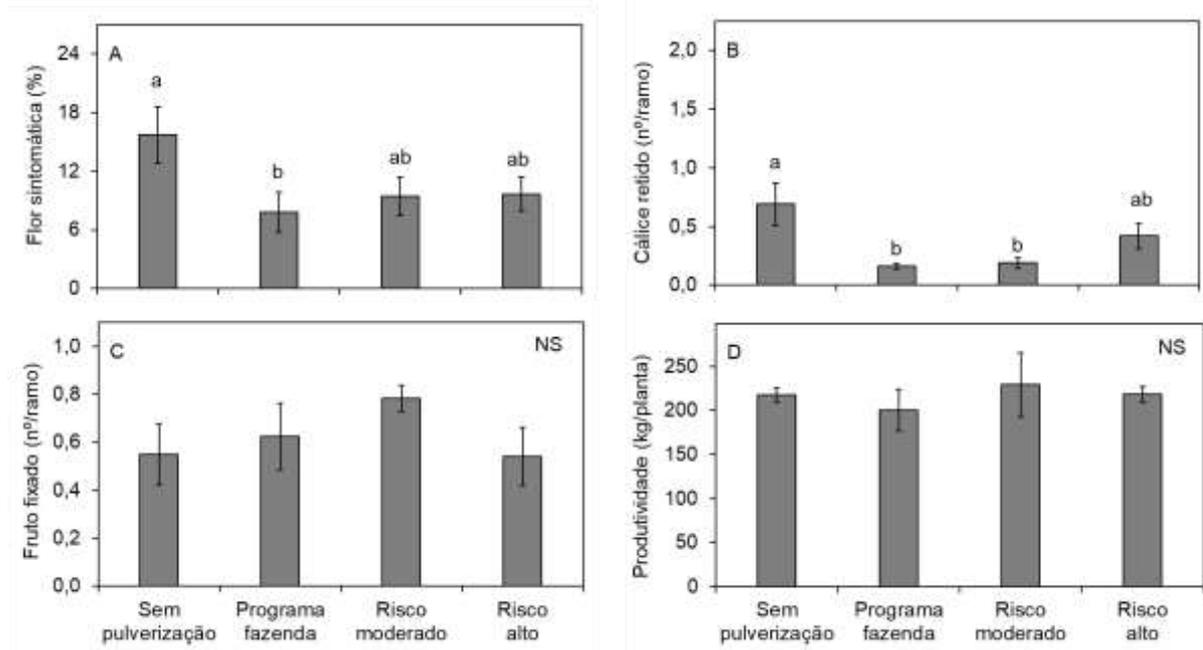


Figura 9. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálice retido (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado, e produtividade (D) em quilos por planta em laranja doce ‘Baianinha’ pulverizada com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, no município de Itapeva-SP, na safra 2018/2019. Plantas sem pulverização serviram como controles. Médias seguidas pela mesma letra em cada figura não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$).

A incidência de flores com podridão floral variou de 23 a 85% nas plantas de ‘Pera’. A maior incidência (85%) foi observada nas plantas sem pulverização com fungicida e as menores incidências, de 23% e 45%, foram observadas respectivamente em plantas tratadas com fungicida seguindo o PF com aplicações a cada 7-14 dias ou baseadas no RM do sistema de previsão (Figura 10A). As plantas dos diferentes tratamentos apresentaram números similares de cálices retidos variando de 8,3 a 9,9 cálices por ramo (Figura 10B) e frutos fixados de 0,13 a 0,32 frutos por ramo (Figura 10C). A produtividade das plantas foi superior nos tratamentos PF e no RM do sistema de previsão com 167 e 124 quilos por planta, respectivamente (Figura 10D).

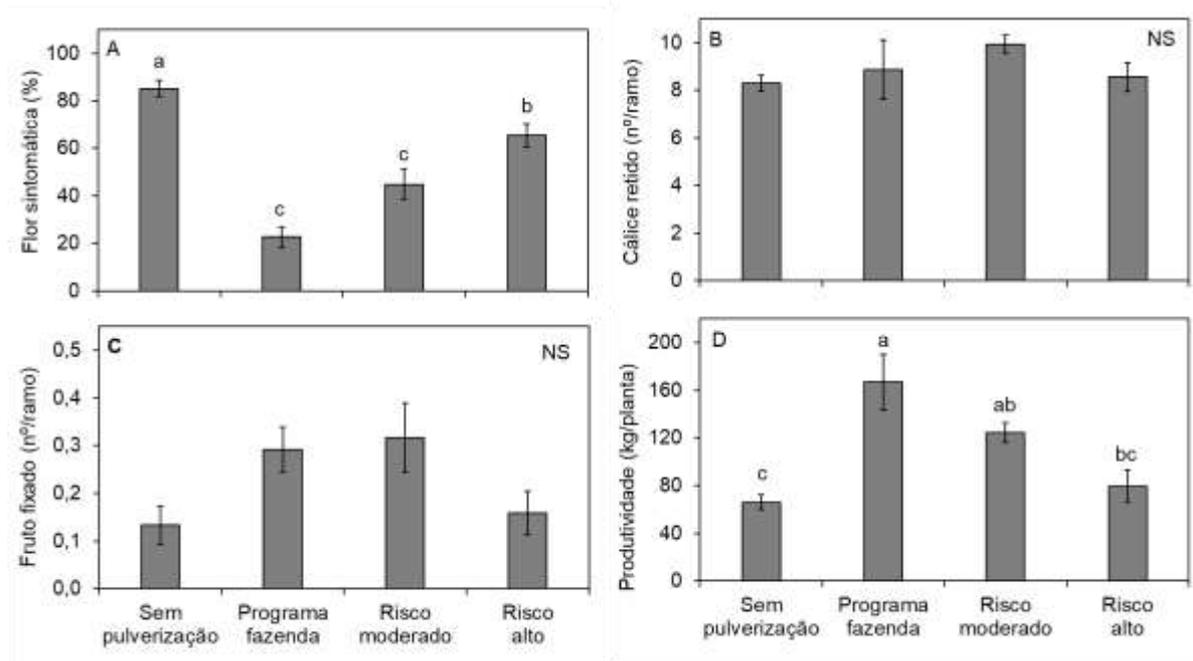


Figura 10. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálice retido (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado, e produtividade (D) em quilos por planta em laranja doce ‘Pera’ pulverizada com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, no município de Itapeva-SP, na safra 2018/2019. Plantas sem pulverização serviram como controles. Médias seguidas pela mesma letra em cada figura não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$).

No pomar de laranjeiras ‘Natal’, a incidência de flores sintomáticas foi de 13% nas plantas que não receberam pulverizações com fungicida. As plantas dos demais tratamentos com aplicações de fungicida apresentaram de 3,1 a 7,7% de flores doentes e não diferiram entre si (Figura 11A). Os números de cálices retidos variaram de 3,7 a 5,9 por ramo e não diferiram significativamente entre os tratamentos, independentemente da utilização ou não de fungicida (Figura 11B). As plantas pulverizadas de acordo com o PF produziram em média 0,9 fruto por ramo, valor este significativamente superior aos 0,5 frutos observados nas plantas tratadas com base dos índices de RM e RA, os quais também diferiram dos 0,2 frutos por ramo observados nas plantas não tratadas (Figura 11C). A produtividade das plantas foi superior no tratamento PF com 172 quilos, seguido dos tratamentos RM e RA do sistema de previsão com 144 quilos e 142 quilos por planta, respectivamente, não diferindo entre si (Figura 11D).

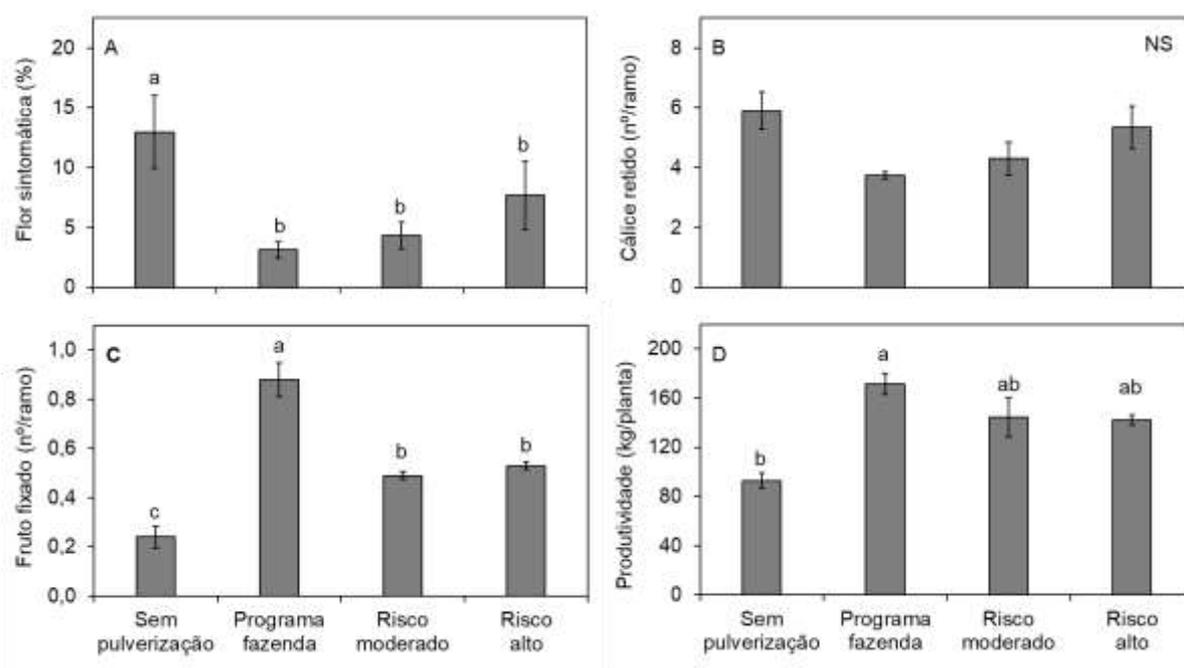


Figura 11. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálice retido (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado, e produtividade (D) em quilos por planta em laranjeira doce ‘Natal’ pulverizada com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, no município de Itapeva-SP, na safra 2018/2019. Plantas sem pulverização serviram como controles. Médias seguidas pela mesma letra em cada figura não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$).

3.3. Análise econômica

O número de pulverizações e os custos de controle foram sempre superiores para o tratamento PF em comparação com os tratamentos baseados em RM e RA do sistema de previsão, independentemente da variedade e safra estudada (Tabela 3). Na safra 2017/2018, foram gastos R\$ 210,15/ha para a realização de duas pulverizações no tratamento PF no pomar de ‘Baianinha’, enquanto nos tratamentos RM e RA foram gastos 50% desse valor. Nas variedades ‘Pera’ e ‘Natal’ foram observadas diferenças ainda maiores nos custos dos tratamentos, sendo estimados em R\$507,73/ha para a realização de quatro pulverizações. Em contrapartida, apenas uma pulverização realizada com base nos índices de risco do sistema de previsão custou R\$126,93/ha para as duas variedades. Para essa safra não foi observada diferença significativa de receita bruta estimada entre os tratamentos para as três variedades estudadas (Tabela 3). Na safra 2018/2019, devido à ocorrência de condições mais favoráveis para a podridão floral, a diferença nos custos de controle entre o PF e o sistema de previsão foi inferior em relação à safra anterior. Na variedade ‘Baianinha’ foram gastos R\$ 436,12/ha nas quatro pulverizações realizadas via PF, enquanto o sistema de previsão indicou apenas três

pulverizações que custaram R\$ 327,09/ha. Nas variedades ‘Pera’ e ‘Natal’ os custos de controle do programa de pulverização PF com cinco aplicações foram, respectivamente, R\$ 590,22 e R\$ 614,26/ha, enquanto nos tratamentos baseados no sistema de previsão os custos foram reduzidos para R\$ 354,13 e R\$ 368,56/ha, respectivamente, para as duas variedades. As receitas brutas variaram de R\$40.000,00 a R\$50.000,00 para os diferentes tratamentos na área de ‘Baianinha’ e não diferiram entre si. No pomar de ‘Pera’, as maiores receitas foram obtidas com pulverizações realizadas com base PF (R\$36.066,32) e no RM do sistema de previsão (R\$30.311,67), diferindo significativamente da receita obtida com o tratamento sem pulverizações, que foi em torno de R\$16.096,17. O controle da podridão floral na variedade ‘Natal’ resultou em aumento de pelo menos 50% da receita bruta, independentemente do programa de pulverização adotado, embora apenas o tratamento com aplicações seguindo o PF tenha apresentado receita significativamente superior àquela obtida no tratamento sem aplicações. A receita obtida com a ausência de controle foi inferior a R\$25.000,00, enquanto receitas acima de R\$37.000,00 foram alcançadas com o uso de fungicidas. Não foram observadas diferenças significativas nas receitas dos tratamentos com aplicação de fungicidas, independentemente do programa de controle adotado (Tabela 3).

Tabela 3. Número de aplicações de fungicida, custo total de controle (R\$/ha) e retorno financeiro (R\$/ha), em laranjeiras ‘Baianinha’, ‘Pera’, ‘Natal’ sem pulverização ou protegidas com fungicida para o controle da podridão floral dos citros seguindo o programa da fazenda ou os alertas de risco moderado ou alto do sistema de previsão, em Itapeva-SP, nas safras 2017/2018 e 2018/2019.

Variedade	Tratamentos	Nº de aplicações	Custo de controle (R\$/ha) ¹	Retorno financeiro (R\$/ha) ²
<i>Safra 2017/2018</i>				
Baianinha	Programa da fazenda	2	210,15	43.183,22 NS
	Risco moderado	1	105,07	42.394,38
	Risco alto	1	105,07	41.971,21
	Sem pulverização	-	-	46.312,50
Pera	Programa da fazenda	4	507,73	24.240,22 NS
	Risco moderado	1	126,93	24.854,27
	Risco alto	1	126,93	20.915,22
	Sem pulverização	-	-	22.717,11
Natal	Programa da fazenda	4	501,96	47.084,19 NS
	Risco moderado	1	125,49	46.762,21
	Risco alto	1	125,49	49.587,84
	Sem pulverização	-	-	49.839,81
<i>Safra 2018/2019</i>				
Baianinha	Programa da fazenda	4	436,12	45.329,10 NS
	Risco moderado	3	327,09	43.242,79
	Risco alto	3	327,09	39.516,31
	Sem pulverização	-	-	49.176,22
Pera	Programa da fazenda	5	590,22	36.066,32 a
	Risco moderado	3	354,13	30.311,67 ab
	Risco alto	3	354,13	19.399,73 bc
	Sem pulverização	-	-	16.096,17 c
Natal	Programa da fazenda	5	614,26	45.312,43 a
	Risco moderado	3	368,56	38.108,39 ab
	Risco alto	3	368,56	37.537,90 ab
	Sem pulverização	-	-	24.494,87 b

¹Custo baseado nos valores de hora/máquina (R\$ 114,92/h) e hora/homem (R\$ 8,14/h) do Agriannual (2016 a 2018), e valor do fungicida de R\$ 72,71/L de Nativo praticado na região sudoeste paulista entre 2017 e 2018. ²Retorno obtido pela receita subtraída do custo de produção. A receita foi estimada pela produtividade, em caixas de 40,8 kg/ha, multiplicada pelo valor de R\$19,38 pago pela caixa entre 2016 e 2018 (Cepea, 2018). NS, não significativo (Teste F, $p>0,05$). Médias de retorno seguidas pela mesma letra em cada variedade e safra não diferem entre si (Tukey, $p=0,05$).

4. DISCUSSÃO

O presente trabalho demonstrou que o sistema de previsão da podridão floral é uma importante ferramenta que pode ser utilizada em pomares de diferentes variedades de laranjas doces de forma a reduzir o número de pulverizações de 25 a 75% em comparação com o programa de controle adotado por citricultores. Essas reduções são similares as observadas por Gama et al. (2019) nos ensaios iniciais com esse sistema de previsão, onde foram definidos os limiares de 15% e 20% de germinação de esporos como índices de referência para a pulverização. Em ambos os estudos as condições foram favoráveis para que os índices de 15% e 20% fossem atingidos na mesma data e algumas horas após o início de um período chuvoso. De acordo com Gama et al. (2019), a faixa entre 15 e 20% de germinação de esporos foi considerada a mais segura para a tomada de decisão de pulverização, uma vez que o limiar de 10% de germinação esteve associado com pulverizações desnecessárias e aumento dos custos e dos impactos ambientais, e o limiar de 25% de germinação emitiu alertas mais tardiamente, o que acarretou redução na eficiência do controle realizado após a condição favorável.

As plantas protegidas com base nos limiares do sistema de previsão apresentaram, principalmente sob condições mais favoráveis, incidências de sintomas em flores um pouco superiores aquelas observadas em plantas tratadas com base no programa da fazenda. Isso pode ter ocorrido em função das pulverizações terem sido realizadas de maneira curativa nos tratamentos baseados no sistema de previsão, ou seja, até 24 horas após os limiares terem sido atingidos. Para a avaliação e validação de um sistema de previsão, as pulverizações devem ser realizadas sempre após a ocorrência de um determinado risco. Entretanto, para o controle da podridão floral, o recomendado é realizar as pulverizações de forma preventiva (Timmer et al., 1994; Silva Junior et al., 2014; Silva Junior, 2019). Alguns estudos conduzidos em casa-de-vegetação demonstraram que a eficiência de pulverizações curativas de fungicidas para o controle da podridão floral é muito variável. Os fungicidas quando aplicados de 24 a 48 horas após a inoculação das flores podem ser menos eficientes em comparação com a aplicação preventiva (Peres et al., 2002; Silva Junior, 2011; Pavin Junior, 2014). Adicionalmente, o uso curativo de fungicidas não é recomendado, uma vez que pode contribuir para a seleção de indivíduos mais resistentes na população dos patógenos (Food and Agriculture Organization of the United Nations, 2012).

Embora a validação desse sistema de previsão seja realizada com pulverizações curativas de fungicidas, o uso de aplicações preventivas pode ser possível se previsões das variáveis meteorológicas necessárias para estimar os índices de germinação de esporos forem

adicionadas ao sistema de previsão. Para isso, seria necessário disponibilizar uma rede de previsão capaz de estimar os dados meteorológicos precisos e acurados para pelo menos os próximos três dias. Assim, os usuários, sejam eles pequenos citricultores de 5.000 plantas ou fazendas de até 5 milhões de plantas localizadas no parque citrícola paulista (Fundo de Defesa da Citricultura, 2018), teriam tempo suficiente para planejar as ações e realizar as pulverizações preventivamente. A utilização de previsão meteorológica mais assertiva associada ao aumento ou manutenção da eficiência do controle da doença contribui para aumentar a aceitação do sistema de previsão pelos citricultores, principalmente nas grandes áreas, pois permite um melhor dimensionamento de máquinas e planejamento operacional (Gama et al., 2019).

Durante a primeira safra do estudo foram observadas incidências mais baixas de sintomas de podridão floral em flores, as quais não afetaram a produção das plantas. Nas plantas de ‘Baianinha’ praticamente não foram observados sintomas. Nas plantas de ‘Natal’ não pulverizadas a incidência de flores doentes atingiu 15%, não sendo suficiente para afetar a produtividade das plantas. Nessas plantas de ‘Natal’, mesmo com a retenção média de dois cálices por ramo, foi possível produzir, em média, um fruto por ramo e 190 quilos por planta, demonstrando o excelente potencial produtivo das plantas mesmo com 15% de flores afetadas pela doença. A relação entre a intensidade de doenças e a produtividade das plantas normalmente apresenta um limiar “aceitável”, abaixo do qual não se observa redução da produção (Madden et al., 2007). Alguns trabalhos realizados com podridão floral relatam que este limiar é em torno de 20% de flores sintomáticas. A pulverização com fungicidas deve ser realizada apenas quando a doença ultrapassar esse valor (Timmer & Brown, 2000; Peres, 2002). Entretanto, nas plantas de ‘Pera’ não protegidas com fungicidas foram observados 45% de flores sintomáticas e, mesmo com essa elevada incidência, não foram observadas reduções significativas na produção de frutos. Isso pode ter relação com o estado nutritivo das plantas, com a maior tolerância aos danos causados pela doença ou com a fixação de frutos de flores afetadas pela doença ou até mesmo das flores não infectadas dos ramos reprodutivos formados em diferentes momentos durante a florada. De acordo com Peres (2002), maior intensidade de flor infectada e/ou cálice retido não corresponde necessariamente à redução na produtividade, pois apenas uma pequena parte dos ovários destas flores, em torno de 1%, se fixam formando frutos.

A única pulverização realizada com base no sistema de previsão na primeira safra, bem como as quatro aplicações realizadas com o programa de controle da fazenda, não resultou em retorno financeiro, porém o sistema de previsão reduziu o número de aplicações em até 75% em relação ao sistema adotado pela fazenda. Apesar da aplicação realizada no início do

florescimento após emissão de alerta de risco pelo sistema não ter refletido em retorno financeiro, em geral, sistemas de previsão são desenvolvidos para serem ligeiramente conservativos e seguros (Peres, 2002). Como não há metodologias disponíveis para o monitoramento do inóculo do patógeno no campo, alguns alertas de risco poderão ser emitidos pelo sistema durante o florescimento sem que haja quantidade suficiente de esporos do fungo para infectar as flores e causar danos. Nessas condições, a proteção das plantas é também recomendada de forma a reduzir os riscos de perdas de produção. Novos estudos poderiam ser conduzidos para avaliar a necessidade de aplicações nas fases iniciais do florescimento, bem como para correlacionar as variáveis climáticas com a produção de inóculo, de forma a atualizar o sistema e reduzir ainda mais o número de pulverizações.

Na segunda safra de validação do sistema, foram observadas condições mais favoráveis para as infecções das flores e as incidências de podridão floral atingiram 16, 85 e 13% nas plantas não pulverizadas de ‘Baianinha’, ‘Pera’ e ‘Natal’, respectivamente. Em todas as áreas, o sistema de previsão indicou de 25 a 40% menos pulverizações com base nos índices de risco moderado e alto. As condições climáticas não acarretaram epidemia de podridão floral ao ponto de causar danos à produção de frutos da variedade ‘Baianinha’. As plantas dessa variedade apresentaram menos de 16% de flores sintomáticas e menos de 1,0 cálice retido por ramo, o que não afetou o pegamento de frutos e a produção, indicando que esta variedade poderia requerer menor número de aplicações ou, sob algumas condições, não ser protegida para o controle da doença na florada (Timmer & Brown, 2000; Peres, 2002; Madden et al., 2007). Outra particularidade observada, é que a florada da ‘Baianinha’ foi mais homogênea e concentrada que as demais variedades, característica comumente observada em plantas com danos menos severos de podridão floral (Feichtenberger, 1991; Spada, 2011; Pavin Junior, 2014). Esse tipo de florescimento pode estar relacionado ao princípio geral de controle da evasão (Bergamin Filho & Amorim, 2018), ou seja, pode ter ocorrido um escape e os estádios mais críticos para infecção (botão expandido e flor aberta) não ocorreram sob condições climáticas muito favoráveis para a PFC. Adicionalmente, não se deve descartar a possibilidade das flores de ‘Baianinha’ serem mais resistentes as infecções por *Colletotrichum* spp. em comparação com as demais variedades, bem como menor acúmulo de inóculo do patógeno nesse pomar 8 anos mais jovem que os de ‘Pera’ e ‘Natal’. Nas plantas não protegidas da variedade ‘Pera’ foram observadas incidências de até 85% das flores sintomáticas, o que foi suficiente para reduzir a produtividade em até 60%. Essa variedade apresentou uma florada mais desuniforme, o que pode estar associado com múltiplas infecções ao longo do florescimento. Além disso, a localização do pomar mais próximo de uma represa, bem como o

maior tamanho e densidade da copa das plantas, pode ter propiciado microclima ideal para a infecção das flores e multiplicação do patógeno. Na variedade ‘Natal’, o índice de 13% das flores sintomáticas foi suficiente para reduzir de 35 a 46% a produtividade em quilos por planta, quando comparado as plantas não protegidas com as tratadas com fungicida.

Esse estudo de validação do sistema de previsão foi conduzido no sudoeste paulista, região que apresenta condições climáticas mais favoráveis para as infecções das flores por *Colletotrichum* spp. em comparação com as regiões mais ao norte do estado. Além disso, as temperaturas mais amenas registradas nessa região estão associadas com longos períodos de florescimento (Soares-Colleti et al., 2016; Gama et al., 2019). No entanto, apesar de todas as espécies e variedades de citros comerciais plantadas nessa região serem suscetíveis às infecções por *Colletotrichum* spp., aquelas com maior desuniformidade e/ou quantidade de florescimentos, como a ‘Pera’, são as que geralmente apresentam os maiores danos (Feichtenberger, 1991, 1994; Peres, 2002; Laranjeira et al., 2005; Spada, 2011). As variedades precoces, como a ‘Hamlin’ e a ‘Baianinha’ apresentam epidemias menos frequentes de PFC uma vez que florescem mais uniformemente e fixam grande quantidade de frutos (Feichtenberger, 1991; Spada, 2011; Pavin Junior, 2014). Essa variação na duração do período de florescimento das plantas pode ser influenciada, tanto pela variedade quanto pela temperatura do ar (Spiegel-Roy & Goldsmith, 1996).

Durante o florescimento nas duas safras do estudo, bem como no estudo realizado por Gama et al. (2019), apenas o orvalho e a neblina não foram suficientes para aumentar o molhamento ao ponto de o sistema emitir alertas de risco (moderado e alto) de ocorrência de podridão floral. Esses resultados evidenciam que em alguns municípios do sudoeste paulista, tais como Itapeva, Taquarituba, Iaras e Santa Cruz do Rio Pardo, os alertas de risco moderado e alto do sistema de previsão podem estar relacionados com a ocorrência de chuvas. Entretanto, vale ressaltar que, os resultados obtidos nesses locais não devem ser extrapolados para outras regiões, principalmente aquelas mais úmidas nas quais o molhamento pode ser superior ao observado nesse estudo na ausência de chuvas. No florescimento de 2018, o sistema de previsão estimou o risco de ocorrência de PFC durante o florescimento (agosto e setembro) para algumas regiões do estado de São Paulo onde estação meteorológica foram instaladas; entretanto, apenas no município de Capão Bonito, localizado no sudoeste paulista, que alertas de risco moderado foram enviados na ausência de chuvas durante o florescimento. Adicionalmente, florescimentos podem ocorrer em épocas mais úmidas do ano de forma que alertas sejam também emitidos na ausência de chuvas em outras regiões. Portanto, para a utilização do sistema com segurança, é

recomendável que estações meteorológicas sejam instaladas na propriedade de forma a obter a condição meteorológica real nas diferentes épocas do ano.

O número de pulverizações e os custos de controle, independentemente da variedade e safra, foram sempre inferiores quando se utilizou o sistema de previsão em relação ao programa da fazenda. Na primeira safra, embora o sistema tenha indicado uma redução de 50 a 75% do custo de controle, não houve acréscimo de produtividade e conseqüentemente a receita bruta não apresentou diferença significativa, indicando que para estas condições específicas não se justifica o controle da doença. Na safra seguinte, o sistema proporcionou uma redução de 25 a 40% do custo de controle, e os maiores retornos foram alcançados nos tratamentos com aplicação de fungicidas, principalmente em ‘Pera’ e ‘Natal’. Os resultados da segunda safra obtidos para a variedade ‘Pera’ demonstram que, sob condições climáticas muito favoráveis para a PFC, o nível de dano pode inviabilizar o controle da doença, independentemente do programa de pulverização adotado. Desta forma, novos estudos devem ser realizados a fim de estabelecer um limiar de risco acima do qual a proteção das flores deve ser realizada novamente. De acordo com Silva Junior et al. (2014), epidemias de podridão floral estão associadas com molhamentos prolongados acima de 48h e/ou chuva superiores a 25 mm. Assim, um alerta de “Risco extremo” poderia ser adicionado ao sistema e validado no campo de forma a estabelecer um limiar, como exemplo, de 48 horas de molhamento ou de 40 a 50% de germinação de conídios, acima do qual reaplicação do fungicida deve ser realizada inclusive antes dos sete dias utilizados pelo sistema como intervalo entre aplicações.

O sistema de previsão da PFC é uma ferramenta eficiente para reduzir o número de aplicações de fungicidas para o controle da podridão floral (Peres et al., 2004; Silva Junior, 2011; Gama et al., 2019). Apesar do sistema de previsão se mostrar importante para auxiliar o citricultor no manejo da doença, existem alguns aspectos de natureza técnica/econômica (disponibilidade de equipamentos, internet e mão de obra, etc), bem como psicológica (aversão ao risco), que podem influenciar negativamente na adoção do mesmo (Shtienberg, 2013; Gama et al., 2019). De maneira geral, os sistemas de previsão são adotados inicialmente pelos produtores, porém, com o tempo o mesmo tende a cair em desuso à medida que o usuário aprende a utilizar e consegue incorporar as informações geradas em sua rotina sem a necessidade de acessar a plataforma ou receber os alertas (Gent et al., 2013; Gama et al., 2019). Entretanto, pelo fato da PFC ser uma doença de ocorrência esporádica e que causa severos danos sob condições muito favoráveis, o usuário pode se sentir mais seguro com os alertas enviados pelo sistema. Assim, o sistema será essencial para reduzir os custos de controle da PFC em safras com clima mais seco durante o florescimento e em pomares de variedades menos

afetadas, bem como será importante para direcionar as aplicações para para os momentos mais críticos em safras com chuvas frequentes e em pomares de variedades que apresentam mais danos relacionados com a doença. Portanto, os resultados obtidos na região de Itapeva/SP, no sudoeste paulista, mostram que o sistema de previsão poderá ajudar o citricultor a tomar a decisão de quando realizar as pulverizações para o controle da podridão floral tanto em variedades precoces quanto naquelas com a maturação mais tardia dos frutos.

5. CONCLUSÃO

O sistema de previsão da podridão floral dos citros reduziu o número de pulverizações de fungicidas de 25 a 75% em comparação com o programa de controle adotado pela fazenda em pomares de laranjas doces ‘Baianinha’, ‘Pera’ e ‘Natal’ plantados em Itapeva/SP.

O controle da podridão floral dos citros nas diferentes variedades de laranjas doces com base nos limiares de risco do sistema de previsão apresentou relações de custo-benefício similares aquelas obtidas com controle baseado no programa da fazenda.

REFERÊNCIAS

- Bergamin Filho, A., Amorim, L. 1996. **Doenças de plantas tropicais: epidemiologia e controle econômico**. São Paulo: Agronômica Ceres. 299 p.
- Bergamin Filho, A., Amorim, L. 2018. Princípios gerais de controle. In: Amorim, L., Bergamin Filho, A., Rezende, J.A.M. 2018. **Manual de Fitopatologia: princípios e conceitos**. Agronômica Ceres. p. 215-228. v. 1.
- Centro de Pesquisas Meteorológicas e Climáticas Aplicadas à Agricultura – Cepagri. 2018. **Clima dos Municípios Paulistas**. Disponível em: <https://www.cpa.unicamp.br/outras-informacoes/clima_muni_259.html>. Acesso em: 16 jul. 2018.
- Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada. 2018. **Banco de dados: citros**. Disponível em: <<https://www.hfbrasil.org.br/br/banco-de-dados-precos-medios-dos-hortifruticolas.aspx>>. Acesso em: 03 dez. 2018.
- Denham, T.G. 1979. Citrus production and premature fruit drop disease in Belize. **Pans** 25:30-36.
- Donadio, L.C., Figueiredo, J.O., Pio, R.M. 1995. **Variedades cítricas brasileiras**. Jaboticabal: FUNEP. 228 p.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2014. **Sistema de Alerta: ferramenta para auxiliar no controle de doenças da videira**. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/uva-e-vinho/busca-de-noticias/-/noticia/1904464/sistema-de-alerta-ferramenta-para-auxiliar-no-controle-de-doencas-da-videira>>. Acesso em: 23 abr. 2017.
- Fagan, H.J. 1979. Postbloom fruit drop of citrus in Belize: II. Disease control by aerial and ground spraying. **Turrialba** 2:179-186.
- Feichtenberger, E. 1991. Queda dos frutos jovens de citros, doença induzida por uma raça virulenta do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. **Laranja** 12:513-521.
- Feichtenberger, E. 1994. Podridão floral dos citros: histórico, sintomatologia, etiologia e epidemiologia. **Laranja** 15:19-28.
- FNP Consultoria & Comercio. 2017. Citros Laranja. In:_____. **Agrianual 2017: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 225-280
- FNP Consultoria & Comercio. 2018. Citros Laranja. In:_____. **Agrianual 2018: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 233-288.
- FNP Consultoria & Comercio. 2019. Citros Laranja. In:_____. **Agrianual 2019: anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 225-288.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. 2012. **Guidelines on prevention and management of pesticide resistance**. Disponível em:

<https://www.eppo.int/PPPRODUCTS/resistance/FAO_RMG_Sept_12.pdf>. Acesso em: 22 maio de 2017.

Fundação ABC. **Sistema de Monitoramento Agrometeorológico**: monitoramento doenças em plantas. Disponível em: <http://sma.fundacaoabc.org/monitoramento/doencas_em_plantas/trigo>. Acesso em: 23 abr. 2017.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2017. **Smartcitrus**: podridão floral dos citros. Disponível em: <<http://pfc.ensoag.com/inicial/>>. Acesso em: 22 abr. 2017.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2018. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: retrato dos pomares em março de 2018. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/inventario-de-arvores-e-estimativa-2018.pdf>. Acesso em: 29 jun. 2018.

Fundo de Defesa da Citricultura. 2019. **Reestimativa da safra de laranja 2018/19 do cinturão citrícola de São Paulo e Triângulo/Sudoeste Mineiro**: cenário em fevereiro de 2019. Disponível em: <https://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/0219_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2019.

Gama, A.B., Silva-Junior, G.J., Peres, N.A., Edwards Molina, J.P., Lima, L.M., Amorim, L. 2019. A threshold-based decision-support system for fungicide applications provides cost-effective control of citrus postbloom fruit drop. **Plant Disease** (first look doi: 10.1094/PDIS-01-19-0068-RE).

Gent, D.H., Mahaffee, W.F., McRoberts, N., Pfender, W. 2013. The use and role of predictive systems in disease management. **Annual Review of Phytopathology** 51:267-289.

Goes, A., Garrido, R.B.O., Reis, R.F., Baldassari, R.B., Soares, M.A. 2008. Evaluation of fungicide applications to sweet Orange at different flowering stages for control of postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum*. **Crop Protection** 27:71-76.

Gonçalves, F.P., Amorim, L. 2013. Temperatura e molhamento requeridos para a infecção de *Colletotrichum acutatum* e *C. gloeosporioides* em flores de laranja doce. **46º Congresso Brasileiro de Fitopatologia**. Ouro Preto, Tropical Plant Pathology. 38-S:446. Suplemento.

Lahey, K.A., Yuan, R., Burns, J.K., Ueng, P.P., Timmer, L.W., Chung, K.R. 2004. Induction of phytohormones and differential gene expression in citrus flowers infected by the fungus *Colletotrichum acutatum*. **Molecular Plant Microbe Interaction** 17:1394-1401.

Laranjeira, F.F., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Aguilar-Vildoso, C.I., Coleta Filho, H. 2005. Fungos, procariotos e doenças abióticas. In: Mattos Junior, D., De Negri, J.D., Pio, R.M., Pompeu Junior, J. (Ed.). **Citros**. Instituto Agrônômico/Fundag. p. 509-566.

Li, W., Yuan, R., Burns, J.K., Timmer, L.W., Chung, K.R. 2003. Genes for hormone biosynthesis and regulation are highly expressed in citrus flowers infected with the fungus *Colletotrichum acutatum*, causal agent of postbloom fruit drop. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 128:578-583.

- Lima, W.G., Spósito, M.B., Amorim, L., Gonçalves, F.P., Filho, P.A.M. 2011. *Colletotrichum gloeosporioides*, a new causal agent of postbloom fruit drop. **European Journal of Plant Pathology** 131:157-165.
- Lin, Y., Stover, E., Sonoda, R., Roskopf, E. 2001. Stigma and style necrosis is associated with postbloom fruit drop disease in citrus following artificial inoculation. **Hortscience** 36:1138.
- Madden, L.V., Ellis, M.A. 1988. How to Develop Plant Disease Forecasters. In: Kranz, J.; Rotem, J. **Plant Experimental techniques in Disease Epidemiology**. Berlin: Springer-Verlag. p. 191-206.
- Madden, L.V., Hughes, G., van den Bosch, F. 2007. **The study of plant disease epidemics**. Saint Paul: APS Press. 421 p.
- Marques, J.P.R., Amorim, L., Spósito M.B., Appezzato da Glória, B. 2013. Histopathology of postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum* in citrus flowers. **European Journal of Plant Pathology** 135:783-90.
- Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O Retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: Markestrat. 16 p.
- Pavan, W., Fraisse, C.W., Peres, N.A. 2012. The strawberry advisory system: a web-based decision support tool for timing fungicide. **Department of Agricultural and Biological Engineering** 1:1-4.
- Pavin Junior, W. 2014. Momento de aplicação de fungicida em relação à condição favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e no campo. 26 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Peres, N.A.R. 2002. Modelo de previsão e controle da podridão floral dos citros causada por *Colletotrichum acutatum*. 115 f. **Tese de Doutorado**. Botucatu, SP: Faculdades de Ciências Agrônômicas e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Peres, N.A.R.; Kim, S.; Beck, H.W.; Souza, N.L.; Timmer, L.W. 2002. A fungicide application decision (FAD) support system for postbloom fruit drop of citrus (PFD). Online. Plant Health Progress doi 10.1094/PHP-2002-0731-01-RV.
- Peres, N.A.R., Souza, N.L., Furtado, E.L., Timmer, L.W. 2004. Evaluation of systems for timing of fungicide sprays for control of postbloom fruit drop of citrus in Brazil. **Plant Disease** 88:731-735.
- Porto, O.M., Rossetti, V., Dornelles, C.M.M. 1979. Queda de frutos jovens de citros causada por *Colletotrichum* sp. no Rio Grande do Sul. Anais. **Congresso Brasileiro de Fruticultura**. Pelotas, Sociedade Brasileira de Fruticultura. p. 681-692.
- Scapin, M.S., Behlau, F., Scandelai, L.H.M., Fernandes, R.S., Silva Junior, G.J., Ramos, H.H. 2015. Tree-row-volume-based sprays of copper bactericide for control of citrus canker. **Crop Protection** 77:119-126.

Shtienberg, D. 2013. Will decision-support systems be widely used for the management of plant diseases? **Annual Review of Phytopathology** 51:1-16.

Silva Junior, G.J. 2011. Podridão floral dos citros: dinâmicas temporal e espacial, sensibilidade de *Colletotrichum acutatum* a fungicidas e controle de doença. 131 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo.

Silva Junior, G.J., 2019. **Podridão floral**: medidas essenciais de controle. Araraquara: Fundecitrus. Manual técnico.

Silva Junior, G.J., Spósito, M.B., Marin, D.R., Amorim, L. 2014. Efficacy and timing of application of fungicides for control of citrus postbloom fruit drop. **Crop Protection** 59:51-56.

Silva Junior, G.J., Scapin, M.S., Silva, F.P., Silva, A.R.P., Behlau, F., Ramos, H.H. 2016. Spray volume and fungicide rates for citrus black spot control based on tree canopy volume. **Crop Protection** 85:38-45.

Soares-Colleti, A.R., Alvares, C.A., Sentelhas, P.C. 2016. An agro-climatic approach to determine citrus postbloom fruit drop risk in Southern Brazil. **International Journal of Biometeorology** 60:89-905.

Spada, L. 2011. Danos causados pela podridão floral dos citros em diferentes variedades de laranja doce. 28 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Spiegel-Roy, P., Goldsmith, E.E. 1996. **The Biology of Citrus**. Cambridge: Cambridge University Press. 230 p.

Timmer, L.W., Zitko, S.E. 1993. Relationships of environmental factors and inoculum levels to the incidence of postbloom fruit drop of citrus. **Plant Disease** 77:501-504.

Timmer, L.W., Agostini, J.P., Zitko, S.E., Zulfiqar, M. 1994. Postbloom fruit drop, a increasingly prevalent disease of citrus in the Americas. **Plant Disease** 4:329-334.

Timmer, L.W., Zitko, S.E. 1996. Evaluation of a model for prediction of postbloom fruit drop of citrus. **Plant Disease** 80:380-383.

Timmer, L.W., Brown, G.E. 2000. Biology and control of anthracnose diseases of citrus. In: Prusky, D., Freeman, S., Dickman, M.B. (Ed). **Host specificity, pathology, and host-pathogen interactions of *Colletotrichum***. Saint Paul: American Phytopathological Society Press. p. 300-316.