

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

WILSON PAVIN JÚNIOR

**Momento de aplicação de fungicida em relação à condição
favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e
no campo**

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

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

**Araraquara
Novembro – 2014**

WILSON PAVIN JÚNIOR

Momento de aplicação de fungicida em relação à condição favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e no campo

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

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

**Araraquara
Novembro – 2014**

P338e Pavin Júnior, Wilson
Momento de aplicação de fungicida em relação à condição favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e no campo / Wilson Pavin Júnior. – Araraquara, 2014.
26 p.

Dissertação (Mestrado) – Fundo de Defesa da Citricultura
Orientador: Geraldo José da Silva Junior

1. *Citrus sinensis* 2. *Colletotrichum* spp 3. Chuvas simuladas 4.
Controle químico I. Título

WILSON PAVIN JÚNIOR

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

Araraquara, 26 novembro de 2014.

BANCA EXAMINADORA

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

Prof. Dr. Marcel Bellato Spósito
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, SP

Prof. Dr. Franklin Behlau
Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, Araraquara, SP

A Deus, que sempre me proporcionou sabedoria e discernimento para encarar os desafios e obstáculos em minha vida, só me levando ao crescimento pessoal, profissional e espiritual proporcionando maior experiência de vida junto a pessoas de bem na convivência lado a lado.

Aos meus avós: Aurora e Antônio (em Memória), Virgílio e Maria (em Memória) pelo exemplo de vida íntegra e fiel à família e em especial a minha vovozinha Maria aquela que me deixou o maior legado que poderia: o de ter Fé e devoção ao nosso Deus maior e seu filho Jesus Cristo.

Aos meus Pais Elza e Wilson a quem tanto admiro como exemplo de família, mãe sempre presente e companheira, de fibra e Pai verdadeiro chefe de família, homem que me proporcionou sempre os valores mais importantes da vida: humildade, honestidade, integridade e amor e que hoje procuro passar à minha família.

A Fabiana o grande e único amor de minha vida e para toda a vida a quem a cada dia amo mais, pela confiança, toda dedicação, companheirismo e otimismo neste caminhar junto e pela grande felicidade a mim proporcionada e que não mede esforços na criação e educação de nossos maiores tesouros, nossos filhos.

Aos meus grandes tesouros na vida meus filhos Matheus (16 anos) e Pedro (14 anos) que a cada dia mais me enchem de orgulho e são a razão de minha existência.

Dedico

AGRADECIMENTOS

À empresa Citrosuco Agrícola S.A. que me proporcionou a oportunidade desta realização principalmente em seus acionistas, presidente, diretoria, coordenadores, administradores e todos colaboradores.

Ao professor e orientador Dr. Geraldo José da Silva Junior pela orientação atenciosa e sempre precisa em todos os momentos, pela compreensão, apoio, dedicação, paciência e o imenso amor à profissão.

Ao Fundecitrus (Fundo de Defesa da Citricultura) a todos os professores/pesquisadores e funcionários que colaboraram em muito no desenvolvimento do projeto. Em especial ao Marcelo Silva Scapin, William Aparecido Ferreira e Gleison Oliveira Santos que tiveram participação especial em todas as etapas do projeto.

Ao engenheiro agrônomo Rodrigo Rodas Lemo, pela imprescindível colaboração e apoio ao longo das fases do projeto.

A toda equipe da fazenda Rio Pardo, Vanderlei Alves Lauton, Germano Pires Galhardo, João Batista, todos os encarregados, tratoristas e inspetores que nos auxiliaram no projeto em seus dois anos consecutivos.

Ao biólogo Denis Rogério Marin e ao engenheiro agrônomo Luis Fernando Ulian pelo apoio no primeiro ano do projeto.

E a todos os colegas do curso de mestrado do Fundecitrus pela atenção, carinho, ensinamento e amizade firmada na convivência e confiança.

“A sabedoria adquirida com estudo, pesquisa e vivência prática é o principal combustível para nossa alma profissional, porém nos cabe através dela desenvolver um senso crítico capaz de discernir o que julgar correto sem vender seus princípios de moral e ética”.

O próprio

SUMÁRIO

Resumo	VII
Abstract.....	VIII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	4
2.1 Experimentos em casa de vegetação	4
2.2 Experimento em pomar comercial com chuva simulada.....	5
2.2.1 Descrição da área.....	5
2.2.2 Pulverizações	6
2.2.3 Simulação de chuvas	6
2.2.4 Descrição dos tratamentos	7
2.2.5 Delineamento experimental.....	8
2.2.6 Avaliações e análise de dados	9
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	10
3.1 Experimentos em casa de vegetação	10
3.2 Experimento em pomar comercial com chuva simulada.....	12
4 CONCLUSÕES	23
REFERÊNCIAS	24

Momento de aplicação de fungicida em relação à condição favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e no campo

Autor: Wilson Pavin Júnior

Orientador: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Resumo

A podridão floral dos citros, causada por *Colletotrichum acutatum* e *C. gloesporioides*, afeta flores acarretando formação de lesão de antracnose nas pétalas e lesões necróticas escuras no estigma e estilete. Nos ramos infectados, ocorrem alterações hormonais que provocam queda prematura dos frutos e retenção dos cálices. O controle químico tem sido a principal medida de manejo da podridão floral. O número de aplicações depende das condições climáticas e duração do florescimento. A mistura de triazol + estrobilurina tem apresentado os melhores resultados no controle da doença. Para o controle da podridão floral, em grandes áreas, a pulverização de fungicidas pode ter início três dias antes da condição climática favorável e ser finalizada até três dias após. Não existem estudos relacionados ao efeito da aplicação de fungicidas em pré e pós condição climática favorável. Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o efeito da mistura triazol + estrobilurina no controle da podridão floral aplicada antes e após a inoculação em casa de vegetação e aplicada antes e após chuvas simuladas em pomar comercial de laranja doce. Em casa de vegetação a mistura tebuconazol + trifloxistrobina foi pulverizada de 72 horas antes até 72 horas após a inoculação de *C. acutatum*. A mistura reduziu mais de 82% dos sintomas em pétalas quando pulverizada antes ou no máximo 6 horas após a inoculação do patógeno. Por outro lado, quando a mistura foi pulverizada 24 horas ou mais após a inoculação a eficiência de controle foi menor que 55%. Em pomar de laranja doce, um experimento foi conduzido por duas safras. Chuvas de 25-35 mm foram simuladas uma vez por semana e repetidas durante todas as semanas do florescimento. Pulverização semanal com a mistura tebuconazol + trifloxistrobina foi realizada um, dois ou três dias antes ou após a chuva ou no dia da chuva. Plantas não pulverizadas serviram de controle. Os sintomas em pétalas, cálices retidos, frutos fixados e produtividade foram avaliados. Estação meteorológica e pluviômetros foram utilizados para mensurar temperatura, umidade relativa e chuva. Na primeira safra a doença não ocorreu, pois a chuva simulada não foi suficiente para promover incremento do molhamento para valores acima de 12 horas, necessário para ocorrência de infecção. No segundo ano, o período de molhamento atingiu valores superiores a 16 horas em vários dias e os valores de incidência de flores sintomáticas (84%) e cálices retidos por ramo (9,7) no tratamento sem fungicida foram superiores aos observados nos demais tratamentos com aplicação de fungicidas que apresentaram menos de 5% de flores sintomáticas e menos de 1,2 cálices por ramo. O número de frutos fixados por ramo (0,15) e produtividade (91 kg/planta) na testemunha foram inferiores ao observado nos demais tratamentos com fungicidas, que apresentaram 1,0 a 1,4 frutos/ramo e 105 a 138 kg/planta. Desta forma, em áreas onde pulverizações foram realizadas semanalmente, um satisfatório controle da podridão floral poderá ser alcançado mesmo que as aplicações sejam realizadas três dias após condição climática favorável. Por outro lado, as flores sem resíduos de pulverizações anteriores serão protegidas eficientemente se a aplicação do fungicida for realizada preventivamente ou imediatamente após a condição climática favorável.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*; *Colletotrichum* spp; chuvas simuladas; controle químico

Timing of fungicide application in relation to citrus postbloom fruit favorable condition in greenhouse and field

Author: Wilson Pavin Júnior

Advisor: Dr. Geraldo José da Silva Junior

Abstract

Citrus postbloom fruit drop (PFD), is caused by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloesporioides*, affects flowers with the formation of anthracnose lesion on petals and dark necrotic lesions on the stigma and style. In infected branches, hormonal changes occur and cause premature fruit drop and calyx retention. Chemical control has been the main PFD management measure. The application number depends on the weather conditions and blooming duration. The DMI + QoI-fungicide mixture has been showing the best results for PFD control. In order to control of PFD, in large citrus areas, fungicide spraying may begin three days before the favorable weather condition and finish three days later. There are no studies towards the effect of fungicide spraying in pre and post favorable weather condition. Thus, the aim of this study was to evaluate how effective DMI + QoI-fungicide mixture was in PFD control applied before or after inoculation in greenhouse and before or after simulated rainfall in sweet orange grove. In greenhouse the tebuconazole + trifloxystrobin mixture was sprayed from 72 hours before to 72 hours after the *C. acutatum* inoculation. The mixture reduced more than 82 % of petal symptoms when it was sprayed before or up to 6 hours after pathogen inoculation. Although, when the mixture was sprayed 24h or more after inoculation, the control efficacy was less than 55%. For two seasons, a trial was carried out in a sweet orange grove. The rains of 25-35 mm were simulated once a week and repeated for every blooming week. The weekly spraying with tebuconazole + trifloxystrobin mixture was carried out one, two, or three days before or after the simulated rainfall, or in the rainy day. Unsprayed trees were used as way of control. Petal symptom, persistent calyx, fruit set and yield were evaluated. Weather station and gauges were used to measure temperature, relative humidity and rainfall. In the first season the disease did not occur, because the simulated rainfall was not sufficient to increase the wetting values for over the required 12 hours of pathogen infection. In the second season, the wetness period reached higher values in 16 hours over several days, the symptomatic flower incidence (84%), and persistent calyces per branch (9.7) in unsprayed trees, were higher than the other treatments with fungicide application which resulted in less than 5% of symptomatic flowers and 1.2 persistent calyces per branch. The number of fruit set per branch (0.15), and yield (91 kg per tree) in the unsprayed trees were lower than the amounts observed in other fungicide treatments, which ranged 1.0-1.4 fruits per branch and 105-138 kg per tree. Thus, in areas where sprays are weekly carried out during the flowering, an efficient PFD control can be reached even if the applications are performed three days after a favorable weather condition. On the other hand, the flowers without previous applications will be effectively protected if the application of fungicide is performed preventively or immediately after the favorable weather conditions.

Keywords: *Citrus sinensis*; *Colletotrichum* spp; simulated rainfall; chemical control

1 INTRODUÇÃO

O Brasil detém 50% da produção de suco de laranja mundial, exportando 98% do que produz e, desta forma, a sua participação no mercado mundial é de 85%. A cada cinco copos de suco de laranja consumidos no mundo três são do Brasil. O PIB do setor citrícola no ano de 2009 foi de US\$ 6,5 bilhões e o faturamento da cadeia produtiva foi de US\$ 14,6 bilhões, mostrando a importância do setor no agronegócio brasileiro (Neves et al., 2010).

O estado de São Paulo, em 2013, foi responsável por cerca de 75% da produção brasileira de laranja que é de 442 milhões de caixas ou 18 milhões de toneladas e 65% da área colhida no país que é de aproximadamente 735 mil hectares (FNP Consultoria & Comercio, 2014). O cinturão citrícola paulista é dividido em cinco regiões produtoras de acordo com sua localização geográfica, sendo elas, Noroeste, Norte, Centro, Sul e Sudoeste (Neves et al., 2010).

Na região sudoeste paulista, que engloba os municípios de Botucatu, Avaré, Itapetininga e Santa Cruz do Rio Pardo, entre 2005 e 2009, houve um aumento de 89% no número total de árvores de laranja plantadas e a região passou a representar 42% dos pomares jovens (de zero a dois anos de idade) do cinturão citrícola, fator que indica a importância cada vez maior desta região para a produção de citros (Neves et al., 2010).

A citricultura tem migrado fortemente para a região sudoeste paulista devido a menor ocorrência de doenças importantes, tais como o huanglongbing (HLB) e a clorose variegada dos citros (CVC). Por outro lado, essa região apresenta uma distribuição pluviométrica mais uniforme e que coincide com maior volume de chuva no momento do florescimento da cultura, favorecendo a ocorrência da podridão floral dos citros causada por *Colletotrichum acutatum* (Brown et al., 1996) e *C. gloesporioides* (Lima et al., 2011; McGovern et al., 2012).

A podridão floral afeta todos os estádios florais e frutos recém-formados (Timmer et al., 1994). Nas pétalas são formadas lesões alaranjadas (Fagan, 1979) e no estigma e estilete são formadas lesões necróticas de coloração marrom ou negra, mesmo sem colonização dos tecidos (Lin et al., 2001; Marques, 2012). Os estádios iniciais de botões florais verdes e fechados com menos de 8 mm são menos suscetíveis às infecções quando comparados com botões brancos em expansão (> 8 mm) e flores abertas (Cintra, 2009; Marques, 2012). Nos ramos reprodutivos infectados ocorrem alterações hormonais provocando o amarelecimento e queda prematura dos frutos recém-formados (Li et al., 2003; Lahey et al., 2004). As folhas ao redor dos cálices são menores, distorcidas e com nervuras espessadas. Após a queda dos frutos, os cálices ficam aderidos aos ramos, formando uma estrutura denominada vulgarmente

de “estrelinha” devido ao seu formato característico. Alguns frutinhas podem ficar mumificados e aderidos aos cálices na planta (Feichtenberger, 1991, 1994).

A doença foi descrita primeiramente em Belize, na América Central (Fagan, 1979) e encontra-se presente em praticamente todas as regiões tropicais e subtropicais das Américas (Timmer et al., 1994). No Brasil, a podridão floral foi relatada inicialmente no Rio Grande do Sul (Porto et al., 1979). No estado de São Paulo perdas significativas na produção foram associadas à ocorrência da doença em 1977/1978 e entre 1990 a 1994, principalmente nas regiões Centro e Sul (Feichtenberger, 1991, 1994). Durante o florescimento de 2009 (safra de 2010/2011), a doença ocorreu de forma generalizada em todo o estado de São Paulo, visto que, vários períodos com dois ou mais dias consecutivos de chuvas foram observados. Na região sudoeste do estado a produção das plantas foi reduzida em até 80% quando se comparou áreas com e sem controle da doença pela aplicação de fungicidas (Silva Junior et al., 2014a).

Todas as variedades de laranja doce são suscetíveis ao patógeno. Normalmente os maiores danos são observados em variedades de florescimento desuniforme, como exemplo a laranja ‘Pera’ (Feichtenberger, 1991, 1994; Spada, 2011). As variedades precoces como ‘Hamlin’ apresentam maior tolerância uma vez que mantêm uma alta produtividade mesmo em anos favoráveis para a ocorrência da doença. Entretanto, pelo fato desta variedade ser muito produtiva, as perdas em volumes de produção (kg/planta) podem ser maiores em relação às demais variedades menos tolerantes com potencial produtivo menor (Spada, 2011).

A podridão floral diferencia-se das demais antracoses de fruteiras causadas por *Colletotrichum* spp., pois apresenta distribuição espacial inicialmente aleatória e temporal com altas taxas de progresso no tempo quando associada à condição de período de molhamento prolongado podendo chegar a redução de safra da ordem de 80% (Silva Junior, 2014b). *C. acutatum* pode sobreviver nas folhas de citros ou de plantas hospedeiras na ausência de florescimento. O patógeno sobrevive na forma de apressórios que dão origem a conídios secundários sem a formação de acérvulos (Agostini & Timmer, 1994; Zulfiqar, 1996; Frare, 2012). Durante o florescimento, esses conídios secundários oriundos dos apressórios são produzidos em maior quantidade, pelo fato dos respingos de chuvas transportarem das flores para as folhas compostos que ativam a germinação dos apressórios, tais como hesperidina, naringina, cafeína e alguns peptídeos (Brand, 2012). Estes conídios formados nas folhas são dispersos para as flores sadias, acarretando em formação dos sintomas. Nas flores sintomáticas conídios são produzidos em abundância nos acérvulos e são dispersos para novas flores sadias (Timmer et al., 1994, Zulfiqar et al., 1996).

O controle químico tem sido a medida mais usada no manejo da podridão floral. As pulverizações com fungicidas visam proteger as flores das infecções do patógeno durante o florescimento. O número de aplicações pode variar em função das condições climáticas e da uniformidade e duração do período de florescimento das plantas (Goes et al., 2008; Silva-Junior et al., 2014a).

Em condições favoráveis, o controle químico é obrigatório e indispensável e as pulverizações devem ser realizadas em um curto intervalo de tempo. No estado de São Paulo, um número elevado de aplicações de fungicidas tem sido utilizado para o controle da podridão floral, sendo que em anos favoráveis para a doença principalmente no sudoeste paulista, os citricultores fazem até sete pulverizações por safra (Silva Junior, 2011).

Os fungicidas disponíveis para uso em citros no Brasil pertencem ao grupo dos triazóis, estrobilurinas, benzimidazóis, ditiocarbamatos e dicarboximidas (Brasil, 2014). Em 2012, os benzimidazóis, ditiocarbamatos e dicarboxamidas foram excluídos da Grade de Defensivos da Produção Integrada de Citros (Lista PIC), devido a problemas (resíduos em frutos e suco) com a exportação de suco de laranja para os Estados Unidos e não é mais utilizado em pomares cuja produção é destinada para a indústria de suco para exportação (Fundecitrus, 2012).

A mistura dos fungicidas triazol + estrobilurina foi avaliada em pomares de laranja doce no sudoeste paulista em 2009 quando a doença ocorreu de forma generalizada e apresentou os melhores resultados no controle da podridão floral, com eficiência superior ao benzimidazol ou triazol usados isoladamente (Silva Junior et al., 2014a).

O efeito pré e pós-inoculação de alguns fungicidas para o controle de *C. acutatum* já foi estudado em casa de vegetação. Entretanto, os resultados do efeito pós-inoculação nesses trabalhos apresentam variabilidade, como por exemplo, o fungicida benomil do grupo dos benzimidazóis foi avaliado e um controle eficiente *C. acutatum* foi obtido com as pulverizações realizadas antes ou até 48 horas após a inoculação artificial em flores de citros (Peres et al., 2002). Para a mistura dos fungicidas triazol + estrobilurina o controle deste patógeno em flores de citros foi eficiente com aplicação de fungicida antes ou até 24 horas após a inoculação (Silva Junior, 2011). Em plantas de morango, *C. acutatum* foi controlado com eficácia aplicando-se estrobilurina até 24 horas após a inoculação (Turechek et al., 2006).

Os casos de insucesso no controle químico da podridão floral citros podem ser relacionados à ocorrência de dias consecutivos de chuvas com prolongamento do molhamento ou temperaturas baixas que prolongam o florescimento, associados à escolha errada do produto e a perda do momento correto de aplicação. Na região sudoeste paulista a maioria das

novas fazendas de citros tem entre 500 mil a 5 milhões de plantas (Neves et al., 2010). Nestas áreas, em anos favoráveis para a doença, as pulverizações precisam ser realizadas ininterruptamente para que não seja ultrapassado o intervalo recomendado de aproximadamente sete dias entre as pulverizações. Entretanto, é comum alguns pomares receberem a pulverização três dias antes ou até três dias após a ocorrência das chuvas. O impacto dessa diferença de momento de aplicação sobre a intensidade da doença ainda é pouco estudado.

Desta forma, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito fungicida da mistura triazol + estrobilurina em pré- e pós-condição favorável para a podridão floral dos citros em casa de vegetação e em pomar comercial de laranja doce no sudoeste paulista.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Experimentos em casa de vegetação

Para avaliar o efeito da mistura tebuconazol + trifloxistrobina no controle de podridão floral de citros aplicada pré- e pós-inoculação do patógeno em casa de vegetação foi realizado experimento no Fundecitrus em Araraquara, SP. Para avaliar o efeito pré-inoculação, selecionamos 3 ramos produtivos contendo 10 botões florais no estágio R4 (pétala totalmente expandida) que foram selecionados e retirados os que estavam diferentes do estágio R4 (Silva-Junior et al., 2014a) de plantas de laranja doce (*Citrus sinensis*) com idade de 3 a 4 anos foram pulverizados com mistura tebuconazol + trifloxistrobina (Nativo, 20 + 10% de i.a., Bayer CropScience) na dose de 800 mL de p.c./2000 L ou água e, após 6, 24, 48 e 72 horas, suspensão de conídios de *C. acutatum* (10^5 conídios/mL) foi aspergida nos botões desses ramos. Após a inoculação, os ramos foram mantidos em câmara úmida por 24 horas. A incidência de flores sintomáticas nos ramos foi avaliada de 4 a 15 dias após a inoculação. Para avaliação do efeito pós-inoculação dos fungicidas, os ramos foram inoculadas previamente com a suspensão de conídios de *C. acutatum* e após 6, 24, 48 e 72 horas os mesmos foram pulverizados com a mistura fungicida na dose mencionada para a avaliação do efeito pré-inoculação. As plantas foram mantidas em câmara úmida por 24 horas após a inoculação. Plantas pulverizadas com água com e sem inoculação serviram de controle. A avaliação da incidência de flores sintomáticas também foi realizada de 4 a 15 dias após a inoculação. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, com três repetições. Cada unidade experimental foi constituída por um vaso contendo uma planta com um ramo reprodutivo. Foi realizada análise de variância para os dados de redução da porcentagem de flores sintomáticas

em cada tratamento com fungicida em relação à testemunha inoculada e sem pulverização e as médias foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade. A temperatura foi registrada durante os ensaios.

2.2 Experimento em pomar comercial com chuva simulada

2.2.1 Descrição da área

O experimento foi realizado durante os períodos de florescimento de 2012 e de 2013 no município de Iaras, SP, na região sudoeste do estado de São Paulo, com as coordenadas geográficas (Latitude: 22°51'57"S, longitude 48°59'08"O, altitude: 643 metros) (Figura 1). Foi utilizado um pomar comercial de laranja ‘Rubi’ (*C. sinensis*) enxertada em limão ‘Volkameriano’ (*Citrus volkameriano*), com plantio em junho de 2006, espaçamento de 6,5 m x 3,2 m e densidade de 480 plantas/ha. A média da copa de 10 plantas escolhidas ao acaso foi mensurada e apresentou altura de 3,2 m, largura (espaçamento entre plantas no sentido da linha de plantio) de 3,4 m e profundidade (diâmetro da copa no sentido perpendicular a linha de plantio) de 3,20 m, totalizando 34 m³ de copa por planta que correspondeu a 16500 m³/ha (Silva Junior et al., 2014a). O pomar apresentava histórico da doença em safras anteriores e potencial elevado de inóculo.

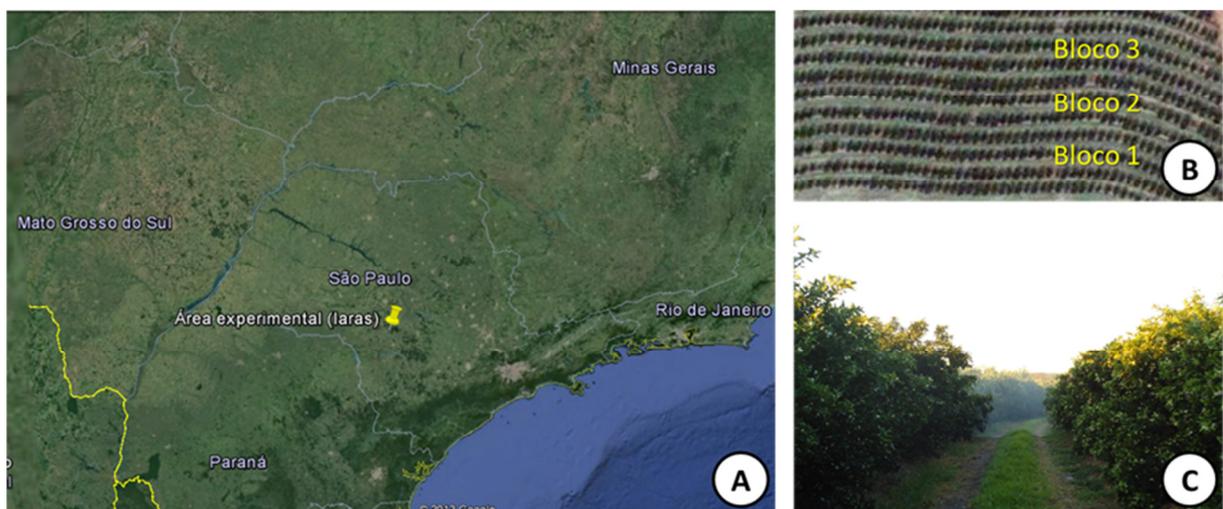


Figura 1 - Localização da área experimental no município de Iaras, no sudoeste paulista (A), distribuição dos blocos dentro da área (B) e aspecto das plantas da área (C) (Fonte: Figuras A e B - Google Earth)

2.2.2 Pulverizações

As pulverizações foram realizadas durante os períodos de florescimento de 2012 e 2013. O equipamento utilizado foi o turbo-pulverizador modelo Valência Arbus 4000 (Jacto Pompéia) (Figura 2A). A velocidade de deslocamento utilizada foi de 6,5 km/h, com volume de 30 mL de calda/m³ de copa ou 500 litros calda por ha, que proporcionou cobertura adequada do alvo (Figura 2B). O fungicida utilizado foi a mistura tebuconazol + trifloxistrobina na dose de 0,03 mL de produto comercial/m³ de copa das plantas que correspondeu a 500 mL de produto comercial/ha.



Figura 2 – Turbo-pulverizador da marca Jacto 4000 modelo Valencia utilizado nas pulverizações (A), cobertura da calda fungicida sobre os tecidos de laranja doce nas pulverizações para o controle da podridão floral na área experimental em Iaras, SP (B).

2.2.3 Simulação de chuvas

Chuvas foram simuladas durante os períodos de florescimento de 2012 e 2013 com a utilização de irrigação do tipo “canhão” auto-propelido, modelo Turbomaq Irrigamatic 100 (Irriga Brasil, Curitiba) (Figura 3A), em cada simulação aplicando lâmina de 25 a 35 mm de água iniciando-se no fim da tarde (após as 17 horas) com a finalidade de prolongar o período de molhamento foliar e favorecer a ocorrência da doença (Tank Junior, 2013). O volume de chuva foi medido com a utilização de quatro pluviômetros distribuídos aleatoriamente dentro das parcelas experimentais (Figura 3B) e por uma estação meteorológica Davis (Vantage Pro 2, Hayward, CA, USA) também utilizada para registrar umidade relativa e temperatura dentro da área experimental durante os períodos de florescimento nos dois anos de condução do experimento (Figura 3C).



Figura 3 – Equipamento de irrigação auto-propelido (A), pluviômetro para registro do volume de chuva (B) e estação meteorológica utilizada no estudo(C).

2.2.4 Descrição dos tratamentos

O experimento foi composto por sete tratamentos que variaram em função do momento de aplicação do fungicida em relação à chuva simulada nos períodos de florescimento de 2012 e 2013 (Tabela 1). Plantas sem pulverização serviram de controle. Nos dois anos, as pulverizações iniciaram-se quando os ramos continham em sua maioria os estádios de botões verdes e fechados (R1/R2). As pulverizações foram realizadas em intervalos semanais até o fim do florescimento nos estádios de queda de pétalas (R6) e queda do estilete e estigma (R7) (Silva Junior et al., 2014a). Nos diferentes tratamentos, as pulverizações foram sempre realizadas pela manhã (das 9:00 às 11:00 horas) com o fungicida tebuconazol + trifloxistrobina, variando de três dias antes da simulação da chuva a três dias após o início da simulação (Tabela 1).

Durante o florescimento de 2012 foram realizadas seis pulverizações com fungicidas em cada tratamento, no período de 42 dias de 13/08/2012 a 23/09/2012, já em 2013 foram realizadas 10 pulverizações por tratamento, no período de 70 dias de 08/07/13 a 15/09/13. Plantas não pulverizadas serviram de controle (Tabela 1). A simulação das chuvas foi iniciada sempre no fim da tarde, em intervalos de sete dias durante todo o florescimento. No primeiro ano de florescimento foram realizadas seis chuvas simuladas de 25-35 mm, sendo uma por semana e o canhão auto-propelido, desta forma em apenas um ciclo do canhão (uma só passada) sendo recolhido apenas uma vez realizando todo volume de chuva (das 17:00h às 24:00h) como neste primeiro ano do experimento não conseguimos estender o período de molhamento acima de 12 horas diárias alterou se a maneira de trabalho do equipamento. No segundo ano de pulverizações foram realizadas dez chuvas simuladas com o mesmo volume,

uma vez por semana, mas o canhão foi recolhido duas vezes (um ciclo das 17:00 às 22:00 e outro das 23:00 às 04:00), desta forma realizou-se no primeiro ciclo do canhão com chuva variando de 15 a 20 mm e na sequencia iniciou se um novo ciclo do canhão com chuva simulada variando de 15 a 20 mm, ou seja dividiu se o volume de uma única chuva em duas em momentos distintos para buscar um maior período de molhamento, com sucesso pois atingiu se valores superiores a 16 horas de molhamento diário.

Tabela 1 - Momento da aplicação da mistura tebuconazol + trifloxistrobina em relação à chuva simulada, variando de três dias antes até três dias após a chuva, em diferentes estádios de florescimento, nos anos de 2012 e 2013 na área experimental no município de Iaras, SP.

Tratamento	Momento da Pulverização em relação à chuva simulada ^a
1	3 dias antes
2	2 dias antes
3	1 dia antes
4	No dia
5	1 dia após
6	2 dias após
7	3 dias após
8	Sem pulverização

^aPulverização do fungicida tebuconazol + trifloxistrobina (produto comercial Nativo) na dose de 0,03mL de p.c./m³ de copa, pela manhã (entre 9:00 e 11:00 horas) durante o florescimento de 2012 (13/08/12 a 23/09/12) e 2013 (de 08/07/13 a 15/09/13). A chuva foi simulada uma vez por semana (após as 17 horas) sempre na data referente à pulverização do tratamento 4.

2.2.5 Delineamento experimental

Os dois experimentos foram realizados em delineamento de blocos casualizados com três repetições e 18 plantas por parcela (três linhas de plantio com seis plantas cada linha), sendo a parcela útil composta por duas plantas centrais na linha central (Figura 4).

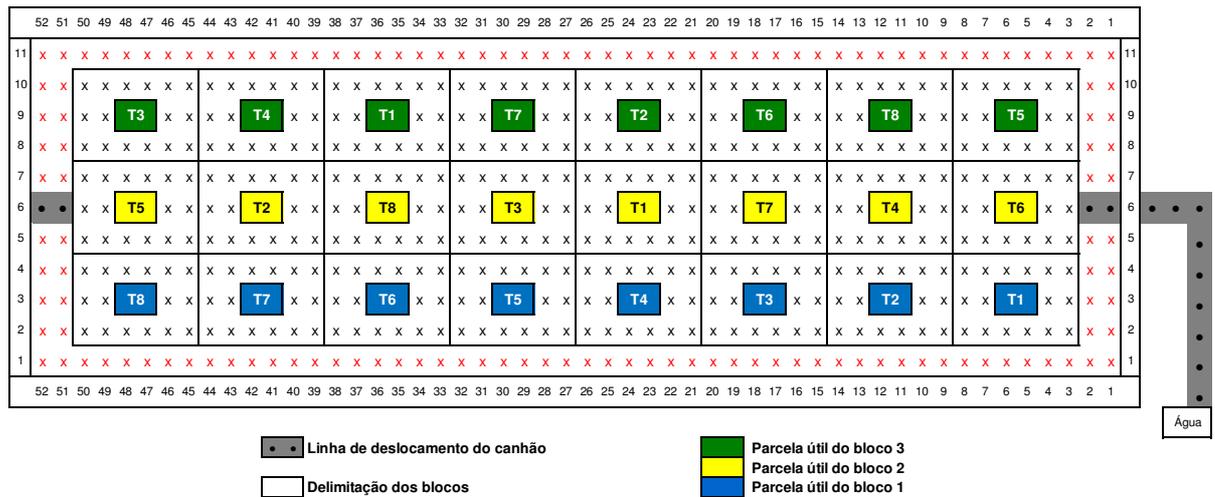


Figura 4 - Croqui da área experimental correspondente a avaliação de fungicida pulverizado antes ou após a chuva simulada durante o florescimento de 2012 e 2013, no controle da podridão floral dos citros em pomar de laranja ‘Rubi’ em Iaras, SP. A chuva simulada foi realizada com o canhão auto-propelido que se deslocou na rua central do bloco 2. Cada bloco foi composto por oito tratamentos sendo as parcelas compostas por três linhas de plantio e seis plantas por linha e a parcela útil as duas plantas centrais da linha central.

2.2.6 Avaliações e análise de dados

As avaliações de flores sintomáticas (Figura 5A) foram realizadas nos dois anos de experimento em dez ramos marcados nas duas plantas centrais da parcela útil, quando estas apresentavam se no estágio de flores com pelo menos 50% de flores abertas (R5). Durante o florescimento de 2012 foram realizadas duas avaliações em 06 e 13 de setembro. No florescimento de 2013 foram realizadas três avaliações, em 28 de agosto, 04 e 12 de setembro. Nos meses de dezembro dos respectivos anos, após a queda fisiológica de frutos (aproximadamente 90 dias após a última pulverização) foi realizada a avaliação do número de cálices persistentes (Figura 5B) e número de frutos fixados (Figura 5C) nos ramos marcados. Os ramos foram escolhidos e marcados quando estavam em fase inicial de desenvolvimento, contendo folhas em expansão e botões verdes, fechados oriundos do fluxo de crescimento pós-reposo vegetativo, com aproximadamente 20 cm de comprimento e pelo menos 15 flores por ramo. Como critério sempre utilizado para avaliação das três variáveis, os mesmos dez ramos marcados, sendo cinco ramos de cada lado da planta. A produtividade foi avaliada em junho do ano seguinte ao florescimento nas duas plantas centrais de cada parcela.



Figura 5 – Flores com sintomas de podridão floral em ramos marcados (A), ramo com cálices persistentes e amarelecimento foliar causados pela alteração hormonal (B) e frutos fixados (C).

Para as curvas de progresso do percentual de flores sintomáticas foi estimada a área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) com as três avaliações de 2013. Foi realizada a análise de variância para a AACPD, número de cálice retido e fruto fixado por ramo e produtividade (kg/planta) referente ao florescimento de 2013 foram comparadas pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Análises de regressão foram elaboradas para verificar a relação entre as diferentes variáveis analisadas. Os coeficientes de correlação (R^2) obtidos foram submetidos à análise de significância pelo teste ‘t’ e cálculo da respectiva probabilidade de erro (p).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Experimentos em casa de vegetação

A mistura fungicida (tebuconazol + trifloxistrobina) foi eficiente quando utilizada como protetor de 6 a 72 horas antes da inoculação, reduzindo a porcentagem de flores sintomáticas com eficiência de controle de 81,8 a 100% (Tabela 2). Entretanto, dentre os tratamentos com aplicação após a inoculação (“efeito curativo”), apenas aquele com 6 horas após a inoculação apresentou eficiência similar aos tratamentos preventivos. A mistura pulverizada 6 horas após a inoculação reduziu a porcentagem de flores sintomáticas em 100%, já os demais tratamentos pós-inoculação apresentaram reduções bem inferiores com valores abaixo de eficiência de controle abaixo de 52,8% (Tabela 2).

Tabela 2 – Eficiência de controle de podridão floral, causada por *Colletotrichum acutatum* sob efeito da pulverização da mistura fungicida (tebuconazol + trifloxistrobina) em pré (6, 24, 48 ou 72 horas antes) e pós-inoculação (6, 24, 48 ou 72 horas após) em plantas de laranja doce em casa de vegetação.

Momento de aplicação do fungicida em relação a chuva simulada	Eficiência de controle (%) ^a
6 horas antes	88,4 a
24 horas antes	81,8 a
48 horas antes	96,3 a
72 horas antes	96,3 a
6 horas após	100,0 a
24 horas após	52,8 b
48 horas após	8,3 c
72 horas após	37,4 b

^aAs médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si para a comparação entre os tratamentos pelo teste de Duncan a 5% de probabilidade.

Em casa de vegetação, a mistura fungicida tebuconazol + trifloxistrobina foi mais eficiente na redução de flores sintomáticas quando utilizada antes ou até 6 horas após a inoculação, evidenciando que o seu uso no campo deve ser priorizado como preventivo ou em no máximo algumas horas após a condição climática favorável. Esses dados corroboram com os obtidos por Silva Junior (2011), onde a mistura triazol + estrobilurina foi eficiente no controle da PFC quando aplicado antes ou após 24 horas de inoculação. Para esta doença, efeito em pós-inoculação também foi observado por Peres et al. (2002), onde o benomil (grupo dos benzimidazois) foi eficaz quando aplicado até 48 horas após a inoculação de *C. acutatum* em mudas de citros. Para o controle deste mesmo patógeno em morango, Turechek et al. (2006) também observaram efeitos da estrobilurina (piraclostrobina) aplicada 24 horas após a inoculação de *C. acutatum*.

Os estudos do efeito da mistura em pré- e pós-inoculação do patógeno neste patossistema podem apresentar variações, uma vez que a eficiência do fungicida pode ser influenciada tanto pela expansão e abertura dos botões florais quanto pela menor expressão dos sintomas devido a queda de pétalas ainda assintomáticas, principalmente nos tratamentos com o maior período entre a pulverização do fungicida e a inoculação com o patógeno. Em um intervalo curto de tempo, os botões que estavam fechados no estágio de corola em expansão passaram para o estágio de flor aberta e, as partes internas das pétalas foram expostas ao fungo sem ter recebido pulverização diretamente sobre elas. De forma inesperada o tratamento com pulverização 48 horas após a inoculação foi menos eficiente que o tratamento com a pulverização realizada após 72 horas, resultado que pode ser explicado pelo

desenvolvimento dos botões e queda de pétalas nos diferentes ramos, pois a eficiência de controle foi muito variável entre as diferentes repetições dentro do mesmo tratamento. Os ensaios foram realizados em casa de vegetação com temperatura média de 19,5°C. Os trabalhos descritos na literatura podem apresentar resultados de efeito pós-inoculação diferentes dos descritos aqui por terem sido realizados em temperaturas mais amenas ou mais altas ou por ter ocorrido maior ou menor queda de pétalas inoculadas ainda assintomáticas, uma vez que os sintomas começam a surgir em de 4 a 7 dias após a inoculação.

Vale ressaltar que, em casa de vegetação, todas as flores foram inoculadas igualmente com alta concentração de inóculo do patógeno e a testemunha sem pulverização apresentou 73% de flores sintomáticas. Além disso, nos tratamentos pós-inoculação essas flores foram pulverizadas após um período longo de molhamento (câmara úmida de 24 horas consecutivas), o que contribuiu para redução da eficiência de controle dos tratamentos com pulverização após a câmara úmida. Em pomares comerciais com menor pressão de inóculo natural e uma condição climática menos favorável (< 24 horas de molhamento), as flores pulverizadas podem apresentar intensidades da doença inferiores às observadas para as condições de inoculação artificial em casa de vegetação deste trabalho. Os botões florais em pomares comerciais podem conter residual de fungicida de pulverizações anteriores, uma vez que as pulverizações normalmente são repetidas a cada 7-10 dias durante todo o período de florescimento, o que pode resultar em menor porcentagem de flores sintomáticas.

Em grandes fazendas no estado de São Paulo, os citricultores necessitam de mais de sete dias para pulverizar todos os pomares. Baseando-se nos dados obtidos em casa de vegetação, caso as flores não tenham residual de fungicidas de pulverizações anteriores, as aplicações devem ser iniciadas antes da condição climática favorável e finalizadas em no máximo algumas horas após a ocorrência desta condição climática.

3.2 Experimento em pomar comercial com chuva simulada

Durante o florescimento de 2012, que teve duração aproximada de 42 dias não foram observadas precipitações de ocorrência natural. Em 2013, quando o florescimento teve duração de 70 dias, chuvas naturais foram observadas em apenas quatro dias (Tabela 3).

Tabela 3 - Precipitações de origem natural ocorridas durante o florescimento de 2013.

Dias/mês	DAIF ^a	Volume (mm)	Horário (início e fim)	Duração (horas)
20/07	13°	12,6	22:00 às 3:00	5
21/07	14°	5,6	18:00 às 23:00	5
23/07	15°	4,0	7:00 às 10:00	3
03/09	57°	3,2	12:00 às 15:00	3

^a DAIF, dias após o início do florescimento

O período de molhamento durante o florescimento de 2012 variou de 6 a 12 horas, sendo o mesmo observado para o número de horas por dia com umidade relativa do ar (UR) acima de 90% (Figura 6). Os dados de molhamento obtidos com a estação meteorológica apresentaram correlação ($r = 0,58$) significativa ($p < 0,01$) com o número de horas com UR > 90%. Esta relação é foi observada por Sentelhas et al. (2008) nas condições de Piracicaba, SP. Os valores máximos de período de molhamento ou UR > 90% de 12 horas foram observados principalmente nos dias das chuvas simuladas. A temperatura média durante os 42 dias de florescimento variou de 16,5 a 21,5°C (média de 18,8°C), a máxima variou de 20,2 a 35,9 °C (média 29,8°C) e a mínima variou de 3,9 a 13,6 °C (média de 10°C) (Figura 6).

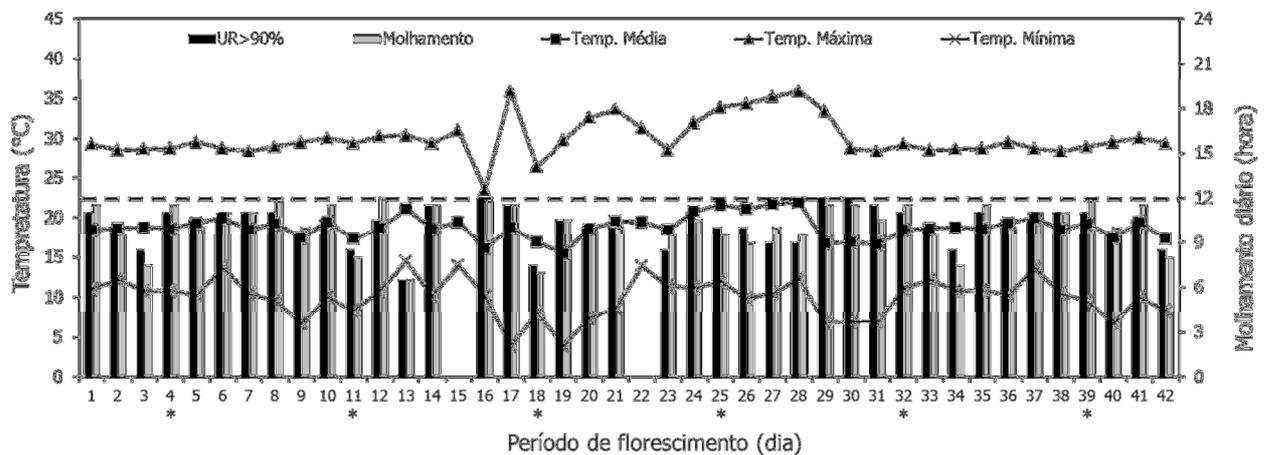


Figura 6 – Duração do molhamento foliar diário (horas), período diário com umidade relativa do ar acima de 90% (horas) e temperaturas máxima, média e mínima obtidos com a estação meteorológica mantida na área experimental durante o florescimento de 2012 em Iaras, SP. Dia 1 corresponde a 13/08/2012, data da primeira pulverização no tratamento com aplicação 3 dias antes da chuva simulada e o dia 42 corresponde a 23/09/2012, data da última pulverização, três dias após chuva simulada. A linha pontilhada indica o período de molhamento mínimo de 12 horas necessário para a ocorrência da podridão floral de acordo com Timmer (1999). * Data das chuvas simuladas semanalmente durante o florescimento.

No primeiro ano do experimento durante o florescimento de 2012 não foi observada expressão de sintomas em flores na primeira avaliação e foram observadas incidências médias inferiores a 0,3% na segunda avaliação, não havendo diferenças entre os tratamentos com fungicidas aplicados antes ou após as chuvas simuladas e a testemunha. Esta baixa incidência observada se deve principalmente a ausência de períodos com condições climáticas favoráveis para a infecção do patógeno, uma vez que a simulação de apenas uma chuva de 25 a 35 mm por semana não foi suficiente para elevar o número de horas de molhamento diário para valores acima 12 horas, período este considerado o necessário para que ocorra infecção das flores de citros por *Colletotrichum* (Timmer, 1999). Esses dados corroboram com os obtidos por Denham & Waller (1981), neste estudo a ocorrência de chuvas de baixa intensidade (em torno de 10 mm) com molhamento diário mantido abaixo de 10 horas não foi suficiente para promover expressão dos sintomas da podridão floral em pomares de citros em Belize, na América Central. Em trabalho similar realizado por (Tank Junior, 2013) com chuvas simuladas em pomar comercial no sudoeste paulista em 2011 e 2012, a podridão floral apresentou incidências de flores sintomáticas inferiores a 10% no tratamento onde foi simulada apenas uma chuva em torno de 25 mm por semana, não diferindo significativamente do tratamento sem chuva simulada onde a incidência média não ultrapassou 5% de flores sintomáticas.

O período de molhamento durante o florescimento de 2013 (segundo ano) atingiu valores superiores a 16 horas nos dias das chuvas simuladas semanalmente ou nos quatro dias com eventos de chuvas naturais (12, 13, 15 e 57 dias após o início do florescimento) (Figura 7). Neste segundo ano, as chuvas foram simuladas no mesmo volume, porém em um período maior comparado ao ano anterior, que associada a uma menor temperatura e maior umidade relativa do ar, foi suficiente para promover um aumento no período de molhamento e, conseqüentemente, favorecer significativamente o desenvolvimento da doença. As temperaturas médias em 2013 foram de 2,0 a 5,0°C inferiores quando comparadas com a média de 2012, o que acarretou no prolongamento do período de florescimento de 42 para 70 dias (Figura 7). A temperatura média durante os 70 dias de florescimento variou de 7,5 a 21,0 °C (média de 15,7°C no período), a máxima variou de 11,2 a 31,3 °C (média de 24,9°C no período) e a mínima variou de 0,3 a 18,0°C (média de 8°C no período) (Figura 7).

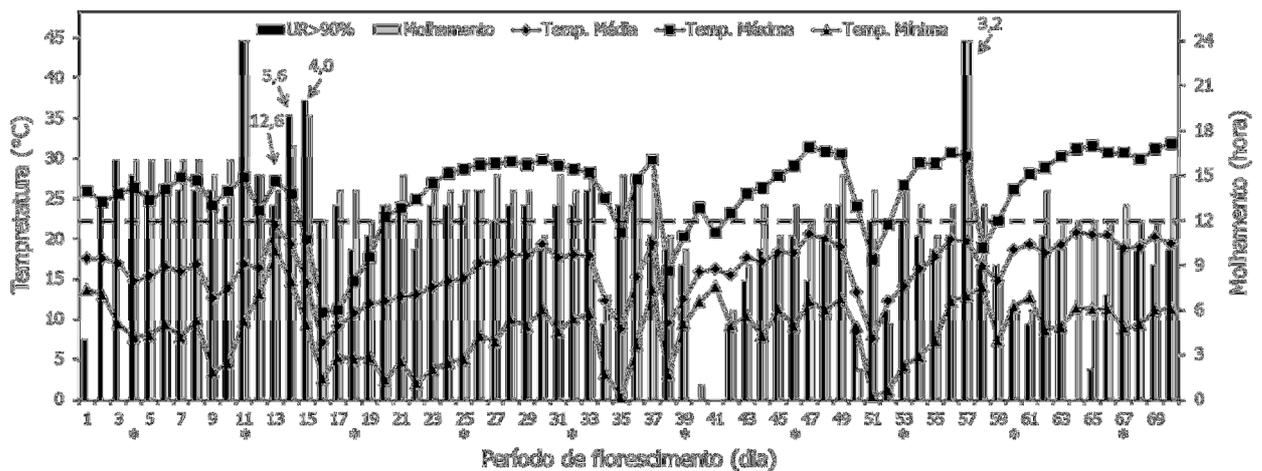


Figura 7 – Duração do molhamento foliar diário (hora), período diário com umidade relativa do ar acima de 90% (hora) e temperaturas máxima, média e mínima obtidos com a estação meteorológica mantida na área experimental durante o florescimento de 2013 em Iaras, SP. Dia 1 corresponde a 08/07/2013, data da primeira pulverização no tratamento três dias antes da primeira chuva simulada e o dia 70 corresponde a 15/09/2013 data da última pulverização três dias após a última chuva simulada. As setas com os respectivos valores representam os volumes das quatro chuvas de ocorrência natural. A linha pontilhada indica o período de molhamento mínimo de 12 horas necessário para a ocorrência da podridão floral de acordo com Timmer (1999). * Data das chuvas simuladas semanalmente durante o florescimento.

No segundo ano a incidência de flores sintomáticas no tratamento testemunha sem aplicação de fungicida foi significativamente superior a dos demais tratamentos com pulverizações de tebuconazol + trifloxistrobina (Figura 8). Na primeira avaliação, a testemunha apresentou 25% de incidência de flores sintomáticas já nos demais tratamentos com pulverizações de três dias antes até três dias após a chuva simulada semanalmente não apresentaram flores sintomáticas. Na segunda avaliação, a incidência no tratamento testemunha aumentou para 48% e diferiu dos demais tratamentos que apresentaram incidências significativamente iguais e inferiores a 5% (Figura 8). Na terceira e última avaliação, a testemunha apresentou uma incidência de 84% de flores sintomáticas, valores estes muito altos quando comparados aos demais tratamentos com aplicações de fungicidas que e mantiveram a incidência abaixo de 5% (Figura 8), evidenciando-se assim, a eficiência do tratamento com fungicida no campo para o controle da podridão floral, mesmo antes ou após a ocorrência das chuvas.

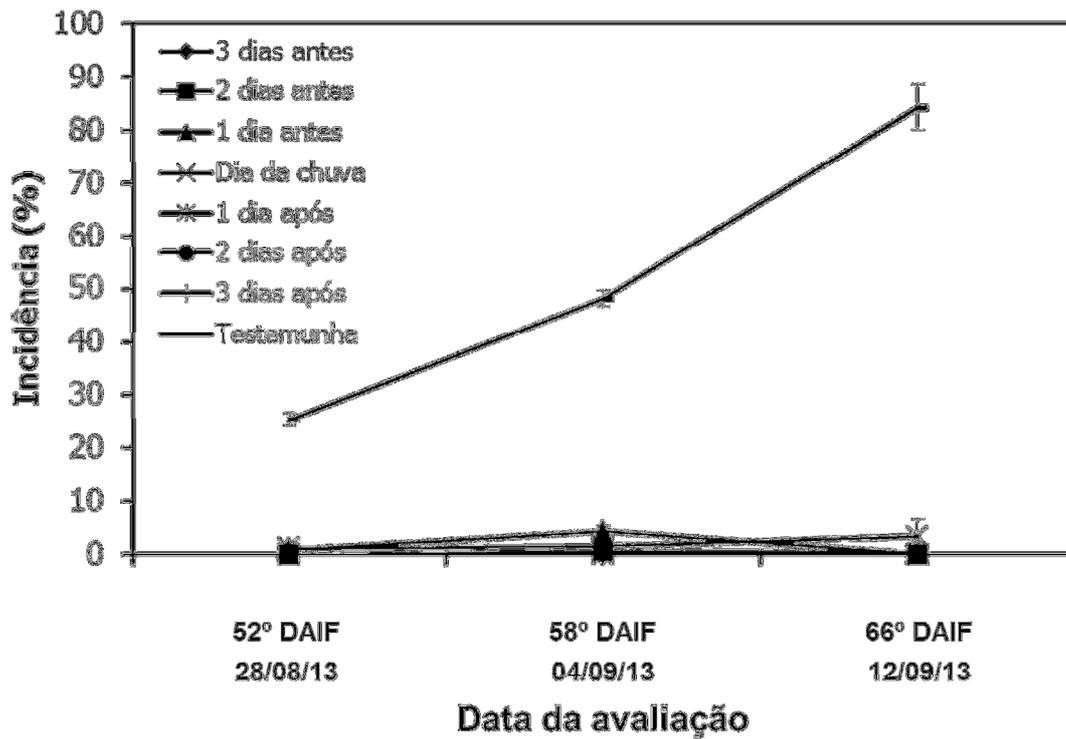


Figura 8 – Progresso da porcentagem de flores com sintomas de podridão floral por ramo marcado em três avaliações realizadas em plantas de laranja doce ‘Rubi’ pulverizadas em diferentes momentos em relação a ocorrência chuvas simuladas semanalmente durante o florescimento de 2013 no município de Iaras/SP. As barras indicam o erro amostral. DAIF = dia após início do florescimento.

Pela análise da área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) estimada por meio da porcentagem de flores sintomáticas, pode-se observar que o tratamento testemunha diferiu significativamente dos demais tratamentos, apresentando valor significativamente superior ao dos demais tratamentos com pulverização de fungicidas antes ou após as chuvas simuladas (Figura 9).

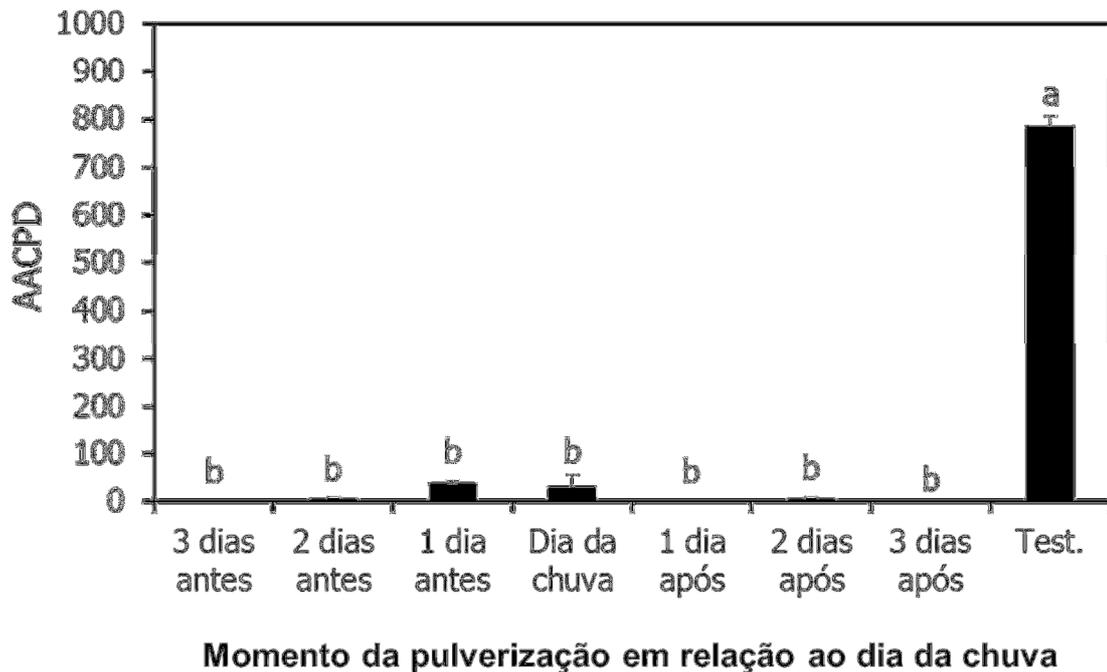


Figura 9 – Área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) para os dados de incidência de flores sintomáticas por ramo marcado em três avaliações realizadas em plantas de laranja doce ‘Rubi’, pulverizadas em diferentes momentos em relação a chuvas simuladas semanalmente durante o florescimento de 2013 no município de Iaras/SP, letras iguais não se diferem significativamente por Duncan a 5% e barras indicam o erro amostral.

O segundo ano de florescimento apresentou condições mais favoráveis para a ocorrência da doença, com maiores períodos de molhamento. Além disso, as menores temperaturas demandaram uma quantidade maior de pulverizações semanais para o controle da doença em um período de florescimento mais longo. A eficiência similar de todos os tratamentos com pulverizações antes ou após as chuvas simuladas, diferente do resultado observado em condições de inoculação artificial em casa de vegetação, pode ser explicada pelas aplicações sucessivas durante todas as semanas do florescimento em todos os tratamentos, com o residual dos fungicidas permanecendo nas flores de uma semana para outra, mesmo sendo aplicado três dias antes ou após a condição climática favorável semanal. Sendo assim, nas fazendas em que foram realizadas pulverizações preventivas antes de uma determinada condição favorável, um controle parcial da podridão floral poderá ser alcançado mesmo que as próximas aplicações sejam realizadas até três dias após esta condição favorável. Por outro lado, em áreas não pulverizadas preventivamente, se a condição climática for favorável, a aplicação de fungicida deverá ser realizada em no máximo algumas horas após esta condição, uma vez que o tratamento curativo pode não ser suficiente para reduzir

significativamente a incidência de flores sintomáticas, conforme resultados obtidos em ensaio de casa de vegetação.

Em outros trabalhos o aumento na intensidade de sintomas da podridão floral também foi associado com a ocorrência de chuvas e prolongamento do período de molhamento. Em Belize, Denham & Waller (1981) observaram que os maiores incrementos de podridão floral ocorreram quando o molhamento foliar prolongado (em torno de 20 horas) estava associado com a ocorrência de pelo menos dois dias consecutivos de chuvas durante o florescimento. Para as condições do sudoeste paulista, durante o florescimento de 2009, epidemias de podridão floral ocorreram de forma generalizada em pomares comerciais, sendo observada durante o florescimento a ocorrência de dois ou três dias consecutivos de chuvas em diferentes semanas (Silva Junior et al., 2014b). Na mesma região, Tank Junior (2013) relatou que a incidência de flores sintomáticas foi superior a 20 e 45% nos tratamentos onde foram simuladas chuvas de 25 mm em 2 e 6 dias consecutivos por semana durante todo o período de florescimento, respectivamente. Neste trabalho foi observada relação positiva e direta entre o número de eventos chuvosos por semana e o percentual de flores sintomáticas e nos tratamentos onde a doença foi mais intensa foram observados molhamentos diários superiores a 12 horas na maioria dos dias.

Portanto, o aumento da intensidade da podridão floral está relacionado com o aumento da quantidade de dias chuvosos (Denham & Waller, 1981; Tank Junior, 2013; Silva Junior et al., 2014b) por prolongar o período de molhamento (Denham & Waller, 1981; Tank Junior, 2013). Além desses fatores climáticos, um nível mínimo de inóculo presente nas plantas parece ser necessário para a ocorrência de epidemias (Denham & Waller, 1981; Silva Junior, 2011), este inóculo pode permanecer nas folhas durante o período entre floradas e voltar a causar epidemias nos anos subsequentes (Agostini & Timmer, 1994; Zulfiqar et al., 1996). Os pomares mais velhos normalmente apresentam os maiores danos com a doença, pressupondo-se que maior quantidade de inóculo acumulada de anos anteriores (Spada, 2011).

Para os dados de cálices persistentes avaliados três meses após o término do florescimento, os resultados foram semelhantes aos observados para flores sintomáticas. O tratamento testemunha sem pulverização apresentou uma média de 9,7 cálices retidos por ramo, valor significativamente diferente ao observado para os demais tratamentos com fungicidas, onde o número de cálices foi menor que 1,2 cálices por ramo, não havendo diferenças entre os tratamentos com fungicidas aplicado antes ou após as chuvas (Figura 10).

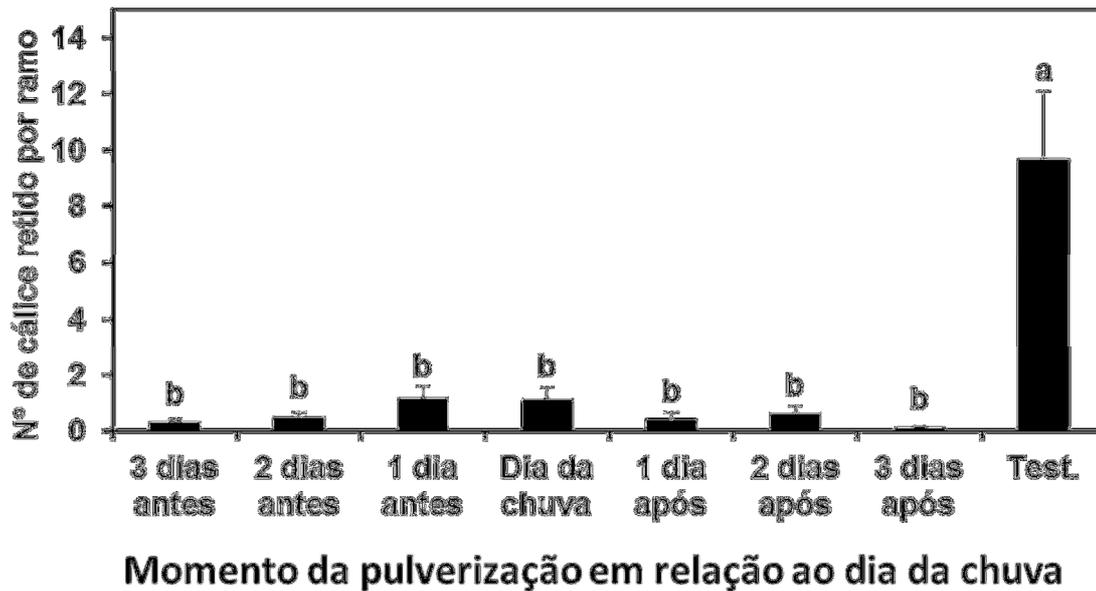


Figura 10 – Número de cálices retidos por ramo marcado em plantas de laranja doce ‘Rubi’ pulverizada em diferentes momentos em relação às chuvas simuladas semanalmente durante o florescimento de 2013 no município de Iaras/SP, letras iguais não se diferem significativamente por Duncan a 5% e barras indicam o erro amostral.

Como a doença foi controlada satisfatoriamente em todos os tratamentos com fungicidas e apresentou níveis altos apenas na testemunha, uma relação positiva e significativa expressa pela equação linear com $R^2 = 0,72$ ($p < 0,01$) foi encontrada entre os dados de AACPD para flores sintomáticas e cálices retidos. Entretanto, as relações entre cálices retidos *vs.* frutos fixados ou cálices retidos *vs.* produtividade total não foram significativas ($p > 0,05$) e apresentaram $R^2 < 0,20$. Em outros trabalhos esta baixa correlação entre cálices retidos e produtividade também foi observada e, segundo os autores parece estar relacionada a diferentes fatores envolvidos com a produção (Agostini et al., 1995; Timmer et al., 1994; Silva Junior, 2011).

Os valores de cálices persistentes encontrados na testemunha são considerados altos e estão similares aos observados nas testemunhas sem aplicação de fungicidas nos experimentos realizados por Silva-Junior et al. (2014a) e por Tank Junior (2013) em pomares comerciais de laranja ‘Pera’ do sudoeste paulista com condições muito favoráveis para a ocorrência da podridão floral.

O número de frutos fixados por ramo nos tratamentos com aplicação de fungicidas pré- ou pós-chuva simulada variou de 1,00 a 1,37, não havendo diferenças significativas entre os tratamentos. Todos os tratamentos com fungicidas produziram mais frutos e diferiram significativamente da testemunha que apresentou 0,15 frutos fixados por ramo (Figura 11).

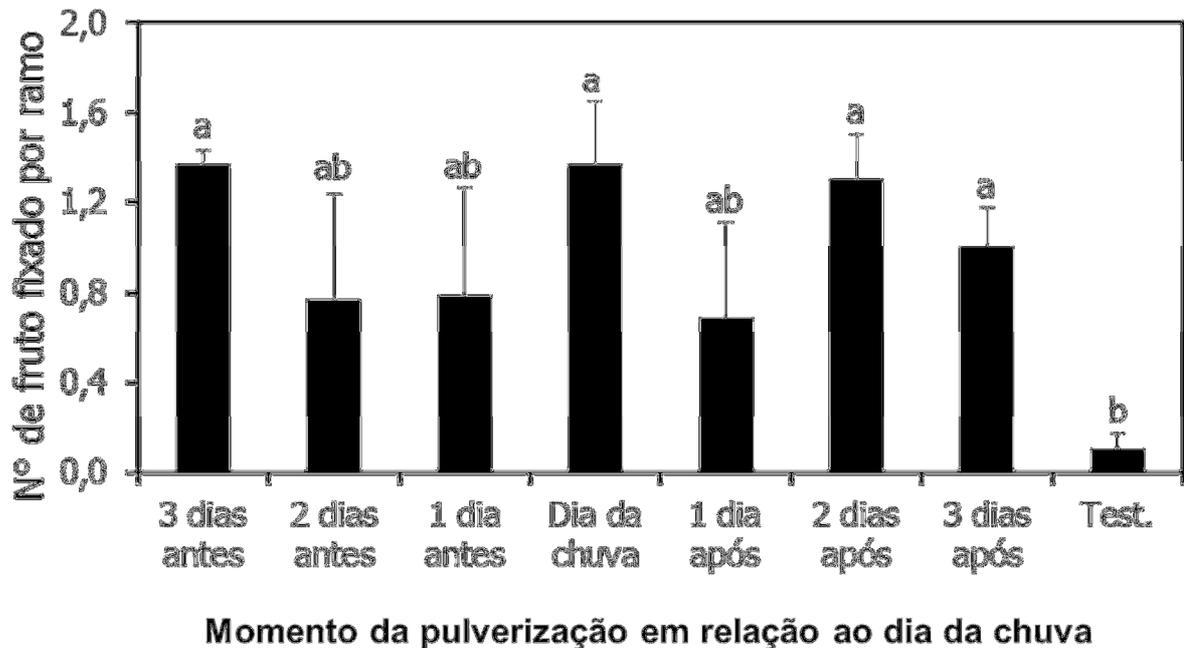


Figura 11 – Número de frutos fixados por ramo marcado em plantas de laranja doce ‘Rubi’ pulverizada em diferentes momentos em relação às chuvas simuladas semanalmente durante o florescimento de 2013 no município de Iaras/SP, letras iguais não se diferem significativamente por Duncan a 5% e barras indicam o erro amostral.

A produtividade das plantas nos diferentes tratamentos variou de 91 a 138 kg/planta (Figura 12). A menor média foi observada no tratamento testemunha sem pulverizações que diferiu significativamente dos tratamentos com aplicação 3 dias antes, 1 e 3 dias depois da chuva, mas não diferiu dos demais tratamentos que receberam pulverizações com fungicidas. Dentre os tratamentos com aplicação de fungicidas a média de produtividade variou de 105 kg/planta no tratamento com aplicações dois dias antes da chuva a 138 kg/planta no tratamento com aplicações 3 dias antes das chuvas, não havendo diferenças significativas entre estes tratamentos (Figura 12).

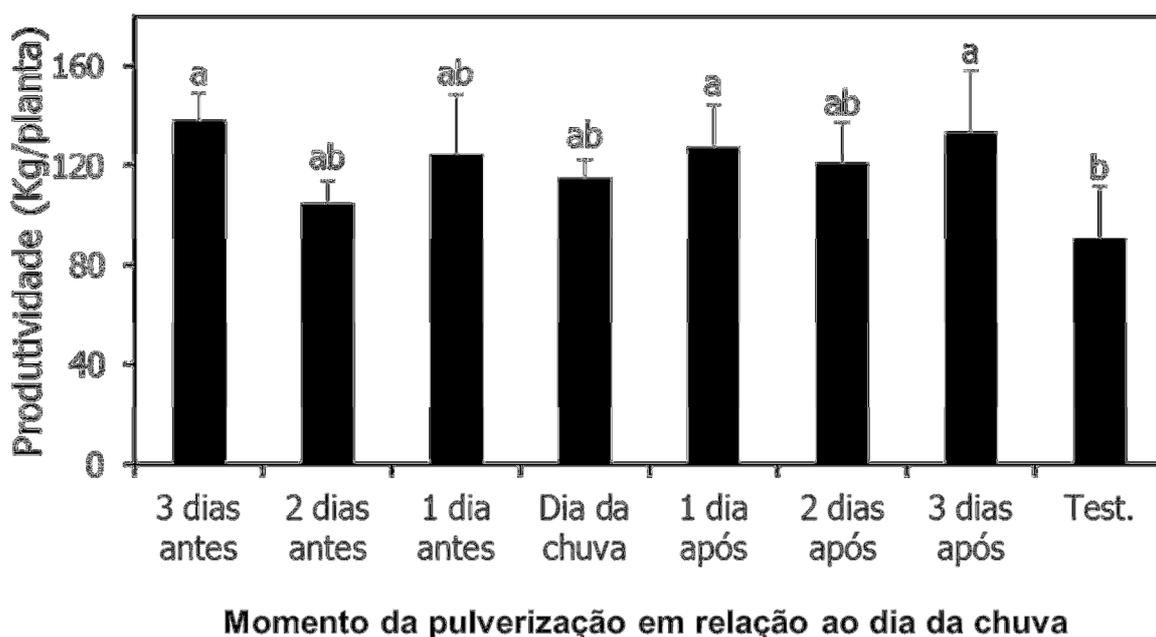


Figura 12 – Produtividade média em kg por planta de laranja doce ‘Rubi’ pulverizadas em diferentes momentos em relação a chuva simulada semanalmente durante o florescimento de 2013 no município de Iaras/SP, letras iguais não se diferem significativamente por Duncan a 5% e barras indicam o erro amostral.

A produtividade em plantas de citros é muito variável entre as diferentes plantas do mesmo tratamento conforme relatado por Ye et al. (2008) e observados em vários outros trabalhos onde foram avaliados os danos de diferentes doenças dos citros sobre a produtividade de plantas de laranja doce (Bassanezi et al., 2011; Gonçalves et al., 2012b; Silva Junior, 2011; Tank Junior, 2013). Entretanto, em alguns desses trabalhos foi realizada análise de correlação entre a produtividade de laranja doce e a intensidade da doença por meio de uma equação exponencial negativa, sendo para a podridão floral uma relação significativa ($p < 0,01$) entre incidência de sintomas em flores e produtividade de laranja ‘Pera’ com coeficiente de determinação $R^2 = 0,43$ (Silva Junior, 2011), para a clorose variegada dos citros (CVC) relação significativa entre proporção de ramos sintomáticos e produtividade de laranja ‘Natal’ com $R^2 = 0,45$ (Gonçalves et al., 2012b) e para o huanglongbing (HLB) relação significativa entre severidade de HLB e produtividade combinada de variedades de maturação precoce, meia estação e tardia, com $R^2 = 0,33$ (Bassanezi et al., 2011).

Os dados obtidos aqui com a mistura fungicida triazol + estrobilurina corroboram com os observados nos trabalhos realizados por Rinaldo (2010); Tank Junior (2013); Silva Junior et al. (2014a), onde esta mistura se mostrou altamente eficiente na redução dos sintomas em flores causados pela podridão floral em pomares adultos de laranja doce no sudoeste paulista.

A metodologia de simulação de chuvas conforme já relatado por Tank Junior (2013) se mostrou viável para a realização de estudos com a podridão floral. De acordo com este autor, a simulação pode sofrer interferência, principalmente por ventos fortes, devendo ser evitada a avaliação da doença nas linhas de plantio que se encontram na borda da lâmina de água a ser irrigada com o auto-propelido. Outro fator importante a ser considerado na realização de trabalhos em campo com chuvas simuladas para a podridão floral é a necessidade de aumento do período de molhamento, principalmente em anos muito secos, sendo necessário simular chuvas por períodos mais longos durante o dia (mínimo de 12 horas), sendo que a doença ocorrerá em maior intensidade com molhamentos superiores a 14-16 horas ou por dois ou mais dias consecutivos. Vale ressaltar que, este estudo foi conduzido por dois anos com períodos mais secos e as chuvas sempre foram simuladas no fim da tarde e início da noite visando promover um aumento do período de molhamento. Alterações na eficiência de controle da doença podem ocorrer em condições naturais com chuvas de mesma intensidade e gerar resultados diferentes dos observados neste estudo.

As chuvas além de contribuírem para a disseminação dos esporos do patógeno, elas podem estar associadas à remoção dos fungicidas das flores, tornando-as desprotegidas e mais expostas à infecção do patógeno. Em trabalhos já realizados, as chuvas em volumes inferiores a 25 mm simuladas 30 minutos após a aplicação de estrobilurina nas flores não reduziram significativamente a eficiência do fungicida no controle da podridão floral (Gonçalves et al., 2012a). Resultados similares foram obtidos para a mistura triazol + estrobilurina onde simulação de chuvas de 20-25 mm realizadas 30 minutos após a aplicação do produto não interferiram na eficiência do mesmo (Silva Junior, G. J. dados não publicados). Desta forma, as chuvas de 25 mm simuladas neste trabalho provavelmente não influenciaram na ação dos fungicidas, mas por outro lado podem ter favorecido a disseminação dos esporos e infecção das flores. Além do volume, a ocorrência de chuvas consecutivas por vários dias durante o período de florescimento pode comprometer a eficiência do controle químico que é a principal estratégia de manejo da podridão floral (Tank Junior, 2013).

Os dados obtidos neste estudo mostram que a pulverização poderá ser realizada três dias antes ou após a ocorrência de chuva de 25 a 35 mm em um dia por semana, desde que outras pulverizações sejam realizadas em intervalos semanais durante o florescimento. Além disso, a ocorrência de chuvas neste mesmo volume sem promover o incremento do molhamento para valores diários acima de 12 horas não se mostraram favoráveis para a ocorrência da doença.

4 CONCLUSÕES

Em casa de vegetação, a mistura fungicida tebuconazol + trifloxistrobina é mais eficiente quando aplicada preventivamente ou até 6 horas após a inoculação do que aplicada de 24 a 72 horas após a inoculação.

Em condições de campo, a podridão floral é eficientemente controlada se as plantas forem pulverizadas semanalmente com a mistura tebuconazol + trifloxistrobina, mesmo que as aplicações sejam realizadas três dias antes ou após a condição favorável obtida com chuva simulada.

REFERÊNCIAS

- Agostini, J.P., Timmer, L.W. 1994. Population dynamics and survival of strains of *Colletotrichum gloeosporioides* on citrus in Florida. **Phytopathology** 84:420-425.
- Agostini, J.P., Haberle, T.J., Morón, P.P. 1995. El *Colletotrichum* y la caída prematura de frutas em la citricultura Del Alto Parana, Misiones, Argentina. **Laranja** 16:97-106.
- Bassanezi, R.B., Montesino, L.H., Gasparoto, M.C.G., Bergamin-Filho, A., Amorim, L. 2011. Yield loss caused by huanglongbing in different sweet orange cultivars in São Paulo, Brazil. **European Journal Plant Pathology** 130:577-586.
- Brand, S.C. 2012. Isolamento e identificação de substâncias provenientes da laranjeira 'Valencia' (*Citrus sinensis*) envolvidas no estímulo e/ou quebra da dormência de estruturas quiescentes de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da podridão floral dos citros. 104 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo.
- Brasil. 2014. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://www.extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 03 maio 2014.
- Brown, A.E., Sreenivasaprasad, S., Timmer, L.W. 1996. Molecular characterization of Slow-Growing Orange and Key Lime Anthracnose strains of *Colletotrichum* from citrus as *C. acutatum*. **Phytopathology** 86:523-527.
- Cintra, G.S. 2009. Podridão floral dos citros: Variabilidade, sobrevivência e controle do agente causal, *Colletotrichum acutatum*. 103 f. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal, SP: Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.
- Denham, T.G., Waller, J.M. 1981. Some epidemiological aspects of postbloom fruit drop disease (*Colletotrichum gloeosporioides*) in citrus. **Annals of Applied Biology** 98:65-77.
- Fagan, H.J. 1979. Postbloom fruit drop, a new disease of Citrus associated with a form of *Colletotrichum gloeosporioides*. **Annals of Applied Biology** 91:13-20.
- 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** 15:109-28.
- FNP Consultoria & Comercio. 2014. Citros Laranja. In:_____. **Agrianual 2014**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 237-269.
- Frare, G.F. 2012. Sobrevivência de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da podridão floral dos citros, em plantas daninhas. 71 f. **Dissertação de Mestrado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

Fundecitrus. 2012. Pomares sem carbendazim. **Revista Citricultor** 13:3-5.

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., Forcelini, B.B., Peres, N.A., Amorim, L. 2012a. Simulated rainfall to evaluate removal of pyraclostrobin applied for control of postbloom fruit drop of citrus. Anais. **APS Annual Meeting**. Providence, RI, USA, American Phytopathology Society. 2012. p. S46-46.

Gonçalves, F.P., Stuchi, E.S., Lourenço, S.A., Hau, B., Amorim, L. 2012b. Relationship between sweet orange yield and intensity of Citrus Variegated Chlorosis. **Plant Pathology** 61:641-647.

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.

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 post-bloom 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.

Marques, J.P.R. 2012. Podridão floral dos citros: Histopatologia de *Colletotrichum acutatum*. 101 f. **Tese de Doutorado**. Piracicaba, SP: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo.

McGovern, R.J., Seijo, T.E., Hendricks, K., Roberts, P.D. 2012. New report of *Colletotrichum gloeosporioides* causing postbloom fruit drop on citrus in Bermuda. **Canadian Journal of Plant Pathology** 34:187-194.

Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O Retrato da citricultura brasileira**. São Paulo: Markestrat. 137 p.

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.

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. 1979. p. 681-692.

Rinaldo, D. 2010. Controle químico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos. 35 f. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal, SP: Faculdades de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista.

Sentelhas, P.C., Dalla Marta, A., Orlandini, S., Santos, E.A., Gillespie, T.J., Gleason, M.L. 2008. Suitability of relative humidity as an estimator of leaf wetness duration. **Agricultural and Forest Meteorology** 148:392-400.

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

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

Silva Junior, G.J., Spósito, M.B., Marin, D.R., Ribeiro Júnior, P.J., Amorim, L. 2014b. Spatio-temporal characterization of citrus postbloom fruit drop in Brazil and its relationship to pathogen dispersal. **Plant Pathology** 63:519-529.

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.

Tank Junior, A. 2013. Eficiência de fungicidas no controle da podridão floral dos citros sob chuvas simuladas em pomar de laranja doce. 30 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Timmer, L.W., Agostini, J.P., Zitko, S.E., Zulfiqar, M. 1994. Postbloom fruit drop of citrus, an increasingly prevalent disease of citrus in the Americas. **Plant Disease** 78:329-334.

Timmer, L.W. 1999. Diseases of fruit foliage. In: Timmer, L.W., Duncan, L.W. (Ed.). **Citrus health management**. Saint Paul: APS Press. p.107-115.

Turechek, W.W., Peres, N.A., Werner, N.A. 2006. Pre and post infection activity of pyraclostrobin for control of anthracnose fruit rot of strawberry caused by *Colletotrichum acutatum*. **Plant Disease** 90:862-868.

Ye, X., Sakai, K., Sasao, A., Asada, S. 2008. Potential of airborne hyperspectral imagery to estimate fruit yield in citrus. **Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems** 90:132-144.

Zulfiqar, M., Brlansky, R.H., Timmer, L.W. 1996. Infection of flower and vegetative tissues of citrus by *Colletotrichum acutatum* and *C. gloeosporioides*. **Mycologia** 88:121-128.