

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

GUILHERME MANIEZO RODRIGUEZ

**Pulverização eletrostática de mistura fungicida para o controle da
podridão floral dos citros**

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
Novembro 2016**

GUILHERME MANIEZO RODRIGUEZ

**Pulverização eletrostática de mistura fungicida para o controle da
podridão floral dos citros**

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
Novembro 2016**

GUILHERME MANIEZO RODRIGUEZ

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

Araraquara, dia 11 de novembro de 2016.

BANCA EXAMINADORA

Dr. Geraldo José da Silva Junior
Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus

Dr. Franklin Behlau
Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus

Dr. João Paulo Arantes Rodrigues da Cunha
Universidade Federal de Uberlândia - UFU

A Deus, pelo dom da vida, pelas suas misericórdias que se renovam a cada manhã, pelo cuidado e proteção, por estar presente, por me guiar interiormente nas minhas decisões, por me agraciar com a profissão de agrônomo e por me abençoar com uma família e esposa especiais.

Aos meus pais José e Marta, pela educação, pelas correções, pelos valores, pelo amor, pelo cuidado, pelo sacrifício. Vocês são meu exemplo de pessoa, cristão, marido, esposa, pai, mãe, profissional. Ao meu irmão, agrônomo, companheiro, pela vida que levamos juntos e mesmo agora distantes ainda unidos. À minha "irmã" Monique e meu querido recém-chegado sobrinho Miguel.

À minha esposa Fernanda, meu amor, pelo suporte, pela compreensão, pelas lições diárias na vida conjugal que temos hoje e para sempre.

À minha família, por ser parte do que eu sou.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Jesus Cristo meu Senhor, coluna e baluarte da verdade.

Ao Fundecitrus - Fundo de Defesa da Citricultura, em nome de seu presidente Dr. Lourival do Carmo Mônico, diretor Antonio Juliano Ayres e coordenador da equipe Transferência de Tecnologia Ivaldo Sala, pela grande oportunidade. Aos pesquisadores, professores, funcionários, colegas de trabalho, pelo companheirismo.

Ao pesquisador e orientador Dr. Geraldo José Silva Jr., pela dedicação, amizade e ensinamentos ao longo desse processo.

Ao pesquisador e amigo MSc. Marcelo da Silva Scapin, pelas valiosas sugestões e ajuda no desenvolvimento do trabalho.

Aos colegas do Fundecitrus Gleison O. Santos, Willian A. Ferreira, Elvécio Maia, João Vechi, Fabrício E. Lanza e ao colega da Esalq/USP André B. Gama, pela parceria e ajuda nas avaliações de campo.

À empresa Agroterenas S/A - Citrus, em especial aos senhores José Eugênio de Resende Barbosa Sobrinho, Adilson Luis Penariol, Aprígio Tank Júnior e Márcio Augusto Soares pela disponibilização das áreas, equipamentos, funcionários e todo o suporte sempre presente na condução do trabalho. Aos senhores Júlio César Fabro Falquete, Fábio Mariano e toda a equipe da Agroterenas, presentes no dia a dia do experimento.

A empresa SPE, Sistema de Pulverização Eletrostático, na pessoa do Juliano Petry, por ceder gentilmente o equipamento para a realização do trabalho.

Aos colegas de turma do Mastercitrus, pelos momentos juntos.

A todos que, embora não mencionados, participaram da realização deste trabalho, meu sincero agradecimento.

Pulverização eletrostática de mistura fungicida para o controle de podridão floral dos citros

Autor: Guilherme Maniezo Rodriguez
Orientador: Geraldo José da Silva Junior

Resumo

O controle de pragas e doenças por meio de pulverizações com volumes reduzidos tem sido uma tendência na citricultura moderna, uma vez que permite reduzir os custos, a quantidade de defensivos aplicada nos pomares e os impactos ao meio ambiente. Tecnologias que possibilitem a aplicação de fungicidas para o controle da podridão floral dos citros (*Colletotrichum* spp.) com volumes reduzidos e velocidades de aplicação mais altas são essenciais para controlar eficientemente a doença em grandes áreas em curto espaço de tempo. A partir da década de 2010, pesquisas demonstraram que é possível reduzir a porcentagem de flores doentes e a queda de frutos causada pela podridão floral com volumes de calda entre 20 e 50 mL de calda por metro cúbico de copa de plantas de citros e velocidade de aplicação de até 7 km/h. O sistema de pulverização eletrostático, utilizado em algumas culturas, permite realizar pulverizações em volumes inferiores a 10 mL de calda/m³ de copa, porém ainda não foi avaliado para o controle da podridão floral dos citros. Na pulverização eletrostática as gotas são carregadas eletricamente para aumentar a atratividade elétrica pela planta, o que poderia contribuir para melhorar a cobertura da pulverização realizada em baixos volumes. Sendo assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência da mistura fungicida tebuconazol + trifloxistrobina aplicada em diferentes volumes de calda com pulverização convencional e eletrostática no controle da podridão floral dos citros. Adicionalmente, avaliou-se a eficiência de doses dessa mistura no controle da doença. Um experimento foi conduzido por duas safras em pomar comercial de laranja 'Pera', com 14 anos de idade, no município de Santa Cruz do Rio Pardo, no sudoeste paulista. As plantas apresentaram volume de copa de 45 e 60 m³ nas duas safras, respectivamente. Foram avaliados oito tratamentos, variando-se o volume de calda (de 7 a 50 mL de calda/m³ de copa), tipo de pulverização (convencional ou eletrostática) e as doses da mistura fungicida (2,8 a 5,6 mg de tebuconazol + 1,4 a 2,8 mg de trifloxistrobina/m³). Plantas não pulverizadas serviram como controle. A porcentagem de flores sintomáticas e o número de cálices retidos e frutos fixados por ramo marcado nas plantas foram avaliados. Em ambas as safras todos os volumes testados promoveram controle da podridão floral, com redução de mais de 80% de flores sintomáticas. A menor dose de fungicida utilizada (2,8 mg de tebuconazol + 1,4 mg de trifloxistrobina/m³) apresentou tendência para controle inferior da doença. A aplicação feita com volume de 50 mL/m³ em pulverizador convencional resultou em 37,5% de cobertura das folhas das plantas, dobro da cobertura obtida quando pulverizado os menores volumes (7 a 9 mL/m³), independentemente do tipo de pulverização utilizado. A podridão floral pode ser controlada de forma eficiente com baixos volumes de calda, utilizando ambos os sistemas de pulverização, eletrostático ou convencional.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum abscissum*, controle químico, pulverização eletrostática, volume de planta.

Electrostatic spraying of fungicide mixture for citrus postbloom fruit drop control

Author: Guilherme Maniezo Rodriguez

Advisor: Geraldo José da Silva Junior

Abstract

The control of pests and diseases by sprays using low volumes has been a trend in modern citrus industry. It reduces the control costs, the amount of pesticides applied and the environmental impacts. Technologies that allows control of citrus postbloom fruit drop (PFD) with reduced spray volumes and higher speed application are essential for a suitable control of the disease in large areas in a short time. Since the 2010's researches have been showing a reduction in blossom blight incidence and premature fruit drop caused by PFD using 20 to 50 mL of spray mixture per cubic meter of citrus tree canopy applied at 7 km/h. The electrostatic spray system (ESS), in use for some crops, allows performing spraying at volumes lower than 10 mL of the spray mixture/m³ of canopy, but it has not been evaluated for PFD control. By the ESS, the spray drops are electrically charged, promoting their attraction to the tree. This system could help to improve spray coverage using the low volumes. Thus, the aim of this study was to evaluate the effectiveness of tebuconazole + trifloxystrobin mixture applied at different spray volumes using conventional and electrostatic spray systems for PFD control. In addition, different fungicide mixture rates were tested for disease control. A field trial was carried out for two seasons in a 14-year-old 'Pera' sweet orange orchard, located in Santa Cruz do Rio Pardo, Sao Paulo, Brazil. In the seasons 2015/16 and 2016/17 the tree canopy volumes recorded were 45 and 60 m³, respectively. The treatments were composed of different spray volumes (7 to 50 mL/m³), sprayer type (conventional or SPE) and fungicide mixture rates (2.8 to 5.6 mg of tebuconazole + 1.4 to 2.8 of mg trifloxystrobin/m³ of canopy). Unsprayed trees were used as control. The incidence (%) of PFD symptomatic flowers, the number of persistent calyces and number of fruit set per branch were evaluated. In both seasons, all volumes tested were efficient for PFD control, which reduced more than 80% of symptomatic flowers. Trees treated with the lower fungicide rate (2.8 mg of tebuconazole + 1.4 mg of trifloxystrobin/m³) showed a slight more PFD symptoms when compared to those treated with higher rates. The application performed with 50 mL/m³ using conventional sprayer resulted in a 37.5% of spray coverage, which was 2 fold higher than the coverage obtained with 7 or 9 mL/m³, irrespective of the sprayer type used. Control of PFD may be performed with fungicide applied using low spray volumes, regardless of the application system used, electrostatic or conventional.

Palavras-chave: *Citrus sinensis*, *Colletotrichum acutatum*, *Colletotrichum abscissum*, chemical control, electrostatic spraying, tree-row-volume.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	1
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	7
2.1 Informações meteorológicas	7
2.2 Descrição da área experimental	7
2.3 Dimensionamento do volume de copa das plantas	8
2.4 Delineamento experimental	8
2.5 Descrição dos tratamentos	9
2.6 Descrição dos equipamentos utilizados nas pulverizações	10
2.7 Avaliação dos sintomas da doença e dos danos causados sobre a fixação de frutos	12
2.8 Avaliação da cobertura da pulverização	12
2.9 Análise estatística dos dados.....	13
2.10 Análise econômica	13
3 RESULTADOS	14
3.1 Informações meteorológicas	14
3.2 Sintomas da podridão floral e danos causados sobre a fixação de frutos	15
3.3 Cobertura da pulverização	19
3.4 Análise econômica	21
4 DISCUSSÃO	23
5 CONCLUSÕES	28
REFERÊNCIAS	29

1 INTRODUÇÃO

A citricultura brasileira tem como foco a produção laranja para a fabricação de suco ou para o consumo *in natura*. O Brasil se destaca no cenário citrícola mundial como o principal produtor de laranja, sendo também o principal exportador de suco dessa fruta, uma vez que praticamente todo o volume produzido é exportado (FNP Consultoria & Comércio, 2017). O cinturão citrícola do estado de São Paulo e sul do Triângulo Mineiro tem área plantada de 416 mil hectares de laranja, com produção na safra 2015/16 estimada em 244 milhões de caixas de 40,8 kg (Fundecitrus, 2016a,b), sendo que aproximadamente 70% da produção é destinada para a indústria de suco e 30% para o consumo *in natura*. Somando-se o mercado externo e interno, o PIB do setor citrícola atinge em torno R\$ 6,5 bilhões e gera 230 mil empregos diretos e indiretos (Neves et al., 2010).

Nos pomares de citros, diferentes pragas e doenças podem ocorrer e causar danos significativos. Dentre as doenças, podemos citar a podridão floral dos citros, causada por *Colletotrichum* spp., que afeta praticamente todas as espécies e variedades comerciais de citros (Feichtenberger, 1991, 1994; Spada, 2011). O agente causal da doença foi inicialmente identificado como *C. gloeosporioides* (Fagan, 1979). Posteriormente, por meio de métodos moleculares esses isolados foram reclassificados como *C. acutatum* (Brown, 1996). Em 2011, foi verificado que tanto *C. acutatum* quanto *C. gloeosporioides* estavam relacionadas com os sintomas de podridão floral (Lima et al., 2011). Em 2015, uma reclassificação foi proposta e *C. acutatum* passou a ser denominado de *C. abscissum*, que pertence ao complexo de *C. acutatum* (Pinho et al., 2015). Nos pomares paulistas de citros as duas espécies *C. acutatum* (formalmente chamado *C. abscissum*) e *C. gloeosporioides* são encontradas, sendo que a maior proporção dos sintomas é causada por *C. acutatum* (Lima et al., 2011; Silva et al., 2016).

A podridão floral foi relatada pela primeira vez na década de 70, em Belize, na América Central (Fagan, 1979). A partir de então, epidemias foram observadas em diferentes países das Américas (Timmer et al., 1994). No Brasil, a doença também foi observada na década de 70, em pomares de laranjas no estado do Rio Grande do Sul (Porto et al., 1979), e posteriormente foi relatada em praticamente todos os estados produtores de citros (Feichtenberger, 1991; Gasparotto et al., 1997; Marinho et al., 2005; Melo & Silva, 2006). No estado de São Paulo, epidemias da podridão floral já foram observadas em diferentes regiões (Feichtenberger, 1994; Peres et al., 2000; Goes et al., 2008). Porém, no sudoeste do estado as epidemias da doença são mais frequentes, pelo fato dessa região apresentar uma distribuição pluviométrica mais uniforme ao longo do ano e as chuvas coincidirem com o período de florescimento (Silva Junior

et al., 2014a,b). No sudoeste paulista a podridão floral pode causar perdas de até 85% da produção em anos muito favoráveis para a ocorrência da doença (Goes et al., 2008; Spada, 2011; Tank Junior, 2013; Silva Junior et al., 2014a; Soares, 2015).

Os sintomas são observados em sua maioria em flores abertas, que apresentam lesões marrons ou alaranjadas nas pétalas, que podem conter em sua superfície conídios do patógeno envolvidos por mucilagem produzidos em acérvulos (Fagan, 1979; Timmer et al., 1994). A maioria das pétalas infectadas ficam rígidas e secas e permanecem aderidas ao disco basal. Além dos sintomas em pétalas é possível observar lesões negras no estigma e estilete das flores (Lin et al., 2001; Marques et al., 2013). Após a infecção da flor, via pétalas ou estigma, ocorre alteração hormonal (Li et al., 2003; Lahey et al., 2004) e o fruto oriundo dessa flor doente não se desenvolve, fica amarelecido, destaca-se da base do ovário e cai prematuramente. Após a queda do fruto, o cálice fica aderido na planta, dando origem a um outro sintoma da doença, vulgarmente conhecido pelos citricultores por “estrelinha” (Feichtenberger, 1991).

O patógeno sobrevive na forma de apressórios por um ou mais meses em folhas de citros (Agostini et al., 1994; Zulfiqar et al., 1996) ou em plantas daninhas (Frare, 2012; Frare et al., 2016). Quando as plantas florescem e as condições de molhamento são adequadas, o apressório germina e forma conídios secundários nessas folhas, sem formação de acérvulos. Os respingos de água podem transportar compostos das flores para as folhas, estimulando e aumentando a germinação dos apressórios. Os conídios formados nas folhas podem ser disseminados por respingos de água para as flores de citros (Zulfiqar et al., 1996). Nas flores, quando o período de molhamento é superior a 10-12 horas, há infecção com ou sem a formação de apressórios (Timmer, 1999; Marques et al., 2013). A germinação e formação de apressórios ocorre com temperaturas de 5 a 35°C, sendo a faixa ótima entre 23 e 27°C (Peres et al., 2005; Lima et al., 2011). Em condições de molhamento prolongado os botões florais podem apresentar sintomas antes de sua abertura, embora a maioria dos sintomas sejam observados em botões maiores de oito milímetros (Fagan, 1979; Marques et al., 2013, 2015). Nas pétalas, os sintomas são formados de 2 a 5 dias após a infecção (Denham, 1988; Timmer, 1999) onde conídios são formados em abundância em acérvulos e podem ser dispersos por respingos de água para novas flores sadias, acarretando aumento da incidência da doença na planta (Timmer et al., 1994). Durante o período entre as floradas, o patógeno pode sobreviver nas folhas das plantas.

A principal medida de manejo da podridão floral é a pulverização de fungicidas durante o florescimento (Peres et al., 2004; Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014b). Em geral, essas aplicações são realizadas desde a fase de botões verdes e fechados (vulgarmente conhecido por

“cabeça de fósforo”), até a fase de queda das pétalas, do estigma e do estilete (“chumbinho”) (Silva Junior, 2016).

Os fungicidas dos grupos químicos das estrobilurinas, triazóis, ftalimidas e benzimidazóis apresentam comprovada eficácia no controle da podridão floral (Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014a) e estão registrados para a cultura dos citros no Sistema Agrofite do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) (Brasil, 2016). Entretanto, na Grade de Defensivos do Programa de Produção Integrada de Citros (Lista PIC) apenas os triazóis e estrobilurinas são permitidos para uso em pomares cuja fruta será destinada para a produção e exportação de suco (Silva Junior et al., 2014a; Silva Junior, 2016).

O número de pulverizações é dependente da ocorrência de condições climáticas favoráveis à infecção do patógeno durante a florada e da amplitude do período de florescimento, que pode ser superior a 60 dias (Goes et al., 2008). O intervalo entre aplicações normalmente varia de 7 a 14 dias (Timmer e Zitko, 1993; Peres et al., 2004; Goes et al., 2008; Silva Junior et al., 2014b). Entretanto, em condições muito favoráveis para a ocorrência do patógeno, com chuvas frequentes e períodos de molhamento prolongados, os fungicidas podem ter sua eficiência reduzida, mesmo se aplicados em intervalos de sete dias durante todo o florescimento (Tank Junior, 2013). Portanto, se o período de molhamento for superior a 48 horas consecutivas, são requeridos intervalos entre aplicações inferiores a sete dias. Desta forma o produto deve ser aplicado preventivamente antes de tal condição de molhamento e reaplicado em intervalos de três a quatro dias (Silva Junior, 2016).

As aplicações para o controle da podridão floral e de outras doenças e pragas dos citros no estado de São Paulo geralmente são realizadas com turbo-pulverizadores utilizando volumes de calda variáveis (Araújo et al., 2013; Scardelato, 2013; Silva Junior et al., 2014b; Scapin et al., 2015; Soares, 2015; Silva Junior et al., 2016). Para obtenção de uma pulverização eficiente alguns fatores devem ser levados em consideração, tais como o tipo de equipamento, o volume de água pulverizado, a velocidade de deslocamento, a combinação de pontas de pulverização, a distância até o alvo, a velocidade de saída de ar do pulverizador, o tamanho das plantas, o volume e densidade da copa, a velocidade do vento, a umidade relativa do ar e a temperatura no momento da aplicação (Byers, 1987).

Até o início dos anos 2000, as pulverizações em citros eram realizadas em sua maioria com volumes elevados, acima do ponto de escorrimento de calda na planta. Entretanto, a eficácia no controle de pragas e doenças pode estar mais relacionada com a correta regulagem e calibragem do equipamento do que com a utilização de altos volumes (Ramos et al., 2007). A aplicação dos defensivos por meio de pulverizações realizadas com volumes excessivos de

calda pode ocasionar perda do produto por deriva ou escorrimento. Além de proporcionar redução de custos, o ajuste do volume de calda pode reduzir os impactos no ambiente e o consumo de água na agricultura (Scapin et al., 2015; Soares, 2015; Silva Junior et al., 2016).

A pulverização eletrostática é uma alternativa para redução dos altos volumes aplicados no campo. Sua tecnologia se baseia no carregamento elétrico das gotas, onde a diferença de potencial elétrico entre a gota e os órgãos da planta faz com que estas sejam atraídas, sendo uma alternativa para melhorar a qualidade das aplicações de defensivos (Gitirana Neto et al., 2016). A utilização de gotas carregadas eletricamente pode ser uma opção para reduzir o volume de calda, uma vez que aumenta a atração da gota pelo alvo e pode resultar em melhor deposição e cobertura das pulverizações, com maior eficiência de controle de doenças e/ou pragas (Chaim, 2006).

Dois leis básicas da eletrostática explicam a atração de gotas eletrificadas por seus alvos. A primeira lei diz que cargas com polaridades iguais se repelem e cargas com polaridades opostas se atraem. A segunda lei diz que um corpo ou nuvem de partículas carregadas induzirá a mesma carga elétrica e de sinal oposto sobre um corpo aterrado próximo (Hislop, 1988). Sendo assim, pela primeira lei temos que as gotas carregadas eletricamente com mesma polaridade, ao chegarem sob a superfície das folhas da planta, promoverão cobertura uniforme, uma vez que não se sobrepõem. Já a segunda lei indica que a nuvem de gotas carregadas induzirá carga de sinal oposto na planta aterrada, aumentando sua atratividade (SPE, 2015).

O uso da pulverização eletrostática de defensivos pode promover redução de mais de 50% dos ingredientes ativos sem reduzir a sua eficácia, uma vez que pulverizações em altos volumes geram perda de água e de produtos por escorrimento. Além disso, este tipo de pulverização promove a redução dos efeitos colaterais dos inseticidas em organismos não alvo presentes no solo, já que as perdas por escorrimento chegam a ser 20 vezes menores quando comparado ao sistema convencional de pulverização (Endacott, 1983). O sistema eletrostático pode promover melhor controle de transporte das gotas, aumentar a deposição e distribuição da calda e reduzir a quantidade de defensivos aplicada e conseqüentemente as perdas (Maski & Durairaj, 2010; Zhou et al., 2012). Porém, alguns equipamentos eletrostáticos por não gerar gotas com carga suficiente que melhorem a deposição da calda no alvo, ou por produzir gotas de tamanho inadequado para o uso de cargas eletrostáticas, não proporcionam incrementos satisfatórios no controle em relação aos equipamentos não eletrostáticos (Hislop, 1988). O sucesso do uso dessa tecnologia depende de soluções que gerem gotas nos pulverizadores de tamanho entre 50 a 100 micrômetros de diâmetro com intensidade de carga maior que 4,0 milicoulomb (mC) por litro, e no caso de plantas com alta densidade foliar, jatos de ar que

auxiliem o transporte das gotas com carga eletrostática até seu interior (Chaim, 2006). A tensão superficial, a viscosidade da calda, a condutividade elétrica e a constante dielétrica também são propriedades que podem estar associadas com a eficiência da pulverização eletrostática (Zheng et al., 2002; Maski & Durairaj, 2010).

O processo de geração de gotas eletrificadas pode ser realizado de três formas: efeito corona, eletrificação indireta ou direta. No sistema de carga por efeito corona é necessário o uso de altas tensões, sendo esse eficiente apenas para gotas inferiores a 20 micrômetros. Na indução eletrostática direta, processo utilizado nos pulverizadores eletro-hidrodinâmicos, um intenso campo magnético submetido ao líquido gera cargas em sua superfície que produz uma força com sentido oposto à da tensão superficial. Estas cargas levam a uma instabilidade hidrodinâmica na superfície, aparecendo pequenas cristas no local de formação das gotas. Nesse caso, há a produção de gotas de tamanhos uniformes, uma vez que o campo eletrostático, a tensão superficial e a taxa de escoamento do líquido são constantes (Chaim, 2006). Já no sistema de eletrificação indireta, as gotas são eletrificadas quando passam pelas pontas de pulverização. Nesse método é utilizado um eletrodo de indução mantido em alta voltagem que gera um intenso campo eletrostático no momento da formação do jato de gotas. A vantagem desse sistema é a demanda de voltagem relativamente baixa para geração de gotas eletrificadas (Carroz & Keller, 1978). O equipamento SPE utiliza o método de eletrificação indireta e o diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas pode variar de 50 a 120 micrômetros, suficiente para que estas sejam carregadas eletricamente (SPE, 2016). As forças eletrostáticas em gotas menores são mais proeminentes que a força gravitacional e, conseqüentemente, as gotas carregadas eletricamente proporcionam maior deposição, principalmente na parte abaxial das folhas. Porém, as gotas muito finas não são desejáveis nas aplicações no campo devido à alta predisposição à deriva (Maski & Durairaj, 2010).

Embora trabalhos já tenham sido realizados com resultados satisfatórios em aplicação aérea de herbicida na cultura do arroz, pulverização costal e terrestre de inseticidas e fungicidas nas culturas do algodão, café, arroz e crisântemo para o controle de doenças e pragas, a pulverização eletrostática ainda é pouco utilizada e estudada em citros. A avaliação de deposição de calda de pulverização também foi mensurada em plantas de café, maçã e crisântemo (Monteiro et al., 2001; Laryea & No, 2005; Schoroder & Loeck, 2006; Serra, 2007; Serra et al., 2008; Bayer et al., 2011; Serra, 2011; Sasaki et al., 2013). Na cultura do café, o sistema eletrostático foi eficiente e proporcionou incremento de deposição de calda de 37% (Sasaki et al., 2013). Em trabalhos realizados em citros, o sistema eletrostático da empresa SPE apresentou resultados similares quando comparado ao pulverizador convencional utilizado em

aplicação terrestre nos pomares, tanto para a deposição de calda no alvo (Magno Júnior et al., 2011), quanto para o controle do psílídeo (*Diaphorina citri*) inseto vetor das bactérias causadoras do huanglongbing (HLB) (Lanza, 2016).

A pulverização eletrostática por estar associada a utilização de baixos volumes poderia ser uma opção para o aumento de rendimento operacional nas aplicações para o controle da podridão floral no sudoeste paulista, onde diversas fazendas possuem entre 500 mil e 5 milhões de plantas (Neves et. al., 2010). Em anos muito favoráveis à ocorrência da doença, como ocorreu no florescimento de 2009, pulverizações para o controle da podridão floral são necessárias em intervalos inferiores a sete dias, sendo necessário adotar volumes de calda mais baixos e velocidades de aplicação mais altas para aumentar o rendimento operacional e proteger todos os pomares, principalmente em grandes fazendas (Silva Junior, 2016).

O objetivo do presente estudo foi avaliar a eficiência do sistema de pulverização eletrostática em relação ao turbo-pulverizador convencional, no controle da podridão floral dos citros. Além disso, objetivou-se determinar volumes de calda e doses de fungicida ideais para o controle da doença nos pomares.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Informações meteorológicas

Durante o período de florescimento principal nas duas safras estudadas, foram coletados dados meteorológicos de hora em hora provenientes de uma estação da marca Davis, modelo Vantage Pro 2 (Davis, New Jersey, EUA) instalada na fazenda em Santa Cruz do Rio Pardo a 2 km da área experimental. Os dados de temperatura média diária e precipitação total diária foram considerados. Para estimar o molhamento foliar foram utilizados dois modelos, o NHRH > 90% (umidade relativa acima de 90%) e o DPD (depressão do ponto de orvalho). O modelo NHRH leva em consideração o número de horas com a umidade relativa do ar acima de 90% (Sentelhas et al. 2008). O modelo DPD é calculado pela diferença entre a temperatura do ar e a temperatura do ponto de orvalho. Nesse modelo são utilizados limites inferiores e superiores que definem a duração do molhamento, sendo estes 2,0 e 3,8°, respectivamente. O período de molhamento foliar começa quando a DPD é menor que o limite inferior e termina quando seu valor é maior que o limite superior (Lulu et al. 2008; Gillespie et al. 1993).

2.2 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido no município de Santa Cruz do Rio Pardo, SP, durante as safras 2015/16 e 2016/17. Na primeira safra, as aplicações foram realizadas a partir do florescimento entre agosto e novembro de 2014 e na segunda safra entre agosto e setembro de 2015. Um pomar comercial de laranja doce ‘Pera’ (*Citrus sinensis* L. Osbeck) enxertada em limão ‘Cravo’ (*Citrus limonia* Osbeck), plantado em 2001, com espaçamento de 7,0 m x 2,5 m e densidade de 570 plantas/ha foi utilizado (Figura 1). O talhão foi selecionado devido ao histórico de alta severidade da doença nas safras anteriores.

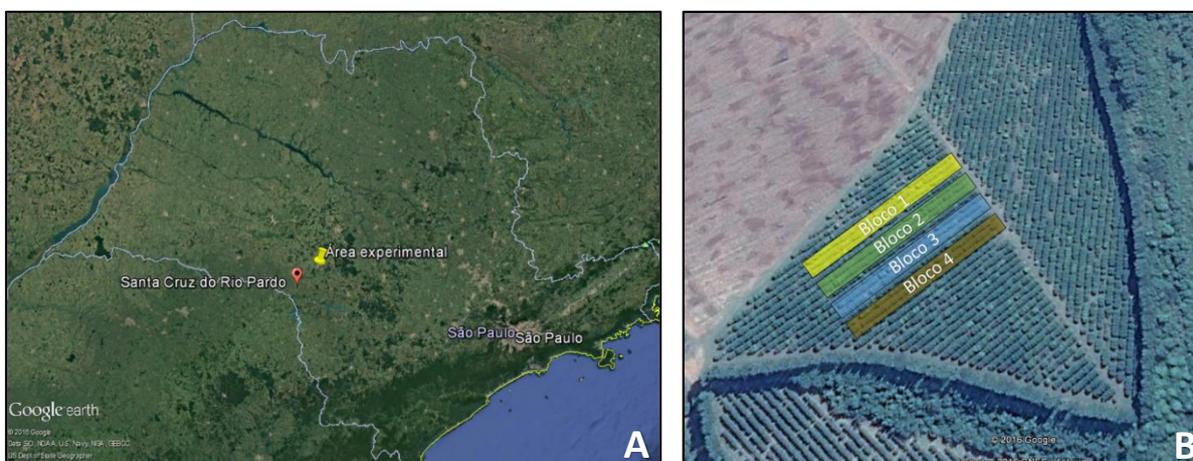


Figura 1. Localização da área experimental no município de Santa Cruz do Rio Pardo no sudoeste paulista (A). Cada bloco representa três linhas do pomar escolhido para a realização do experimento para o controle da podridão floral dos citros (B). (Fonte: Google Earth).

2.3 Dimensionamento do volume de copa das plantas

O volume médio de copa das plantas foi estabelecido utilizando a metodologia adaptada do “*tree-row-volume*” (Scapin et al., 2015; Silva Junior et al., 2016). Para estimar o volume, mensurou-se a altura (distância do solo ao ponto mais alto da copa, em metros), a largura (espaçamento entre plantas no sentido da linha de plantio, em metros) e a profundidade (diâmetro da copa no sentido perpendicular à linha de plantio, em metros) da copa de 10 plantas selecionadas ao acaso. A altura, largura e profundidade médias foram multiplicadas para gerar o volume de copa da planta (Figura 2). Na safra 2015/16, plantas apresentavam 45 m³ (25.700 m³/ha), enquanto que na safra 2016/17, estas apresentaram 60 m³ (34.200 m³/ha). Para o cálculo do volume de copa por hectare, o volume de copa da planta foi multiplicado por 570 (número de plantas por hectare).

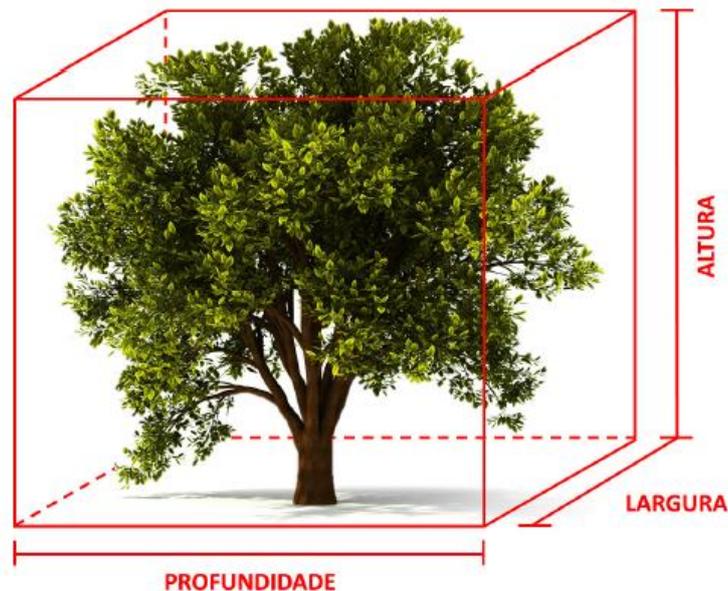


Figura 2. Dimensões utilizadas para cálculo do volume das plantas. Altura, (distância do solo ao ponto mais alto da copa, em metros); largura, (espaçamento entre plantas no sentido da linha de plantio, em metros) e profundidade, (diâmetro da copa no sentido perpendicular à linha de plantio, em metros). Imagem: cortesia de Marcelo S. Scapin.

2.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso (DBC), com quatro repetições, onde cada parcela foi composta por 3 ruas de 6 plantas, totalizando 18 plantas por parcela (Silva Junior et al., 2014b). A parcela útil foi composta pelas 4 plantas centrais da linha central de cada unidade experimental. Entre os blocos foi mantida uma linha de plantas como bordadura (Figura 3).

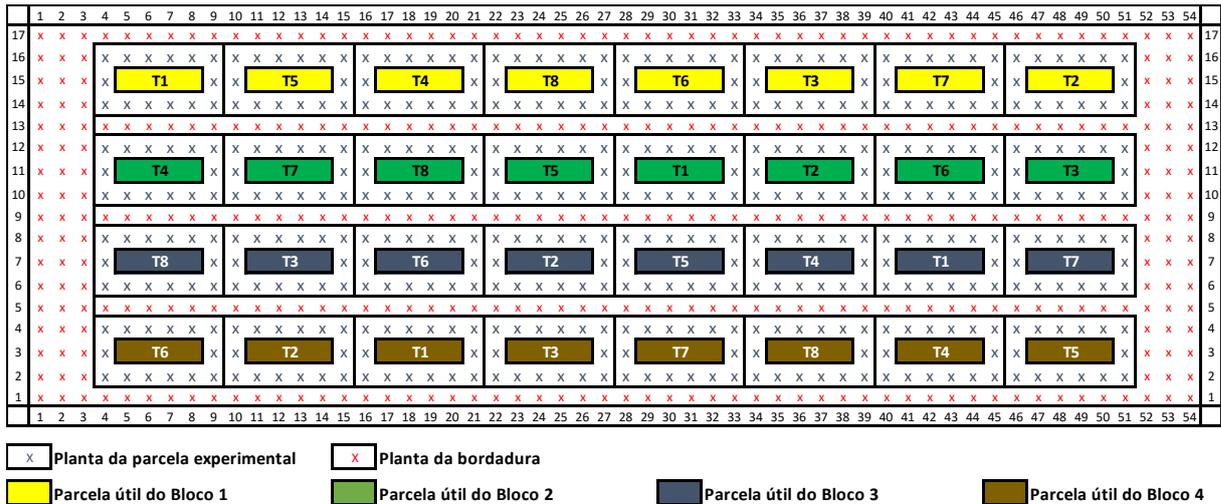


Figura 3. Croqui da área experimental com a distribuição dos blocos e parcelas experimentais.

2.5 Descrição dos tratamentos

O experimento foi composto por oito tratamentos, sendo o controle negativo sem a aplicação de fungicida. Foram avaliados três volumes de aplicação e três doses de fungicida (Tabela 1). Os volumes de calda de 230 e 320 L/ha foram avaliados tanto com o pulverizador convencional quanto com o sistema de pulverização eletrostática. Esses dois volumes foram escolhidos uma vez que representaram o máximo de volume a ser aplicado com a ponta SPE-3 nas velocidades de trabalho de 7 e 5 km/h, respectivamente. Além disso, esses eram volumes indicados pelo fabricante do sistema de pulverização eletrostática. Desta forma, na primeira safra esses dois volumes representaram 9 e 12 mL de calda/m³ de copa, e na safra seguinte, em função do aumento do volume de copa das plantas, corresponderam a 7 e 9 mL/m³. Como controle positivo foi escolhido o volume de 50 mL/m³, que é o padrão utilizado para o controle da PFC pela maioria dos citricultores do sudoeste paulista. Nas duas safras, esse volume representou 1.290 e 1.700 L/ha.

Em todos os tratamentos com os volumes de 230 e 320 L/ha foi utilizada a mistura fungicida Nativo (10% de trifloxistrobina + 20% de tebuconazol, Bayer CropScience), na dose de 0,028 mL/m³ de copa. Essa dose correspondeu a 720 e 960 mL de Nativo/ha nas safras 2015/16 e 2016/17, respectivamente. Ao volume padrão de 50 mL/m³ foi adicionado o fungicida Nativo em três doses, sendo 0,028, 0,021 e 0,014 mL de fungicida/m³ de copa. Essas doses corresponderam a 720, 540 e 360 mL de Nativo/ha na safra 2015/16, e 960, 720 e 480 mL/ha na safra seguinte (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos volumes de calda fungicida pulverizados nos tratamentos para o controle da podridão floral dos citros em pomar comercial de laranja ‘Pera’, em Santa Cruz do Rio Pardo, SP, durante duas safras, com pulverizador convencional e eletrostático.

Tratamento	Pulverizador	Volume de calda				Dose do fungicida (mL/m ³) ^a
		(2015/16)		(2016/17)		
		(mL/m ³)	L/ha	(mL/m ³)	L/ha	
1	Eletrostático	12	320	9	320	0,028
2	Eletrostático	9	230	7	230	0,028
3	Convencional	12	320	9	320	0,028
4	Convencional	9	230	7	230	0,028
5	Convencional	50	1290	50	1700	0,028
6	Convencional	50	1290	50	1700	0,021
7	Convencional	50	1290	50	1700	0,014
8	Testemunha					

^aDoses do fungicida Nativo (10% de trifloxistrobina + 20% de tebuconazol) consideradas em função do volume de copa das plantas (0,028, 0,021 e 0,014 mL/m³ de copa), que corresponderam a 720, 540 e 360 mL/ha (safra 2015/16) e 960, 720 e 480 mL/ha (safra 2016/17).

2.6 Descrição dos equipamentos utilizados nas pulverizações

Para as aplicações foram utilizados dois pulverizadores da marca Jacto, modelo Arbus Valência 4000L (Jacto, Pompéia, SP), com capacidade para 4000 litros de calda (Figuras 4A e C). Um pulverizador foi mantido com ramal contendo 40 pontas de pulverização convencional, sendo 20 de cada lado, modelo Disc & Core (AD/AC) (Jacto, Pompéia, SP) (Figura 4B). A pulverização eletrostática foi realizada utilizando outro pulverizador adaptado com o sistema de pulverização eletrostática SPE (SPE, Porto Alegre, RS), com 20 pontas de pulverização SPE-3 do mesmo fabricante, sendo 10 pontas de cada lado do ramal (Figura 4D).



Figura 4. Pulverizador Arbus Jacto Valencia 4000 L (A) com ramal especial de pontas padrão convencional da fazenda (B) e pulverizador Arbus Jacto Valencia 4000 L (C) adaptado com o ramal eletrostático SPE com pontas especiais e cabeamento para geração de carga (D).

Os volumes de calda variaram em função da velocidade de trabalho, pressão e tipo de ponta de pulverização (Tabela 2). Para a aplicação dos volumes de 230 e 320 L/ha, o turbo-pulverizador convencional foi configurado variando as pontas de pulverização e pressão de trabalho, porém mantendo-se as mesmas velocidades adotadas para o sistema de pulverização eletrostática, que foram de 7 e 5 km/h (Tabela 2), comumente utilizadas pelos citricultores para o controle da PFC nos pomares do sudoeste paulista.

Na tabela do fabricante, as pontas de pulverização convencionais AD2/AC23 (pressão de 70 psi), AD4/AC25 (150 psi) e AD5/AC25 (150 psi) geram gotas com diâmetro mediano volumétrico (DMV) em torno de 150, 173 e 191 micrômetros, respectivamente (Jacto, Pompeia, SP). As pontas de pulverização eletrostáticas geram gotas com DMV entre 50 e 120 micrômetros (SPE, Porto Alegre, RS).

Tabela 2. Descrição dos equipamentos pulverizadores, volumes de calda (L/ha), velocidades de trabalho (km/h), pressão (psi), pontas de pulverização e vazão por ponta (L/min) testados no controle da podridão floral dos citros nas safras 2015/16 e 2016/17.

Pulverizador	Volume de calda		Velocidade (km/h)	Pressão (psi)	Ponta	Número de bicos	Vazão (L/min) ^a
	mL/m ³	(L/ha)					
<i>Safra 2015/16</i>							
Eletrostático	12	320	5,0	138	SPE -3	20	0,92
Eletrostático	9	230	7,0	146	SPE -3	20	0,94
Convencional	12	320	5,0	72	AD2/AC23	40	0,46
Convencional	9	230	7,0	76	AD2/AC23	40	0,47
Convencional	50	1.290	5,0	165	AD4/AC25	40	1,84
<i>Safra 2016/17</i>							
Eletrostático	9	320	5,0	138	SPE -3	20	0,92
Eletrostático	7	230	7,0	146	SPE -3	20	0,94
Convencional	9	320	5,0	72	AD2/AC23	40	0,46
Convencional	7	230	7,0	76	AD2/AC23	40	0,47
Convencional	50	1.700	5,0	145	AD5/AC25	40	2,44

^aVolume de calda pulverizada por minuto em cada ponta de pulverização da marca AlbuZ, modelo Disc (AD) & Core (AC) e em cada ponta do sistema de pulverização eletrostática (SPE), modelo SPE-3. As vazões foram ajustadas variando a pressão no manômetro entre 72 e 165 psi.

As aplicações foram iniciadas no estágio de desenvolvimento R2 (botões verdes e fechados) e encerradas no estágio R7 (queda do estigma/estilete) em intervalos de 7 a 10 dias (Silva Junior et al., 2014b). No decorrer do florescimento de 2014 (safra 2015/16), foram realizadas cinco pulverizações, com início em 08 de outubro e término em 05 de novembro. As

plantas em todas as parcelas experimentais foram pulverizadas no período de 8:00 às 15:00 horas. No florescimento de 2015 (safra 2016/17), foram realizadas três aplicações, com início em 19 de agosto e término em 09 de setembro, nos mesmos horários mencionados anteriormente.

2.7 Avaliação dos sintomas da doença e dos danos causados sobre a fixação de frutos

Para as avaliações, foram marcados 5 ramos em cada uma das duas plantas centrais da parcela útil, totalizando 20 ramos por parcela. Nestes ramos foram contados o número de cálices retidos e frutos fixados quando da queda fisiológica de frutos que ocorre com maior intensidade 2 a 3 meses após a queda das pétalas (Silva Junior et al., 2014a). Para a avaliação dos sintomas da PFC nas pétalas, foram observadas 100 flores nas duas plantas centrais de cada parcela. No primeiro ano do experimento, safra 2015/2016, a avaliação de PFC em flores ocorreu em outubro. Após essa data, continuou-se as aplicações e uma nova avaliação foi realizada no final do mesmo mês. Em fevereiro de 2015 foi feita a avaliação de cálice retido e fruto fixado. Para a safra 2016/2017, duas avaliações de sintomas em flores foram realizadas, uma em agosto e outra em setembro de 2015. Em novembro foi realizada a avaliação de cálices retidos e frutos fixados.

2.8 Avaliação da cobertura da pulverização

A cobertura da pulverização foi avaliada para os volumes de 7, 9 e 50 mL/m³, utilizando-se o corante fluorescente Travicar (Travicar, Porto Alegre, RS) na diluição de 1 L de corante para 40 L de água. Para cada tratamento, foram pulverizadas 15 plantas seguidas na linha de plantio e, após a secagem, coletadas amostras das cinco plantas centrais. Em cada planta foi coletada uma folha nos setores interno e externo da copa e nos terços inferior, mediano e superior da copa, totalizando 6 folhas por planta e 30 folhas por tratamento com os diferentes volumes de calda e tipos de equipamento testados. A cobertura obtida em cada face (abaxial e adaxial) da folha correspondeu a uma amostra e cada tratamento foi composto por 60 amostras. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel previamente identificados. Fotos das amostras foram feitas com uso de uma câmera digital, sob iluminação de lâmpada ultravioleta. As fotos das folhas foram submetidas a avaliação de contraste de cores analisadas pelo software ImageJ – Processamento de imagens em Java (Bethesda, MD, EUA) para a quantificação da cobertura nas folhas.

2.9 Análise estatística dos dados

Os dados de incidência de flores sintomáticas, número de cálices retidos por ramo, e número de frutos fixados por ramo foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e as médias comparadas pelo teste de Tukey a nível de 5% de probabilidade por meio do software estatístico Statistica 7.0 (StatSoft, Tulsa, OK, EUA).

As coberturas médias dos cinco tratamentos com volumes de calda e tipos de equipamentos (7 e 9 mL/m³ com eletrostático, 7, 9 e 50 mL/m³ com convencional) obtidas a partir de 60 amostras (2 setores da copa x 3 terços da planta x 2 faces da folha x 5 plantas) foram analisadas por meio de análise de variância e posterior comparação das médias pelo teste de Tukey a 5%. Para comparação entre os dois tipos de equipamento (convencional ou eletrostático), as coberturas médias obtidas com 120 amostras (2 volumes x 2 setores da copa x 3 terços da planta x 2 faces da folha x 5 plantas) foram comparadas pelo teste *t* de Student a 5% de probabilidade. Para essa comparação, as coberturas obtidas nas amostras do tratamento com o volume de 50 mL/m³ aplicado com equipamento convencional foram desconsideradas. Adicionalmente, as coberturas nos dois setores da planta (externo e interno), cujas médias foram obtidas a partir de 150 amostras (5 tratamentos x 3 terços da planta x 2 faces da folha x 5 plantas) foram comparadas pelo teste *t* de Student a 5%, as médias de cobertura nas duas faces da folha (abaxial e adaxial), obtidas a partir de 150 amostras (5 tratamentos x 2 setores da copa x 3 terços da planta x 5 plantas) também foram analisadas pelo teste *t* de Student a 5%, e as coberturas nos três terços da copa (inferior, mediano e superior), obtidas com 100 amostras (5 tratamentos x 2 setores da copa x 2 faces da folha x 5 plantas) foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

2.10 Análise econômica

A avaliação dos ganhos econômicos pela redução dos volumes aplicados foi mensurada. Para tanto os valores de hora/homem e hora/máquina foram levantados utilizando as informações do Agriannual (FNP Consultoria & Comércio, 2017). O custo de cada tratamento foi estimado através da consulta de preço de defensivos em revendas agrícolas na região de Santa Cruz do Rio Pardo na safra 2015/2016.

3 RESULTADOS

3.1 Informações meteorológicas

Durante o florescimento da primeira safra, que ocorreu de outubro a novembro de 2014 e durou 35 dias, foram observados nove dias com chuvas em baixos volumes que variaram de 0,3 a 9 mm. O molhamento foliar estimado foi inferior a 12 horas em praticamente todos os dias do período, exceto no 17º dia quando atingiu 14 horas, e entre os 30º e 31º dias quando foi observado um molhamento prolongado de 23 horas consecutivas. A temperatura média do início ao fim do florescimento variou de 19 a 28°C (Figura 5A). Na segunda safra, o florescimento também foi de 35 dias, de agosto a setembro de 2015, e as chuvas ocorreram em sete dias com valores entre 1 a 67 mm. Chuvas consecutivas entre os 6º e 8º dias foram observadas, com molhamento acumulado de 32 horas consecutivas, e entre os 19º e o 20º dias, quando o molhamento foi prolongado e também somou 32 horas. Nessa safra, foram observados seis dias com molhamento foliar acima de 12 horas. A temperatura média ficou entre 16 e 27°C durante o período do florescimento (Figura 5B).

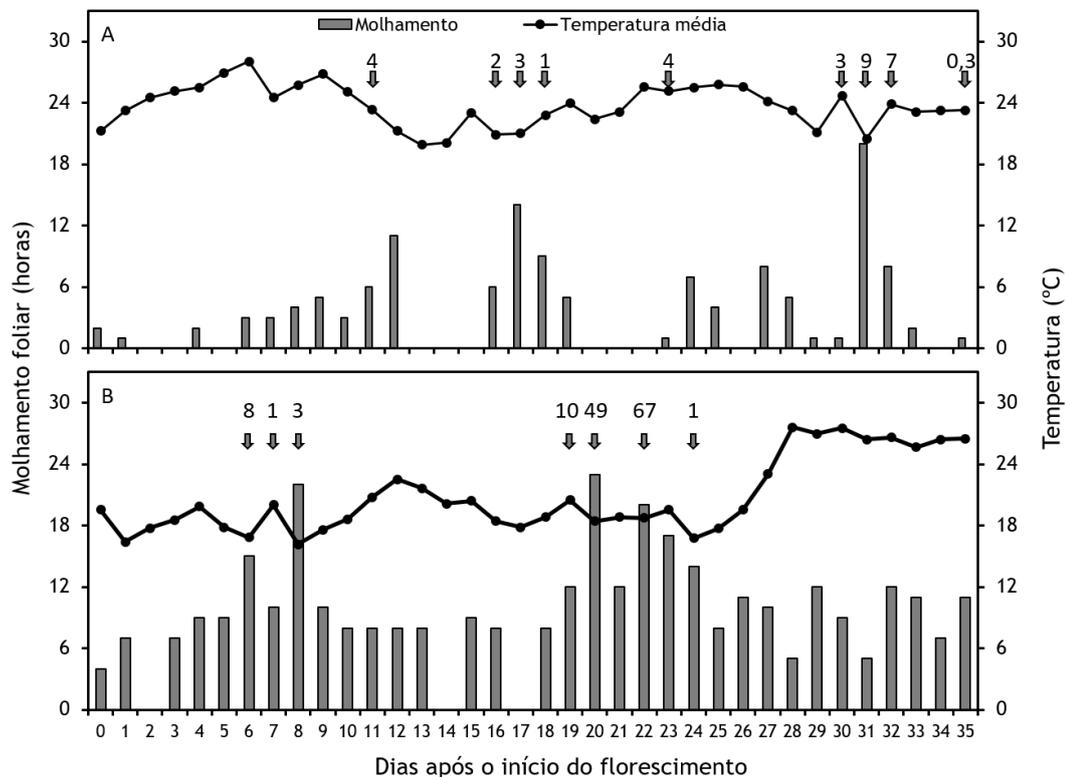


Figura 5. Temperatura média (°C) e duração do período de molhamento foliar diário (horas) estimado pelo modelo NHRH>90%. Dados obtidos com a estação meteorológica mantida na fazenda em Santa Cruz do Rio Pardo, SP, durante o período de florescimento de laranjeiras ‘Pera’ na safra 2015/16 (A) e 2016/17 (B). Dia 0 corresponde ao início do florescimento e data da primeira aplicação em 08/10/2014 (A) e em 19/08/2015 (B). Setas indicam os dias chuvosos com os respectivos volumes de chuvas (mm).

3.2 Sintomas da podridão floral e danos causados sobre a fixação de frutos

Na primeira safra, a incidência de flores com sintomas de podridão floral foi superior nas plantas que não receberam pulverizações com fungicida, as quais apresentaram 43% das flores sintomáticas. Os tratamentos com aplicação de calda em volumes de 9 a 50 mL/m³ de copa e doses do fungicida Nativo de 0,014 a 0,028 mL/m³ de copa, apresentaram de 0 a 6,7% de flores sintomáticas e não diferiram entre si. Esses tratamentos reduziram significativamente a incidência de flores doentes em mais de 80% em relação às plantas não tratadas (Figura 6A). O número de cálices persistentes foi superior no tratamento sem pulverizações, o qual apresentou média de 4,6 cálices por ramo. As plantas pulverizadas com calda de Nativo na dose 0,028 mL/m³ em volume de 50 mL/m³ apresentaram média de 0,6 cálices, valor significativamente inferior ao observado nas plantas não pulverizadas com fungicida. O número de cálices persistentes foi reduzido de 56% a 85% nas plantas tratadas com a mistura fungicida nos volumes de 7 a 12 mL/m³. Entretanto, devido à grande variação dos dados, esses tratamentos não diferiram significativamente do tratamento sem pulverizações (Figura 6B). A quantidade de frutos fixados variou de 0,27 a 0,53 frutos por ramo, e os tratamentos não promoveram aumento significativo na quantidade de frutos fixados nos ramos avaliados (Figura 6C).

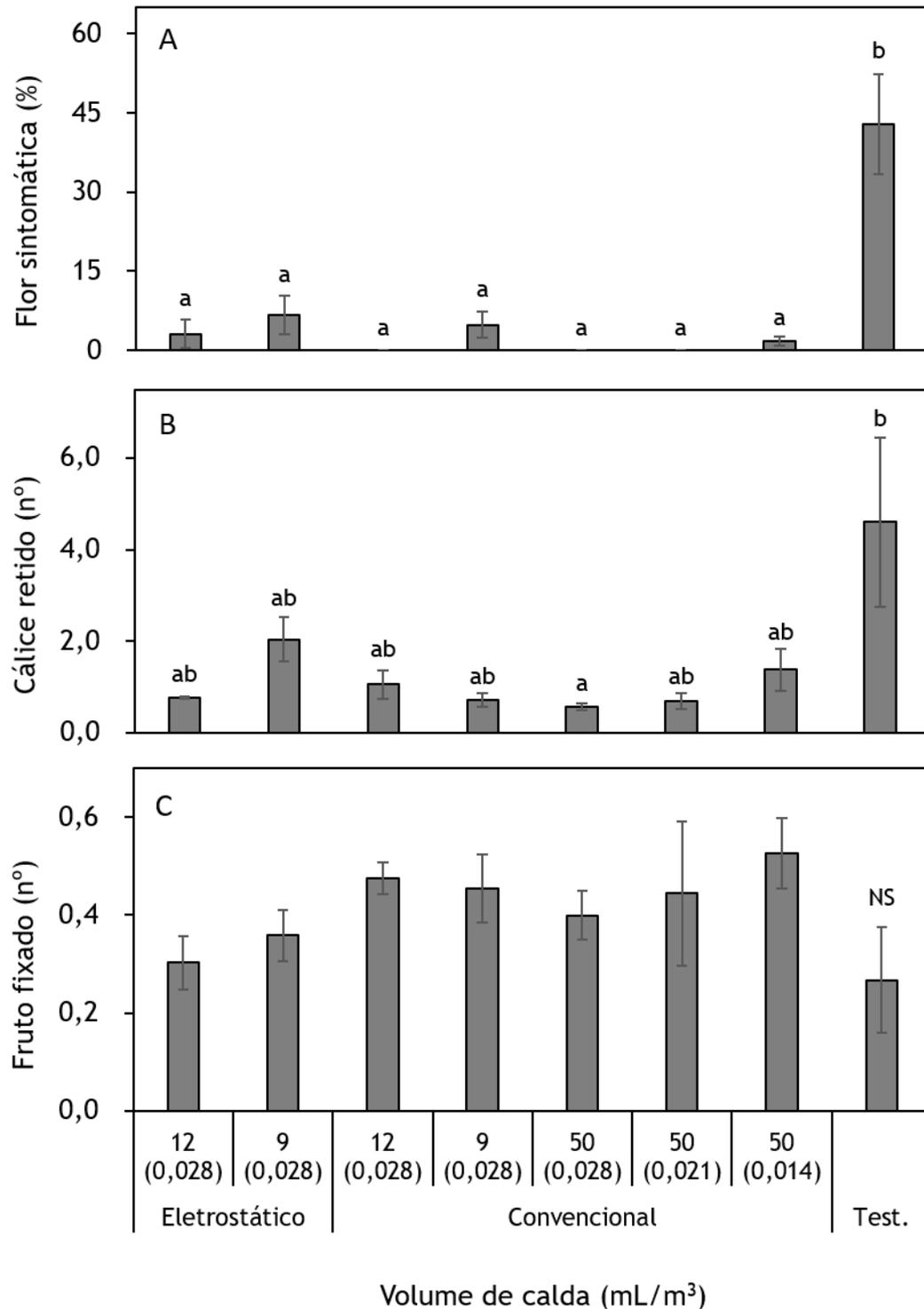


Figura 6. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálices retidos (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado em laranjeira ‘Pera’ submetidos a calda fungicida aplicada com equipamento eletrostático e convencional utilizando diferentes volumes de calda (mL/m³ de copa) e diferentes concentrações de fungicida, durante o período de florescimento da safra 2015/16. Plantas sem aplicação de fungicida serviram como controle (Test.). Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si. NS, não significativo (Tukey; $p > 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

Na avaliação de flores sintomáticas da segunda safra, os tratamentos com aplicações de fungicida apresentaram valores entre 2,6% e 11,3% enquanto que a testemunha apresentou 32,5% de flores doentes (Figura 7A). A menor redução foi observada no tratamento químico com a menor dose do fungicida (0,014 mL/m³), sendo que os demais foram eficientes em reduzir em mais de 80% os sintomas em flores. Para a quantidade de cálices retidos na planta, apesar de não haver diferença significativa entre os tratamentos, com valores médios de 1,0 a 2,9 cálices/ramo, foi observada uma tendência para maiores quantidades de cálices retidos em plantas não pulverizadas ou pulverizadas com o equipamento eletrostático (Figura 7B). Na avaliação de frutos fixados as parcelas pulverizadas apresentaram valores até 2,5 vezes maiores que plantas não tratadas com fungicida, embora sem diferença significativa (Figura 7C).

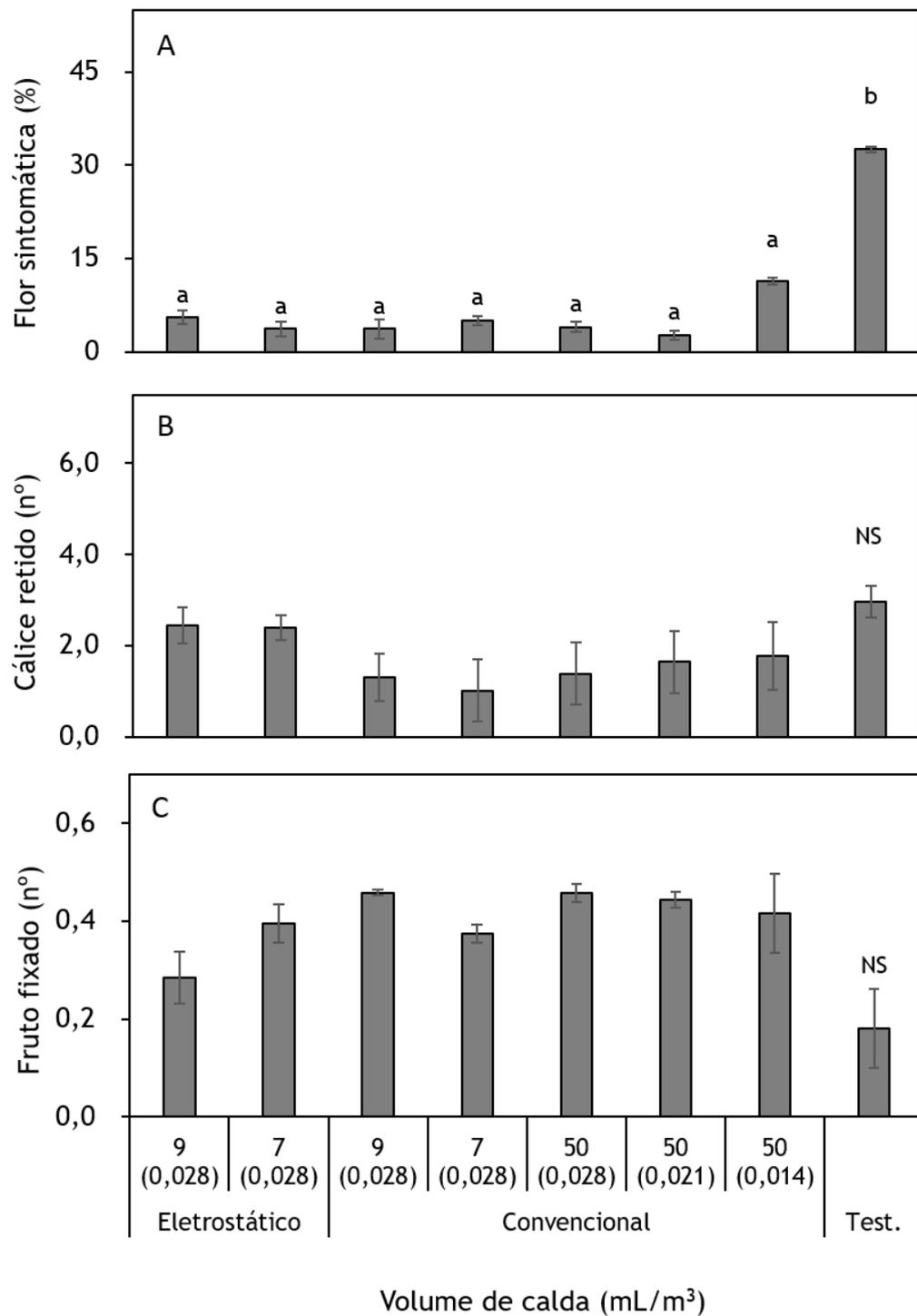


Figura 7. Porcentagem de flor sintomática (A), número de cálices retidos (B) e número de fruto fixado (C) por ramo marcado em laranjeira ‘Pera’ submetidos a calda fungicida aplicada com equipamento eletrostático e convencional utilizando diferentes volumes de calda (mL/m³ de copa) e diferentes concentrações de fungicida, durante o período de florescimento da safra 2015/16. Plantas sem aplicação de fungicida serviram como controle (Test.). Colunas seguidas pela mesma letra não diferem entre si. NS, não significativo (Tukey; $p > 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

3.3 Cobertura da pulverização

Os volumes reduzidos (7 e 9 mL/m³) pulverizados com o sistema convencional ou eletrostático, proporcionaram cobertura de 14,2 a 17,5% nas folhas, não sendo verificada diferença significativa entre eles. Como já esperado, o maior volume testado (50 mL/m³), correspondente ao padrão da fazenda, aplicado com o turbo-pulverizador convencional, proporcionou cobertura de 37,5%, valor significativamente superior aos demais (Figura 8).

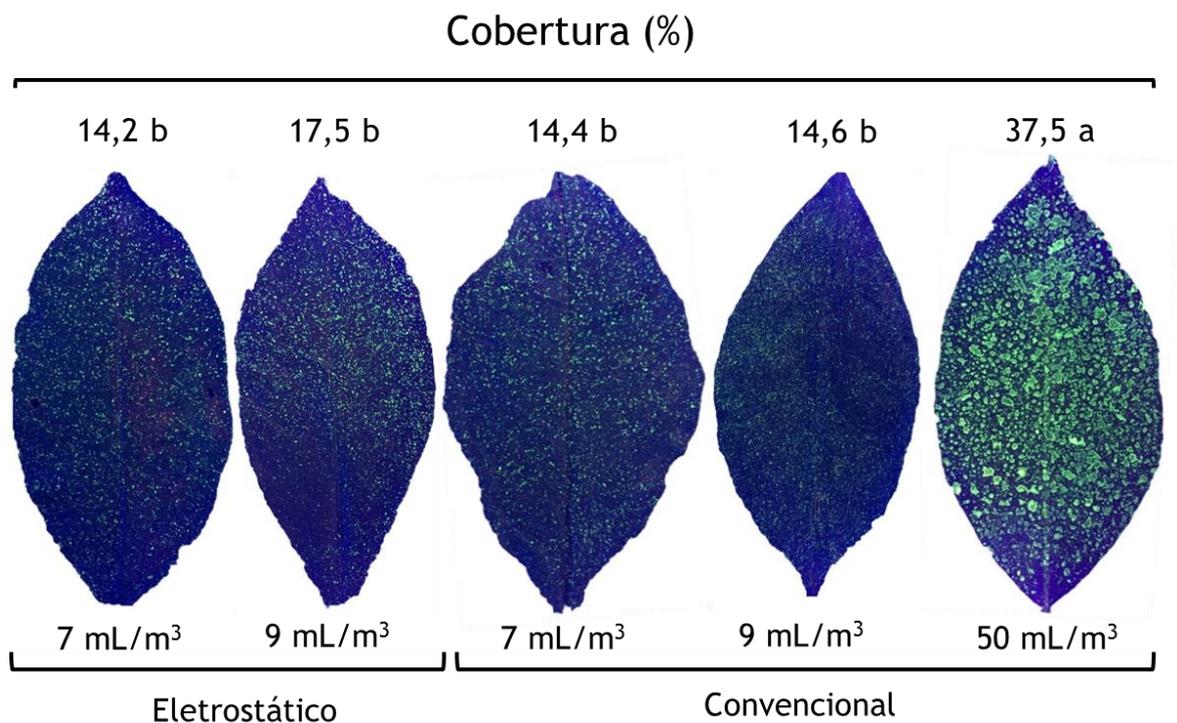


Figura 8. Cobertura média (%) de folhas de laranjeiras ‘Pera’ promovida por turbo-pulverizador equipado com pontas de pulverização eletrostática ou convencional nos volumes de 7, 9 e 50 mL/m³ contendo corante fluorescente. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si (Tukey; $p>0,05$).

O sistema de pulverização eletrostática não promoveu ganho significativo na cobertura média das folhas avaliadas, independentemente da posição das mesmas na copa das plantas. As coberturas foram similares para os equipamentos convencional e eletrostático nos diferentes setores da copa (externo e interno), terços da planta (inferior, mediano e superior), faces da folha (adaxial e abaxial) e volumes de calda (7 e 9 mL/m³) (Figura 9).

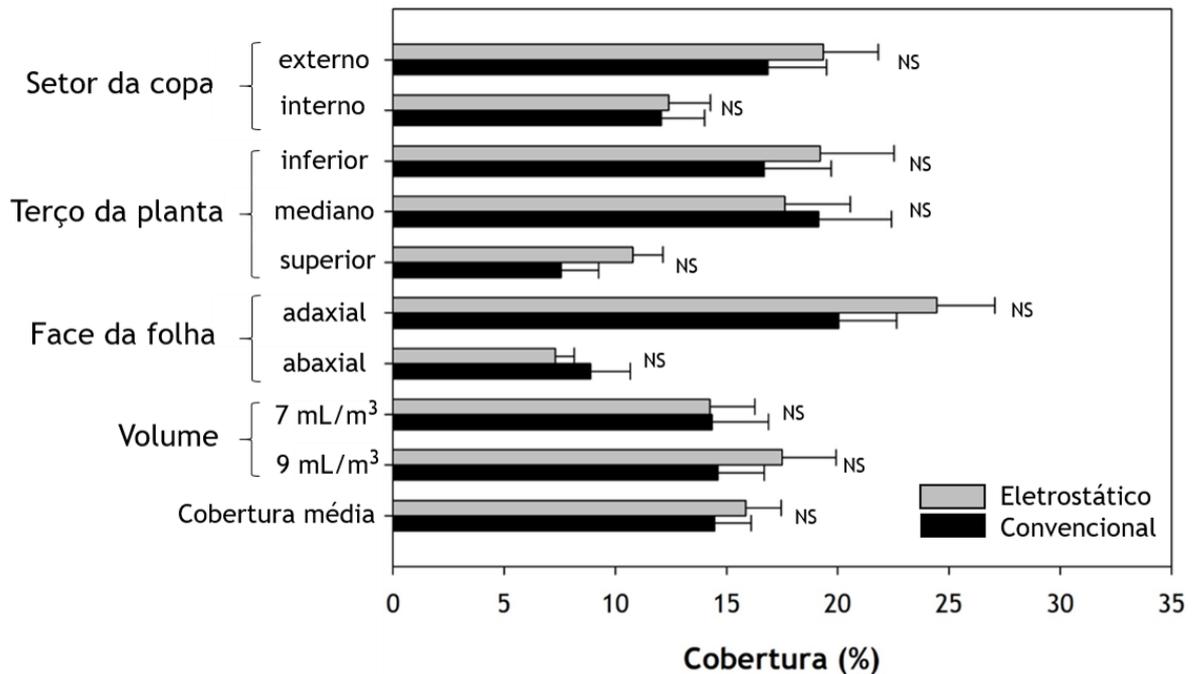


Figura 9. Cobertura foliar média (%) de pulverização realizada em laranjeiras ‘Pera’ nas partes interna e externa da copa, nos terços inferior, mediano e superior, nas faces adaxial e abaxial após pulverização com volumes de calda de 7 e 9 mL/m³, com turbo pulverizador convencional ou eletrostático. NS, não significativo para a comparação das médias de cobertura obtidas para pulverizador eletrostático e convencional em cada setor, terço, face ou volume (Teste *t* de Student; $p > 0,05$). Barras indicam o erro padrão da média.

A cobertura da pulverização variou em função do setor da planta avaliado (inferior, mediano e superior). De maneira geral, o terço superior foi o setor que menos recebeu calda, diferindo significativamente do setor mediano e inferior das plantas (Figura 10A). Adicionalmente, não foi observada diferença significativa da cobertura da pulverização em amostras de folhas coletadas tanto na parte externa quanto na interna da copa das plantas (Figura 10B). Além disso, a cobertura foi significativamente maior na face adaxial em relação a abaxial das folhas avaliadas nos diferentes tratamentos (Figura 10C).

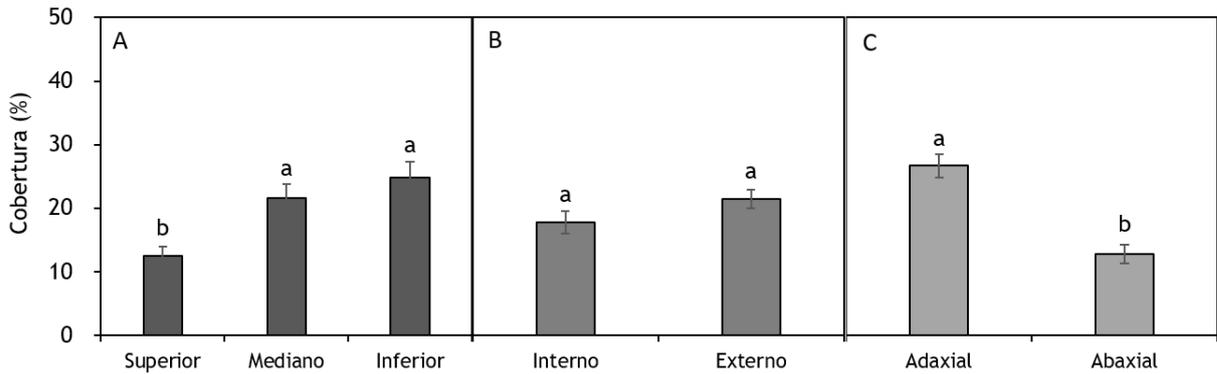


Figura 10. Cobertura foliar média (%) da pulverização avaliada em folhas de laranjeiras ‘Pera’ nos terços superior, mediano e inferior da copa das plantas (A), na parte interna e externa da copa (B) e na face adaxial e abaxial de folhas (C) pulverizadas com diferentes volumes de calda testados (7 a 50 mL/m³), com turbo pulverizador convencional ou eletrostático. Colunas seguidas pela mesma letra, na mesma figura, não diferem entre si pelo teste de Tukey (A) e teste *t* de Student (B e C) a 5% de probabilidade. Barras indicam o erro padrão da média.

3.4 Análise econômica

Na primeira safra, a redução do volume de 50 mL/m³ para 12 ou 9 mL/m³ gerou uma diminuição do número de tanques necessários para pulverizar 100 hectares, passando de 32,3 para 8,0 e 5,8 tanques, respectivamente. Esses volumes reduzidos resultaram em aumento de até 51% na área pulverizada, e redução de 12-13% do custo de controle e 75-82% do volume de água utilizado. Na safra 2016/17 ao se reduzir o volume de 50 para 9 ou 7 mL/m³ os ganhos em rendimento foram ainda maiores, sendo necessários para os menores volumes a mesma quantidade de tanques da safra anterior, enquanto que no volume padrão do citricultor o número necessário de tanques foi de 42,5. Com isso, o aumento de área pulverizada com menores volumes foi de 64-71%, o que resultou em redução de 17-18% dos custos de controle da doença e de 81-86% do volume de água utilizado (Tabela 3).

Tabela 3. Número de tanques e tempo de reabastecimento e pulverização necessários para aplicação de fungicida para o controle de podridão floral em 100 hectares de laranja doce ‘Pera’, com os respectivos aumentos de rendimento, redução de custos e economia de água obtidos com a redução do volume de calda em relação ao padrão adotado pelo citricultor.

Volume ^a		Número de tanques ^b	Tempo de operação (h) ^c		Aumento da área pulverizada (%) ^d	Redução de custo (%) ^d	Economia de água (%) ^d
mL/m ³	L/ha		Reabastecimento	Pulverização			
<i>Safra 2015/16</i>							
50	1290	32,3	16,1	23	-	-	-
12	320	8,0	4,0	23	45	12	75
9	230	5,8	2,9	23	51	13	82
<i>Safra 2016/17</i>							
50	1700	42,5	21,3	23	-	-	-
9	320	8,0	4,0	23	64	17	81
7	230	5,8	2,9	23	71	18	86

^aVolume em mL de calda/m³ de copa das plantas ou L/hectare. ^bNúmero de tanques de 4000 L de calda necessários para pulverizar uma área de 100 ha. ^cTempo necessário para reabastecer e pulverizar 100 ha, considerando 30 minutos para a captação de água e retorno à aplicação. ^dPorcentagem de aumento da área pulverizada, de redução de custos e de economia de água nos tratamentos utilizando volumes reduzidos (7 a 12 mL/m³) em comparação com o padrão utilizado pelo citricultor (50 mL/m³).

4 DISCUSSÃO

Os volumes de calda testados neste trabalho, de 7 a 50 mL de calda/m³ de copa, foram eficientes para redução dos sintomas da podridão floral em flores de laranjeiras ‘Pera’ adultas quando comparados a plantas não pulverizadas. Esses resultados corroboram com os obtidos por Soares (2015), que obteve controle eficiente da podridão floral em pomar de laranjeiras ‘Pera’ em Taquarituba, SP, com volumes de calda de 20 a 50 mL/m³. Na safra de 2010/11, quando uma epidemia de podridão floral ocorreu em todo o estado de São Paulo, reduções de até 94% de flores doentes foram observadas em pomares de laranjeiras ‘Pera’ em Santa Cruz do Rio Pardo e Taquarituba com a utilização de volumes de calda de 35-40 mL/m³ de copa (Silva Junior et al., 2014b).

Apesar de eficiente em relação ao tratamento sem pulverizações, a utilização de volumes de calda reduzidos (7 a 12 mL/m³), independentemente do equipamento (convencional ou eletrostático) resultou em um aumento sutil da incidência da doença nas flores em comparação com o volume de 50 mL/m³. Esses volumes reduzidos apresentaram cobertura de pulverização inferiores em relação ao volume de 50 mL/m³ de copa. Em plantas tratadas com volumes inferiores a 12 mL/m³ foi observado com frequência a presença de ramos com inúmeras flores sintomáticas em uma parte da copa e outros não apresentavam flores com sintomas em outra parte distante da mesma planta. Isso poderia ser explicado pela reduzida cobertura do alvo, independentemente do tipo de tecnologia de pulverização utilizada. Esses resultados sugerem que, a utilização de volume de calda muito reduzido apesar de ser eficaz no controle da doença, pode não ser tão eficiente quanto os volumes superiores. Portanto, esses volumes inferiores a 12 mL/m³ não seriam uma opção segura para uso em pomares de citros quando as condições forem muito favoráveis para a ocorrência da podridão floral e deveriam ser avaliados novamente em trabalhos futuros. Nas duas safras testadas as condições não foram altamente favoráveis e mesmo assim a proteção conferida por volumes reduzidos foi sutilmente inferior quando comparada a volumes e doses superiores maiores.

Na cultura dos citros, resultados semelhantes de cobertura de pulverização foram obtidos com pulverizações para o controle do psílídeo (*D. citri*) com pontas de pulverização convencional ou eletrostática da mesma marca e modelo avaliados neste trabalho (Lanza, 2016). No estudo com o psílídeo, o volume de 800 L/ha (31 mL/m³) aplicado com pulverizador convencional foi considerado o padrão usado pelo citricultor e gerou em média uma cobertura de 30% em folhas de laranjeiras ‘Valência Americana’, enquanto que o volume reduzido de 200 L/ha (8 mL/m³) proporcionou uma cobertura significativamente inferior, entre de 10-15%,

tanto com equipamento convencional, quanto para o eletrostático, os quais não diferiram entre si.

Na cultura do café, o sistema eletrostático não foi capaz de incrementar a deposição possivelmente em função da longa distância entre a ponta do pulverizador e o alvo a ser protegido na planta (Gitirana Neto et al., 2016). Essa distância entre a ponta e a planta também poderia explicar a menor cobertura da pulverização na parte superior da copa das plantas em nosso estudo, provavelmente devido a maior dificuldade de direcionamento das gotas para a porção superior da copa. Normalmente em pomares de citros adultos e altos, é difícil posicionar o centro da turbina do turbo-pulverizador em direção à metade da altura da copa das plantas, e assim distribuir de forma homogênea a calda nos três terços da copa da planta. Esses resultados são similares aos observados por Araújo et al. (2013) para o controle da pinta preta dos citros (*Phyllosticta citricarpa*) em pomar de laranja ‘Valência’, que apresentou menor cobertura de pulverização, e conseqüentemente maior severidade da doença no terço superior da copa.

Os resultados obtidos aqui demonstram que o equipamento eletrostático apesar de teoricamente ter carregado as gotas não promoveu maior cobertura da planta em comparação ao pulverizador contendo pontas comumente utilizadas pelos citricultores. Esses resultados sugerem que a medição das cargas das gotas e ajustes no equipamento devem ser feitos para que a cobertura da pulverização, e conseqüentemente o controle da doença sejam melhorados. De acordo com Maski & Durairaj (2010), a eficiência da pulverização eletrostática depende da quantidade de carga eletrostática carregada pela gota. Esses autores observaram que, quando a pulverização foi realizada com vazões menores, em torno de 30 mL/minuto, a carga presente nas gotas foi em média de 11,53 mC/kg, enquanto que em vazões mais altas, em torno de 600 mL/minuto, a carga foi reduzida para 0,33 mC/kg. Essa redução de carga nas gotas aplicadas em pulverização com altas vazões poderia explicar a baixa eficiência do equipamento eletrostático obtida nesse trabalho, uma vez que a vazão utilizada foi sempre superior a 900 mL/minuto. Sendo assim, o pulverizador convencional quando adequadamente regulado para aplicar volume similar ao do eletrostático, mesmo que reduzido, foi igualmente eficiente. Desta forma, a melhor alternativa para o controle da podridão floral, mesmo utilizando volumes reduzidos (em torno de 10 mL/m³), continua sendo o equipamento com pontas convencionais, uma vez que não gera o custo extra da compra, instalação e manutenção das pontas eletrostáticas.

Além da quantidade de carga, o tamanho das gotas é outro fator importante no momento da escolha de pontas de pulverização e regulagem do pulverizador. As gotas, em geral, são classificadas em seis tamanhos, variando de muito fina à extremamente grossa (ASAE S-572

Spray Tip Classification by Droplet Size). No equipamento com pontas convencionais o DMV das gotas variou de 150 a 190 micrômetros (Jacto), o que seria classificado entre gotas finas e médias. As pontas de pulverização utilizadas no equipamento eletrostático testado geram gotas em torno de 80 micrômetros, sendo classificadas como muito finas. Essas gotas menores são desejáveis no sistema eletrostático, uma vez que são mais facilmente carregadas (Sazaki et al., 2013). Por outro lado, o fato de serem muito finas pode ter influenciado a deposição nas plantas nesse estudo, uma vez que as aplicações foram realizadas durante o dia, período em que normalmente a temperatura é mais elevada e a umidade relativa do ar é mais baixa. Esses fatos favoreceram a ocorrência de deriva e redução da vida útil das gotas. Trabalhos futuros com avaliação da doença em condição mais favorável poderiam gerar resultados adicionais em relação ao uso do equipamento eletrostático e eficiência de volumes reduzidos. A avaliação do equipamento eletrostático poderia ser realizada com gotas de diferentes tamanhos, e carregadas com diferentes intensidades de carga elétrica.

A adoção de volume de calda dentro da faixa de 20 a 50 mL/m³ de copa continua sendo a opção mais eficiente e segura para o controle da podridão floral, proporcionando excelente relação custo-benefício para o citricultor, conforme já demonstrado por Soares (2015). Essa faixa de volume adotada por citricultores a partir da década de 2010, que representa na maioria dos pomares volumes inferiores a 1.000 L/ha, é mais baixa que os volumes acima de 2000 L/ha utilizados na década de 1990 (Feichtenberger et al., 2010). Contudo, os resultados do presente estudo indicam que é possível reduzir o volume de calda para 7 a 12 mL/m³ e manter um controle eficaz da doença. Estes volumes podem contribuir para o aumento do rendimento operacional em grandes propriedades que, mesmo utilizando volumes de calda entre 20 e 50 mL/m³, ainda gastam mais de 7 dias para proteger toda a fazenda, intervalo máximo adotado para o controle da podridão floral (Peres et al, 2004; Pavin Junior, 2014) em condições de molhamento inferior a 48 horas (Silva Junior, 2016). Além disso, mesmo em áreas pulverizadas com fungicidas em intervalos de 7 dias entre as aplicações, epidemias severas de podridão floral têm sido observadas após a ocorrência de eventos de chuvas por 2-3 dias consecutivos com prolongamento do período de molhamento foliar por mais de 48-72 horas (Silva Junior et al., 2014b; Tank Junior, 2013). Após a ocorrência dessa condição muito favorável é recomendável que o fungicida seja imediatamente reaplicado, o que poderia ser realizado com a adoção desses volumes mais reduzidos. Para a identificação do momento correto da pulverização do fungicida, bem como a necessidade de reaplicação do produto, o citricultor pode consultar o sistema de previsão desenvolvido para o controle da doença no Brasil (Gama et al., 2016). Portanto, volumes inferiores a 20 mL/m³ embora apresentem benefícios, não devem ser utilizados como

regra em todas as aplicações e pomares de uma determinada propriedade, uma vez que resultaram em cobertura inferior de pulverização, o que poderia proporcionar controle inferior da doença em comparação aos volumes superiores, e também em condições mais favoráveis para a doença comparadas as observadas nesse estudo.

O aumento do rendimento operacional também pode ser obtido com o aumento da velocidade de aplicação, que pode ser de até 7 km/h (Silva Junior, 2016). Além disso, as aplicações podem ser realizadas quando as plantas estiverem molhadas. Não é necessário, portanto, a secagem total da planta para início ou retomada das aplicações, o que também permite a proteção de maior de área em menor tempo, mesmo em épocas com a ocorrência de chuvas frequentes (Soares, 2015). Vale ressaltar que a ocorrência de chuva em volume superior a 26 milímetros logo após a aplicação acarreta redução da eficiência de controle do fungicida e requer reaplicação do mesmo (Gonçalves et al., 2012).

A busca constante por maior rendimento operacional, menor perda de produto para o meio ambiente e uso sustentável dos recursos naturais, como a água, são questões importantes na agricultura e presentes em trabalhos relacionados a diversas doenças e pragas que acometem os citros como o cancro cítrico, a pinta preta, o psilídeo *D. citri* e a podridão floral (Scapin et al., 2015; Scardelato, 2013; Soares, 2015; Silva Junior et al., 2016; Lanza, 2016). Os volumes utilizados nesse experimento para o controle de *Colletotrichum* spp. se mostraram eficientes, dadas as condições climáticas durante o ensaio, e ainda promoveram significativos ganhos operacionais com redução de custo e do uso da água.

As misturas de triazol + estrobilurina estão registradas na cultura dos citros para o controle da podridão floral dos citros em duas formulações prontas: 20% de tebuconazol + 10% de trifloxistrobina (produto comercial Nativo, 600 a 800 mL/ha) e 12,5% de difenoconazol + 20% de azoxistrobina (Priori Top, na dose de 400 a 600 mL/ha) (Brasil, 2016). Entretanto, essa recomendação de dose de produto por hectare pode gerar deficiência de fungicida em alguns pomares e excesso em outros, uma vez que os pomares podem apresentar variações no volume de copa em função do tamanho e idade da planta, variedade, etc (Scapin et al., 2015; Soares, 2015; Silva Junior et al., 2016). Desta forma, a recomendação de dose dos produtos considerando o volume de copa das plantas é uma alternativa para evitar perdas do defensivo aplicado. Para o controle da podridão floral, estudos recentes demonstraram que o controle eficiente da doença pode ser obtido com a utilização, por exemplo, da dose de 0,028 mL de Nativo/m³ de copa (Tank Junior, 2013; Pavin, 2014; Silva Junior et al., 2014b; Soares, 2015). Durante as duas safras desse estudo, a mistura de tebuconazol + trifloxistrobina foi eficiente quando utilizada nas doses de 4,2 + 2,1 ou 5,6 + 2,8 mg/m³, que representaram 0,021 e 0,028

mL do produto comercial Nativo/m³ de copa, respectivamente. Portanto, essas doses poderiam ser utilizadas para o controle da podridão floral nos pomares de citros. Em contrapartida, 0,014 mL de Nativo/m³, apesar de reduzir a doença em comparação com as plantas não pulverizadas, se mostrou um pouco menos eficiente que as demais doses superiores testadas, não sendo recomendada a sua utilização antes da realização de novos estudos em condições mais favoráveis para a podridão floral. Vale ressaltar que, resistência de *C. acutatum* aos fungicidas do grupo das estrobilurinas já foi observada recentemente na cultura do morangueiro na Flórida, EUA (Forcelini et al., 2016). Portanto, para reduzir o risco de seleção de linhagens resistentes de *C. acutatum* na cultura dos citros, as estrobilurinas devem ser utilizadas sempre em doses suficientes para controlar eficientemente o patógeno. Além disso, estrobilurinas não devem ser aplicadas de forma isolada mais de duas vezes na mesma safra, mas sim em mistura com triazol para o controle da podridão floral ou em associação com fungicidas a base de cobre para o controle da pinta preta dos citros (Silva Junior et al., 2016).

5 CONCLUSÕES

A aplicação da mistura triazol + estrobilurina em volumes de 7 a 50 mL/m³ é eficaz para o controle da podridão floral.

A cobertura de folhas é superior em plantas pulverizadas com o volume de 50 mL/m³ de copa quando comparada com volumes de 7 a 9 mL/m³.

O turbo-pulverizador equipado com pontas eletrostáticas promove controle de PFC e cobertura de pulverização similares ao equipamento com pontas convencionais.

A mistura tebuconazol + trifloxistrobina é altamente eficiente no controle da podridão floral quando aplicada em doses iguais ou superiores a 4,2 + 2,1 mg de i.a./m³ de copa, respectivamente.

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.
- Araújo, D., Raetano, C.G., Ramos, H.H., Spósito, M.B., Prado, P.P. 2013. Interferência da redução no volume de aplicação sobre o controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa* Kiely) em frutos de laranja “Valência”. **Summa Phytopathologica** 39:172-179.
- ASAE S-572. Spray tip classification by droplet size. Disponível em: <http://www.sherwoodpumps.com/FileAttachments/Spray/enus/Spray%20Tip%20Classification%20by%20Droplet%20Size.pdf>. Acesso em: 22 out 2016.
- Bayer, T., Costa, I.F.D., Lenz, G., Zemolin, C., Marques, L.N., Stefanelo, M.S. 2011. Equipamentos de pulverização aérea e taxas de aplicação de fungicida na cultura do arroz irrigado. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola Ambiental** 15:192-198.
- Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. 2016. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. Disponível em: <http://agrofit.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 20 abr. 2016.
- 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.
- Byers, R.E. 1987. Tree-row-volume spraying rate calculator for apples. **Hortscience** 22:506-507.
- Carroz, J.W., Keller, P.N. 1978. Electrostatic induction parameters to attain maximum spray charge. **Transactions of the ASAE** 1:63-69.
- Chaim, A. 2006. **Pulverização eletrostática**: principais processos utilizados para eletrificação de gotas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente. 17 p.
- Denham, T.G. 1988. Postbloom fruit drop disease. In: Whiteside, J.O., Garnsey, S.M., Timmer, L.W. (Ed.) **Compendium of citrus disease**. Saint Paul: American Phytopathological Society. p. 24-25.
- Endacott, C.J. 1983. Non-target organism mortality: a comparison of spraying techniques. **Proceedings of 10th International Congress on Plant Protection**. Brighton, Croydon. p. 502.
- 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 de 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.

Feichtenberger, E., Santos, J.M.F., Spósito, M.B. 2010. Pulverizações em baixo volume no controle das principais doenças fúngicas dos citros. **Citricultura Atual** 74:12-15.

Forcelini, B.B., Seijo, T.E., Amiri, A., Peres, N.A. 2016. Resistance in strawberry isolates of *Colletotrichum acutatum* from Florida to Quinone-Outside inhibitor fungicides. **Plant Disease** 100:2050-2056.

FNP Consultoria & Comercio. 2015. Citros. In: _____. **Agrianual 2017**: anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 225-235.

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.

Frare, G.F., Couto, H.T.Z., Ciampi-Guillardi, M. 2016. The causal agent of citrus postbloom fruit drop, *Colletotrichum acutatum*, can survive on weeds. **Australasian Plant Pathol** 45:339.

Fundecitrus. 2016a. **Inventário de árvores do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro**. Fundecitrus: Araraquara. 40 p.

Fundecitrus. 2016b. **Reestimativa da safra de laranja 2016/17 do cinturão citrícola de São Paulo e triângulo/sudoeste mineiro - cenário em dezembro/2016**. Disponível em: <http://www.fundecitrus.com.br/pdf/pes_relatorios/1216_Reestimativa_da_Safra_de_Laranja_dez.pdf>. Acesso em: 09 jan. 2017.

Gama, A.B., Silva Junior, G.J., Peres, N., Amorim, L. 2016. A new web-based forecast system for citrus postbloom fruit drop. In: **XIII International Citrus Congress**, 2016, Foz do Iguaçu. Abstract book of the XIII International Citrus Meeting. Campinas/Londrina: IAC/IAPAR, p. 131.

Gasparotto, L., Pereira, J.C.R., Vêras, S.M. 1997. A podridão floral dos citros no Estado do Amazonas. **Instruções técnicas**. Embrapa. Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental. 6:1-3.

Gillespie T.J., Srivastava B., Pitblado R.E. 1993. Using operational weather data to schedule fungicide sprays on tomatoes in southern Ontario, Canada. **Journal of Applied Meteorology and Climatology** 32:567-573.

Gitirana Neto, J., Cunha, J.P.A.R., Marques, R.S., Lasmar, O, Borges E.B. 2016. Deposição de calda promovida por pulverizadores empregados na cafeicultura de montanha. **Coffee Science** 11:267-275

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. 2012. 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. p. S46-46

- Hislop, F.C. 1988. Electrostatic ground-rig spraying: an overview. **Weed Technology** 2:94-104.
- 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.
- Lanza, R.M. 2016. Eficácia da pulverização eletrostática no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de citros. 22 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.
- Laryea, G.N.; No, S.Y. 2005. Effect of fan speed and electrostatic charge on deposition of orchard canopy sprays. **Atomization and Sprays** 15:133-144.
- 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 agente of postbloom fruit drop. **Journal of the American Society for Horticultural Science** 128:578-580.
- 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.
- Lulu J., Sentelhas P., Pedro M., 2008. Estimating leaf wetness duration over turfgrass, and in a “Niagara Rosada” vineyard, in a subtropical environment. **Sci Agric** 65:10-17.
- Magno Junior, R.G., Teixeira, M.M., Vieira, L.B., Ferreira, L.R., Alvarenga, C.B. 2011. Desenvolvimento de um dispositivo para atração de gotas da aplicação eletrostática em plantas cítricas. **Bioscience Journal** 27:798-804.
- Marinho, C.S., Oliveira, L.J.C.C., Serrano, L.A.L., Carvalho, A.J.C. 2005. Efeitos do ácido giberélico e fungicidas sobre a podridão floral dos citros em lima ácida “Tahiti”. **Laranja** 26:47-57.
- 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.
- Marques, J.P.R., Amorim, L., Silva Junior, G.J., Sposito, M.B., Appezzato da Gloria, B. 2015. Structural and biochemical characteristics of citrus flowers associated with defence against a fungal pathogen. **AoB Plants** 7: doi:10.1093/aobpla/plu090.
- Maski, D. Durairaj, D. 2010. Effects of electrode voltage, liquid flow rate, and liquid properties on spray chargeability of an air-assisted electrostatic-induction spray-charging system. **Journal of Electrostatics** 68:152-158

Melo, M.B., Silva, L.M.S. 2006. **Aspectos técnicos dos citros em Sergipe**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros. 82 p.

Monteiro, M.V., Carvalho, W.P.A., Baesso, R.N. 2001. Avaliação da eficácia da pulverização eletrostática por via aérea no controle de pulgões (*Aphis gossypii*), lagarta das maçãs (*Heliothis virescens*) e spodoptera (*Spodoptera frugiperda*) na cultura do algodão. **II Simpósio Internacional de tecnologia de aplicação de agrotóxicos: eficiência, economia e preservação da saúde humana e do meio ambiente**. Jundiaí, SP. 5 p.

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

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., Souza, N.L., Timmer, L.W., 2000. Postbloom fruit drop in Brazil and Florida: occurrence and control by fungicides. **International Society Citriculture**. Orlando 9:1051-1052.

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.

Peres, N.A., Timmer, L.W., Adaskaveg, J.E., Correll, J.C. 2005. Lifestyles of *Colletotrichum acutatum*. **Plant Disease** 89:784-796.

Pinho, D.B., Lopes, U.P., Pereira, O.L., Silveira, A.L., Goes, A. 2015. Fungal Planet 357: *Colletotrichum abscissum*: Molecular re-identification of *Colletotrichum acutatum* sensu lato causing citrus postbloom fruit drop in Brazil. **Persoonia: Molecular Phylogeny and Evolution of Fungi** 34:236-237.

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.

Ramos, H.H., YanaI, K., Araújo, D., Rocha, D.S.R., Spósito, M.B., Bassanezi, R.B. 2007. Estado da arte na tecnologia de aplicação em frutíferas - volume de aplicação e diâmetro de gotas. **Summa Phytopathologica** 33:110-112.

Sasaki, R.S., Teixeira, M.M., Fernandes, P.M. de B.M., Rodrigues, D.E. 2013. Deposição e uniformidade de distribuição da calda de aplicação em plantas de café utilizando a pulverização eletrostática. **Ciência Rural** 43:1605-1609.

Scardelato, D.A., 2013. Adequação do volume de calda no controle de *Diaphorina citri* Kuwayama (Hemiptera: Liviidae) em pomar de laranja, no município de Colômbia, SP. 29 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

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.

Sentelhas, P.C., Dalla Marta A., Orlandini, S. 2008. Suitability of relative humidity as an estimator of leaf wetness duration. **Agric For Meteorol** 148:392-400

Serra, M.E., Chaim, A., Raetano, C.G. 2008. Pontas de pulverização e eletrificação das gotas na deposição da calda em plantas de crisântemo. **Pesquisa agropecuária brasileira** 43:479-485.

Serra, M.E. 2007. Deposição e eficiência da pulverização eletrostática no controle do ácaro-rajado *Tetranychus urticae* (Koch, 1836) (Acari: Tetranychidae) na cultura do crisântemo. 57f. **Tese de Mestrado**. Botucatu, SP: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade de São Paulo.

Serra, M.E. 2011. Pulverização eletrostática e assistência de ar no tratamento fitossanitário na cultura do algodoeiro. 101f. **Tese de Doutorado**. Botucatu, SP: Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual de São Paulo.

Schroder, E.P., Loeck, A.E. 2006. Avaliação do sistema de pulverização eletrostática aérea na redução do volume de calda e dosagem do herbicida glifosate. **Revista Brasileira de Agrociência** 12:319-323.

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

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

Silva Junior, G.J., 2016. **Podridão floral**: medidas essenciais de controle. Araraquara: Fundecitrus. Manual técnico.

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.

Silva, O.A., Savi, D.C., Gomes, F.B., Gos, F.M.W.R., Silva Junior, G.J., Chirlei Glienke. 2016. Identification of *Colletotrichum* species associated with postbloom fruit drop in Brazil through GAPDH sequencing analysis and multiplex PCR. **European Journal of Plant Pathology**. Disponível em: <http://link.springer.com/article/10.1007/s10658-016-1038-z>. Acesso em: 30 out 2016.

Soares, M.A., 2015. Eficiência de volumes de calda fungicida e da adição de adjuvantes no controle da podridão floral dos citros em pomares de laranja doce. 38 f. **Dissertação de Mestrado**. Araraquara, SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

SPE, Sistema de pulverização eletrostática. 2015. **Catálogo de informações técnicas**. Disponível em: <http://www.eletrostatico.com.br/produtos>. Acesso em: 13 fev 2015.

- 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, a increasingly prevalent disease of citrus in the Americas. **Plant Disease** 4:329-334.
- 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. 1999. Diseases of fruit foliage. In: Timmer, L.W., Duncan, L.W. (Ed.). **Citrus health management**. Saint Paul: APS Press. p. 107-115.
- Zheng, J., Zhou, H., Xu, Y. 2002. Advances in pesticide electrostatic spraying in China. **Transaction of the ASAE** 3:1-12
- Zhou, Y., Li-jun, Q., Shou-xing, J., Xuan, Z., Xiang-jin, M., Zhi-hui, T., Cong-ju, S. 2012. Development and application prospects of pneumatic sprayer in orchard. **Asian Agricultural Research** 4:78-80
- 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.