

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

LUIS HENRIQUE MARIANO SCANDELAI

**Interferência do volume de calda sobre a deposição e cobertura
da pulverização com e sem surfatante em inflorescências de
laranja doce**

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

Orientador: Prof. Dr. Geraldo José da Silva Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Hamilton Humberto Ramos

Araraquara

Setembro - 2011

LUIS HENRIQUE MARIANO SCANDELAI

Interferência do volume de calda sobre a deposição e cobertura da pulverização com e sem surfatante em inflorescências de laranja doce

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

Orientador: Prof. Dr. Geraldo José da Silva Junior

Co-orientador: Prof. Dr. Hamilton Humberto Ramos

Araraquara
Setembro-2011

S294i Scandelai, Luis Henrique Mariano
Interferência do volume de calda sobre a deposição e cobertura da pulverização com e sem surfatante em inflorescências de laranja doce / Luis Henrique Mariano Scandelai. – Araraquara, 2011.
30 p.

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

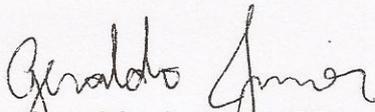
1. Tecnologia de aplicação 2. *Colletotrichum acutatum* 3. *Citrus* spp. I. Título

LUIS HENRIQUE MARIANO SCANDELA

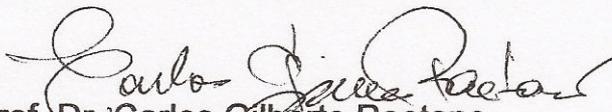
Dissertação apresentada ao Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Fitossanidade.

Araraquara, 01 de setembro de 2011.

BANCA EXAMINADORA



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



Prof. Dr. Carlos Gilberto Raetano
Universidade Estadual Paulista – UNESP, Botucatu/SP



Prof. Dr. Hamilton Humberto Ramos
Instituto Agrônômico - IAC, Jundiaí/SP

DEDICO

AOS MEUS PAIS, **JORGE E VERA**

Pela vida e pelos ensinamentos concretos sobre
humildade, honestidade e trabalho.

OFEREÇO

A MINHA ESPOSA, **LUCIANA**

pelo amor, carinho, pela confiança e luta, para que
mais uma conquista fosse alcançada

AGRADECIMENTOS

A Deus, que me ilumina e se faz presente em tudo que faço. Obrigado Senhor, porque Tu nunca me abandonaste.

Ao Grupo Agroterenas pelo apoio e incentivo à realização do curso.

Ao Sr. Napoleão Garcia Neto, diretor da Agroterenas S/A – Citros, pela oportunidade, apoio e confiança.

Ao Sr. Aprigio Tank Júnior, gerente de produção agrícola da Agroterenas, pelos valiosos ensinamentos, pela confiança e amizade.

Ao Professor Dr. Hamilton H. Ramos, pela idealização e orientação, pelo ineditismo e oportunismo do projeto.

Ao Professor Dr. Geraldo José Silva Junior, pelas inestimáveis colaborações ao projeto, pela amizade, confiança e dedicação a mim depositadas.

Ao grupo Louis Dreyfus Commodities

A equipe do laboratório do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agrônômico, principalmente, na pessoa de Marcelo Scapin, pela dedicação no processamento das amostras e análise estatística dos dados.

Aos colegas de empresa João Rocha, Marcio Soares, Fábio Mariano, Sergio Cosac e Marcelo Maximiano pela amizade, companheirismo e apoio nos momentos mais difíceis.

Aos companheiros de trabalho Jader Vieira, Anderson Pinho e Almir Rogério, pela dedicação diária e comprometimento nos trabalhos na Fazenda Rensi, sem o qual, não seria possível a realização deste curso.

A todas as pessoas que de uma forma ou de outra colaboraram para o término de mais uma etapa.

SUMÁRIO

RESUMO	VI
ABSTRACT	VII
1 INTRODUÇÃO.....	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Histórico e importância da cultura dos citros	3
2.2 Podridão floral dos citros.....	4
2.2.1 Etiologia, histórico e importância.....	4
2.2.2 Controle	5
2.3 Tecnologia de aplicação de defensivos	6
2.3.1 Conceitos	6
2.3.2 Adequação do volume de calda em pulverizações agrícolas.....	7
2.3.3 Utilização de organossiliconados em pulverizações de produtos fitossanitários.....	8
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	10
3.1 Descrição da área experimental	10
3.2 Delineamento experimental e tratamentos	10
3.3 Pulverizações	12
3.4 Amostragem	13
3.5 Avaliações	13
3.5.1 Quantificação da deposição do íon cobre nos botões florais.....	13
3.5.2 Análise da cobertura nos botões florais	14
3.6 Análise estatística dos dados	15
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	16
4.1 Quantificação da deposição do íon cobre nos botões florais.....	16
4.2 Análise da cobertura nos botões florais	18
5 CONCLUSÕES	22
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	23
ANEXOS	28

Interferência do volume de calda sobre a deposição e cobertura da pulverização com e sem surfatante em inflorescências de laranja doce

Autor: LUÍS HENRIQUE MARIANO SCANDELA

Orientador: Prof. Dr. GERALDO JOSÉ DA SILVA JUNIOR

RESUMO

A podridão floral dos citros (PFC) é causada pelo fungo *Colletotrichum acutatum*. A busca por melhorias na eficiência das pulverizações para o seu controle e reduções na quantidade dos produtos fitossanitários por meio das tecnologias de aplicação vem sendo aprimoradas, no entanto, os resultados dessa prática ainda não são consistentes para utilização em escala comercial. Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar diferentes volumes de calda fungicida aplicados com ou sem surfatante organossiliconado em inflorescências de citros, tendo como parâmetros de avaliação a deposição das gotas e cobertura da pulverização. Um experimento foi conduzido em pomar comercial com plantas de 5 anos de idade da variedade Pêra. Foram avaliados os depósitos das pulverizações sobre inflorescências utilizando-se 0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 L.planta⁻¹, aplicados com turbopulverizador combinados à três concentrações do organossiliconado Silwet L-77[®] (0; 0,025 e 0,05%) e três estádios de desenvolvimento da flor “botões verdes e fechados” (R2), “pétalas em expansão” (R3) e “pétalas totalmente expandidas” (R4), com três repetições por tratamento, totalizando 36 parcelas. Para a análise de deposição, oxicloreto de cobre (Cuprocarb 500[®]) foi utilizado como elemento traçador e adicionado na calda na concentração de 2g.L⁻¹ de cobre metálico e a quantificação de íons de cobre presentes nos botões florais pulverizados. Para as análises de cobertura dos botões florais, o pigmento rodamina foi utilizado como marcador, adotando-se o mesmo critério de amostragem utilizado para as análises de deposição do ion cobre. As avaliações da cobertura foram realizadas por meio de uma escala de notas proposta para botões florais. Nas condições do experimento, Silwet L-77[®], nas doses de até 0,05%, não aumentou a eficiência de cobertura sobre os botões florais. Na ausência do organossiliconado, o mesmo nível de cobertura foi obtido com a aplicação de 2,1 e 2,8 L.planta⁻¹. As pulverizações com volumes de até 2,8 L.planta⁻¹ não atingem o ponto de escoamento quando o alvo são botões florais no estádio de desenvolvimento R2, R3 e R4.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, *Colletotrichum acutatum*, *Citrus* spp.

Interference of the volume on spray droplet deposition and spray coverage with or without surfactant on inflorescences of sweet orange

Author: LUIS HENRIQUE MARIANO SCANDELAI

Adviser: Prof. Dr. GERALDO JOSÉ DA SILVA JUNIOR

ABSTRACT

Postbloom fruit drop (PFD) is caused by *Colletotrichum acutatum*. The search for improvements in spray efficiency for its control as well as reductions of plant protection products by means of sprayer technology has improved. However, the results of this practice have not been consistent so far, so it cannot be applied in a commercial scale. The aim of this study was to evaluate different spray volumes applied with or without organosilicone spreader on inflorescences of citrus by assessing the deposition of droplets and spray coverage. This experiment was conducted in a 5-year-old commercial orchard of Pera sweet orange trees. Spray depositions on flowers were evaluated using different spray volumes. Four volumes (0.7, 1.4, 2.1 and 2.8 L.plant⁻¹) were applied by turbo sprayer, combined with three concentrations of Silwet L-77[®] surfactant (0, 0.025 and 0.05%) and three stages of flower development: green and closed bud (R2), partially expanded flower petals (R3) and totally expanded flower petals (R4) with three repetitions per treatment, totalizing 36 plots. For deposition analysis, copper oxychloride (Cuprocarb 500[®]) was used as a tracer element and added to spray in a concentration of 2g.L copper ions. Spray deposition on flower buds was quantified by spectrophotometry. For the analysis of coverage on flower buds, rhodamine was used as a marker by adopting the same sampling criteria used for the analysis of copper deposition. Spray coverage evaluations were achieved by using a grade scale proposed for flower buds. Under these experimental conditions, Silwet L-77[®] at levels of up to 0.05% did not increase the efficiency of coverage on flower buds. In the absence of organosilicone, the same level of coverage was obtained by applying 2.1 and 2.8 L. plant⁻¹. Spray volumes of up to 2.8 L.plant⁻¹ did not reach the point of runoff when the target was flower buds at stages R2, R3 and R4.

Keywords: Sprayer technology, Postbloom fruit drop, *Citrus* spp.,

1 INTRODUÇÃO

Entre as principais doenças que ocorrem na cultura dos citros, pode-se destacar a Podridão Floral dos Citros (PFC) conhecida também por Queda Prematura dos Frutos Cítricos (QPFC), descrita pela primeira vez em Belize, em 1979, como sendo causada pelo fungo *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz & Sacc (Fagan, 1979), que foi reclassificado por Brown et al. (1996), como *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds.

Os sintomas mais evidentes da PFC são as lesões alaranjadas nas pétalas de flores abertas (Fagan, 1979; Timmer et al., 1994), embora necrose possa ocorrer no pistilo, com crescimentos fúngicos marron-alaranjados ou negros nos estiletos dos estames, no estigma, estilo ou no nectário (Lin et al., 2001). Após a infecção das flores, os frutos recém formados caem e os cálices ficam retidos, denominados popularmente de “estrelinhas” (Feichtenberger, 1994).

O controle da PFC baseia-se, quase que exclusivamente, na aplicação de fungicidas durante o período de florescimento. Entretanto, mesmo sob condições controladas, muitas vezes nas pulverizações o nível de controle desejado não é atingido. Alguns fatores podem influenciar na efetividade dos fungicidas, como a escolha correta do produto, época de pulverização e respectivo estágio de florescimento. O sucesso no controle da PFC está associado ao curto período de tempo entre as pulverizações e também ao período do florescimento (Rinaldo, 2010).

A PFC trata-se de uma doença que, quando sob condições favoráveis de infecção, apresenta crescimento exponencial, de tal forma que atrasos, mesmo em dias, podem inviabilizar o seu controle, mesmo quando se empregam fungicidas supostamente adequados (Garrido, 2002).

Nos anos em que as chuvas ocorrem em grande quantidade e durante todo o período de florescimento, as pulverizações normalmente não são realizadas no intervalo de tempo necessário para o controle da doença, que segundo Peres (2002) seria de 7 dias entre as pulverizações. Este intervalo está relacionado ao aumento de tecido e não ao período residual dos fungicidas utilizados. Uma das formas de solucionar este problema seria a otimização da eficiência operacional dos pulverizadores através da redução do volume de calda com adequação de cobertura e deposição das gotas da calda sobre os botões florais.

Entre as vantagens da utilização de um volume de calda adequado estão um menor consumo de água e fungicidas, menor custo e otimização das operações devido à maior

autonomia do tanque do pulverizador, o que proporciona redução no tempo requerido para completar uma pulverização. Feichtenberger et al. (2010) trabalharam com pulverizações em volumes alto e baixo e obtiveram níveis comparáveis de controle da PFC. O sucesso do controle químico da PFC é dependente de aplicações em épocas e intervalos adequados, do estágio fenológico e da susceptibilidade dos órgãos alvo.

O aumento da eficiência da pulverização também pode ser obtido por meio da diminuição da evaporação e deriva com a adição de espalhantes adesivos à calda. Segundo Schroder (2005), os espalhantes possuem a propriedade de alterar a tensão superficial das gotas, aumentam a adesividade e absorção nas folhas. Esses espalhantes ao reduzirem a tensão superficial também podem solubilizar parte da cera existente na superfície da folha e influenciar a permeabilidade da membrana citoplasmática (desnatura e precipita proteínas), influenciar no impacto, adesão e retenção das gotas pulverizadas, aumentar o espalhamento, umectância e a permeabilidade da cutícula ou da plasmalema, intensificando o processo de absorção (Knoche & Bukovac, 1993).

Stevens et al. (1996) citam que os surfatantes organosiliconados além de apresentarem as características descritas acima podem ser absorvidos pelos estômatos e cutícula, devido aos baixos valores de tensão superficial que alcançam.

Baseado no exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a interferência de volumes de calda com e sem adição do surfatante organosiliconado sobre a deposição de gotas e cobertura do alvo em diferentes estádios de desenvolvimento das flores e definir o volume ideal de aplicação para o controle da podridão floral dos citros.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Histórico e importância da cultura dos citros

As espécies de plantas cítricas pertencentes ao gênero *Citrus*, os kunquats (gênero *Fortunella*), o trifoliata (gênero *Poncirus*) e espécies de outros gêneros relativos à subfamília Aurantioideae e família Rutaceae, são nativas do sudeste do continente asiático, com ramos filogenéticos do Centro da China ao Japão e do Leste da Índia à Nova Guiné, Austrália e África Tropical. No Brasil, a cultura dos citros foi introduzida pelos portugueses, no começo do século XVI, provavelmente a partir de 1530, quando teve início a colonização (Donadio et al., 2005).

Desde 1962, quando começaram as primeiras exportações, a citricultura tem contribuído de forma definitiva para com o desenvolvimento do Brasil. No período, o setor gerou US\$ 60 bilhões em exportações e somente em 2010 estimou-se mais US\$ 2 bilhões. Em 2009, as exportações do complexo citros somaram 2,9 milhões de toneladas, sendo 1,129 milhão de toneladas de suco concentrado (FCOJ, sigla em inglês), 939 mil toneladas de suco não concentrado (NFC, sigla em inglês com dados equivalentes) e 851 mil toneladas de subprodutos (Neves, 2010).

O PIB do setor citrícola em 2009 foi de US\$ 6,5 bilhões, sendo US\$ 4,39 bilhões no mercado interno e US\$ 2,15 bilhões no mercado externo. O Brasil detém 50% da produção mundial de suco de laranja, exporta 98% do que produz e consegue 85% de participação no mercado mundial (Neves, 2010). Segundo esse autor, a citricultura gera, entre empregos diretos e indiretos, um contingente de 230 mil posições e uma massa salarial anual de R\$ 676 milhões. O faturamento total dos elos da cadeia produtiva de citros foi de US\$ 14,6 bilhões em 2009.

A competitividade do setor depende do custo de produção dos pomares, que vem subindo ano após ano, hoje de R\$ 7,26 por caixa (FNP, 2011) ante os R\$ 4,25/caixa em 2002/2003 (aumento de 70%), sendo o controle de pragas e doenças um dos principais componentes deste aumento.

No Brasil, a citricultura paulista responde por aproximadamente 79% da produção de citros, possuindo uma das maiores áreas do mundo, com cerca de 200 milhões de pés de laranja em 13.000 propriedades distribuídas em área de aproximadamente 690 mil ha (Boteon & Neves, 2005). Na safra 2009/2010, a produção brasileira foi de 397 milhões de caixas de

laranja de 40,8 Kg, posicionando mundialmente a citricultura Brasileira como a maior produtora da fruta e exportadora de suco concentrado e congelado (FNP, 2010).

2.2 Podridão floral dos citros

2.2.1 Etiologia, histórico e importância

O fungo agente causal da PFC é *Colletotrichum acutatum* J.H. Simmonds, cuja fase teleomórfica é *Glomerella acutata*, ainda não encontrada em pomares de citros. Esta espécie foi descrita originalmente como uma estirpe virulenta de *Colletotrichum gloeosporioides* (Penz.) Penz. & Sacc. (Fagan, 1979).

A PFC foi relatada pela primeira vez por Fagan (1979) em Belize, na América Central, embora os primeiros sintomas tenham sido observados neste país em 1957 nos pomares de laranja doce. A doença também já foi relatada em outros países do continente americano, como a Argentina (Schwarz et al., 1978), Colômbia e Panamá (Fagan, 1979), República Dominicana (Denham, 1979), Trindade (Fagan, 1984a), México (Orozco Santos & Gonzales Garza, 1986), Estados Unidos (McMillan Jr. & Timmer, 1989), Costa Rica e Jamaica (Timmer et al., 1994).

No Brasil, a PFC foi relatada por Porto et al. (1979) e, atualmente, ocorre em praticamente todos os Estados produtores como São Paulo, Rio de Janeiro, Paraná, Bahia, Minas Gerais, Goiás e Amazonas, causando muitos prejuízos, e que dependendo da intensidade de chuvas no período de florescimento, pode agravar ainda mais os danos. (Goes & Kimati, 1997).

No Estado de São Paulo, perdas significativas devido a PFC, ocorreram na safra 1977/78 em muitos pomares (Feichtenberger, 1991). Na safra de 1990/91, foram verificadas perdas de produção em pomares localizados nos municípios de Limeira, Campinas, Mogi Guaçu, Araras e Pirassununga, enquanto que nas safras de 1991/92, 1992/93 e 1993/94 a enfermidade afetou de forma severa as principais regiões produtoras paulistas, causando perdas de até 80% (Feichtenberger, 1994; Prates et al, 1995; Goes & Kupper, 2002).

Em condições extremamente favoráveis ao desenvolvimento do fungo, as perdas de produção podem chegar em 100% (Timmer & Zitko, 1993). Devido à baixa taxa de fixação de frutos em relação à quantidade de flores formadas, assim como, às perdas causadas por quedas naturais e outros fatores, estima-se que 5 a 6 frutos sejam perdidos para cada 100 cálices retidos, resultantes de infecções do fungo causal (Timmer & Zitko, 1995).

2.2.2 Controle

O controle da PFC fundamenta-se basicamente em pulverização com fungicidas na época do florescimento (Denham, 1979; Fagan, 1984b). Os fungicidas carbendazim, difenoconazole, trifloxystrobin, folpet, mancozeb, aplicados isoladamente ou em combinação, têm-se mostrado eficiente no controle da doença (Goes et al., 2000; Peres et al., 2002; Galli et al., 2002; Goes et al., 2008).

O longo período de exposição das flores, associado a um período crítico de infecção relativamente curto e longos períodos de chuva durante o florescimento dificultam o planejamento e a execução das pulverizações. Quando sob condições ambientais favoráveis há uma elevada reprodução do patógeno, com conseqüente expressão de sintomas. Nessas circunstâncias, a doença manifesta-se de forma exponencial, o que não permite atraso na execução de programas de controle, mesmo quando são utilizados fungicidas adequados (Goes et al., 2008).

Tem-se observado que a eficiência de um programa de controle da doença não é constante todos os anos, independente das combinações dos fungicidas avaliados (Porto, 1981a; Porto, 1981b; Goes et al., 2008). Nesse aspecto, para a tomada de decisão devem-se levar em conta o histórico da doença na área, as condições ambientais, o estágio de desenvolvimento da flor, a capacidade operacional, a variedade e o potencial de produtividade.

Goes et al. (2008) verificaram que o controle da PFC foi efetivo nas regiões de Rincão/SP e Santa Cruz do Rio Pardo/SP, quando utilizados os fungicidas carbendazim e folpet, e que uma única aplicação em flor aberta não controlou a doença, indicando que o fungicida deve ser aplicado antes, nas fases designadas ‘cabeça-de-fósforo’ e em ‘cotonete’.

O controle da doença é realizado de maneira preventiva, mesmo quando são utilizados fungicidas sistêmicos. A baixa temperatura, durante o período de florescimento, pode prorrogar o mesmo por até 60 dias. Este prolongamento é favorável para o desenvolvimento do patógeno, principalmente, quando da presença de flores abertas nas plantas. Nestas circunstâncias, e especialmente com elevada pressão de inóculo e condições ambientais favoráveis, a aplicação de fungicidas de forma preventiva durante o florescimento é essencial (Goes et al., 2008).

Atualmente os fungicidas registrados para o controle de *C. acutatum* são os pertencentes aos grupos químicos dos fungicidas benzimidazóis (carbendazim e tiofanato metílico), triazóis (difenoconazole e tebuconazole), dicarboximida (folpet) e misturas formuladas (estrobilurinas + triazol; oxazolidinadiona + ditiocarbamato) (Brasil, 2010).

2.3 Tecnologia de aplicação de defensivos

2.3.1 Conceitos

A aplicação de defensivos nos pomares cítricos é, normalmente, feita com turbopulverizadores e, não raras vezes, a pulverização é associada única e exclusivamente com o volume de aplicação, desconsiderando-se os demais fatores (alvo a ser atingido, características do produto fitossanitário, regulagens e calibrações da máquina bem como o momento da aplicação e as condições ambientais) envolvidos nessa eficiência (Ramos et al., 2005).

Pressões e volumes de aplicação elevados são frequentemente responsáveis pela perda de produtos e pela contaminação do ambiente, sendo que Matuo (1988), Willes (1997) e Chaim et al. (1999), por exemplo, mencionaram perdas de 30 a 70% do produto aplicado. Na citricultura, de um modo geral, ainda predominam as pulverizações que preconizam a visualização do escoamento da calda sobre a copa.

De acordo com Ramos et al. (2007) deve-se compreender que o produto que efetivamente controla a praga (praga, doença ou planta daninha) é aquele que atinge o alvo. Quanto menor a diferença entre o volume na ponta de pulverização e o volume sobre o alvo, maior a economia na aplicação e mais eficaz e econômico se torna o tratamento fitossanitário.

Raetano (1996) afirma que o sucesso no tratamento fitossanitário não depende somente do volume aplicado, mas também da forma como a calda é distribuída sobre a superfície das plantas (cobertura).

A deposição e distribuição de produtos químicos dependem de fatores como: tamanho de planta, deriva, tamanho de gota, densidade da copa, forma e volume de planta, volume d'água pulverizado, velocidade de deslocamento do pulverizador, vento, tipo de equipamento, volume e velocidade de saída de ar do pulverizador, distância do pulverizador até o alvo e combinação de bicos no pulverizador em relação à planta (Byers, 1987).

A determinação da cobertura e da deposição de calda sobre o alvo são parâmetros que permitem avaliar a qualidade da pulverização. Palladini (1990) estudou a cobertura da

pulverização sob diversas situações e reconheceu a dificuldade de serem feitas recomendações eficientes de aplicação devido à diversidade de fatores envolvidos no processo.

2.3.2 Adequação do volume de calda em pulverizações agrícolas

Normalmente o insucesso nas pulverizações de produtos fitossanitários é decorrente de aplicações inadequadas. As perdas ocorrem na maioria dos casos devido ao escorrimento de gotas muito grossas, deriva ou evaporação de gotas muito finas. Entretanto, quando o volume de calda utilizado e o tamanho de gotas são adequados, as perdas são menores. A utilização de pulverizações em baixo volume apresentam algumas vantagens como redução no consumo de água, menor custo e maior rendimento operacional e conseqüentemente, menores danos ao meio ambiente (Feichtenberger et al., 2010).

Na cultura dos citros alguns trabalhos com redução do volume de calda foram realizados para o controle da podridão floral dos citros, mancha marrom de alternária (causada por *Alternaria alternata*) (Feichtenberger et al., 2010), mancha preta dos citros (causada por *Guignardia citricarpa* Kiely) (Araújo, 2008; Feichtenberger et al., 2010) e do ácaro da leprose (Ramos et al., 2007).

Para a podridão floral dos citros apenas no trabalho realizado por Feichtenberger et al. (2010) foi avaliado a eficiência do controle da doença em diferentes volumes, embora a deposição de gotas não fora avaliada. Estes autores mencionaram que utilizando baixo volume (2,4-2,7 L/planta) e alto volume (6,8-8,4 L/planta) os resultados foram semelhantes no controle da doença.

Araújo (2008) avaliou a deposição de gotas e cobertura nos frutos nas pulverizações com fungicidas em diferentes volumes de calda para controle da mancha preta dos citros em Mogi Mirim na safra 2005/06 e 2006/07 e o volume de calda de 4,5 L/planta não diferiu do volume de 8,5 L/planta para os dados de incidência e severidade, assim como para a produção de frutos por planta. A utilização do volume de 3,5 L/planta apresentou resultados inferiores no controle da doença, na safra 2006/07, quando comparado aos volumes de 4,5 e 8,5 L/planta. Por outro lado no trabalho de Feichtenberger et al. (2010), níveis similares de controle da doença na safra 2002/03 no município de Rio Claro foram obtidos para os volumes de 1,5-1,8 L/planta e 6,4-7,5 L/planta.

Ramos et al. (2007) avaliando a cobertura e deposição de gotas em folhas e frutos de laranja doce para o controle do ácaro da leprose, evidenciaram que os melhores resultados de

cobertura e deposição foram obtidos em frutos. Além disso, a deposição e a cobertura apresentaram valores similares nos volumes de calda de 19,6 L.planta⁻¹ e 28 L.planta⁻¹ (volume padrão utilizado pelos produtores para o controle da praga), indicando que a utilização de 70% do volume padrão pode ser adotada, sem prejuízos ao controle deste ácaro. O volume 14 L.planta⁻¹ apresentou resultados inferiores em relação ao volume padrão, já o volume de 42 e 56 L.planta⁻¹ apresentaram resultados semelhantes ao volume padrão adotado pelos produtores no controle do ácaro da leprose.

Embora existam alguns trabalhos com redução de volume de calda para o controle de doenças e pragas em citros, nenhum dos trabalhos conduzidos visando redução de volume foi realizado especificamente para os órgãos florais tanto para pragas ou doenças.

2.3.3 Utilização de organossiliconados em pulverizações de produtos fitossanitários

Para o aumento da eficiência de uma aplicação de defensivos, visando uma maior cobertura do alvo, uma das formas seria o aumento do volume aplicado, mas isso acarretaria em aumento de custos e redução da capacidade operacional. Nestes casos, o uso de surfatantes se torna desnecessário, uma vez que acarretariam em coalescência de gotas e escorrimento da calda da superfície do alvo atingido. Outra forma de melhorar a cobertura do alvo seria a utilização de volumes onde se possam identificar as gotas distribuídas sobre o alvo associadas ao uso de um surfatante como os espalhantes adesivos (Ramos et al., 2005).

A maioria dos surfatantes, inclusive os óleos mineral e vegetal utilizados nas pulverizações, reduzem a tensão superficial da água de 72,6 mN/m (miliNewton/metro) para no mínimo 30 mN/m. Os surfatantes organossiliconados reduzem essa tensão para níveis próximos ou inferiores a 20 mN/m, sendo uma opção para utilização de pulverizações em baixo volume, uma vez que o volume de calda pode ser reduzido, mantendo a mesma eficiência de aplicação (Stevens et al., 1997)

A adição de surfatantes às caldas de pulverização melhora o processo de coalescência das gotas, contribuindo para formação de películas líquidas sobre as superfícies foliares através da redução da tensão superficial do líquido e do ângulo de contato das gotas sobre a superfície foliar (Montório, 2001).

Montório (2001) comparou o efeito de 15 tensoativos quanto ao coeficiente de eficácia na redução da tensão superficial e classificou os organossiliconados (Break Thru e Silwet L-77) como os mais eficientes. Buick et al. (1993) estudando os níveis de tensão superficial em

gotas de pulverização com o organosiliconado Silwet L-77, encontraram tensão superficial de equilíbrio variando de 19,5 a 22,9 mN/m (miliNewton/metro) em concentrações próximas a 0,05%.

Para a cultura dos citros, os organosiliconados foram estudados nas aplicações de hormônios vegetais e em nutrição foliar (Stevens et al., 1996), mas para pulverizações visando controle de doenças em citros a sua utilização é mais recente e ainda não há trabalhos disponíveis na literatura. Mas para outras culturas já existem trabalhos com a utilização dos organosiliconados em pulverizações em baixo volume. Para o controle de capim-colchão (*Digitaria sanguinalis* L.) foram utilizados os volumes de 47; 94; 187 e 347 L.ha⁻¹ de solução de calda com o herbicida fluazifop e, a redução de volume de 347 para 47 L.ha⁻¹, em mistura com os surfatantes, proporcionaram aumentos significativos no controle dessa gramínea (Jordan, 1991).

Oliveira et al. (2010) conseguiram reduções de 100 para 75 L/ha⁻¹ do volume de pulverização com a adição de 0,5% de Silwet L-77 à calda com o inseticida endossulfan na dosagem de 0,35 L i.a.ha⁻¹, visando o controle da lagarta mede-palmo (*Pseudoplusia includens*) do algodoeiro.

Segundo Mendonça (1999), o surfatante Silwet L-77 mostrou-se o mais eficiente, dentre os testados, tanto em termos de redução da tensão superficial quanto em termos de aumento da área de molhamento de folhas de tiririca (*Cyperus rotundus*). Singh & Mack (1993) também observaram que os surfatantes organosiliconados foram mais eficientes na redução de tensão superficial.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição da área experimental

O experimento foi conduzido no município de Santa Cruz do Rio Pardo-SP, em agosto de 2010, em pomar comercial de laranja doce ‘Pera’ [*Citrus sinensis* (L.) Osbeck] enxertada em tangerina Sunk (*Citrus reticulata*), com plantio em agosto de 2005 em espaçamento de 7,0 x 3,0 m, totalizando 476 plantas.ha⁻¹. As dimensões das plantas eram 3,0 metros de altura, 2,2 metros de largura e 1,80 metros de profundidade resultando em 11,88 m³ de copa.

3.2 Delineamento experimental e tratamentos

A área foi dividida em 36 parcelas, cada parcela constituída de três plantas e distribuídas aleatoriamente em três ruas centrais com duas ruas de bordaduras para proteção contra qualquer interferência entre os volumes pulverizados. O experimento foi conduzido com delineamento inteiramente casualizado. Para as análises estatísticas foi utilizado o esquema fatorial 4 x 3 (quatro volumes de aplicação: 0,7; 1,4; 2,1; 2,8 L.planta⁻¹) combinados à três concentrações do surfatante organossiliconado Silwett L-77 (0; 0,025 e 0,05%) para cada um de três estádios de desenvolvimento da flor (R2 - botões verdes e fechados ou “cabeça de fósforo”, R3 - início da expansão das pétalas ou “cotonete” e R4 - pétalas totalmente expandidas ou “cotonete expandido”) (Figura 1), com três repetições por tratamento, totalizando 36 parcelas (Tabela 1).



Figura 1. Estádios de desenvolvimento da flor (R2 - botões verdes e fechados ou “cabeça de fósforo”, R3 - início da expansão das pétalas ou “cotonete” e R4 - pétalas totalmente expandidas ou “cotonete expandido” em Santa Cruz do Rio Pardo/SP em 2010.(Retirado de Stoller do Brasil SA).

Tabela 1. Volume de aplicação ($L.planta^{-1}$), volume ($L.ha^{-1}$), concentração do surfatante Silwett-77 (%), pontas de pulverização/difusor, pressão de trabalho (psi), vazão ($L.min^{-1}$) e diâmetro mediano volumétrico - DMV - das gotas (μm) na pulverização das plantas de laranja doce em Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010.

Volume		Silwett L-77 (%)	Ponta/Difusor	Pressão (Kpa)	Vazão (L/min)	DMV (μm)*
(L/planta)	(L/ha)					
0,7	333,2	0	AD3/AC23	26,1	0,44	230
1,4	666,4		AD3/AC25	34,8	0,87	165
2,1	999,6		AD3/AC25	96	1,31	130
2,8	1333		AD3/AC45	96	1,75	170
0,7	333,2	0,025	AD3/AC23	26,1	0,44	230
1,4	666,4		AD3/AC25	34,8	0,87	165
2,1	999,6		AD3/AC25	96	1,31	130
2,8	1333		AD3/AC45	96	1,75	170
0,7	333,2	0,05	AD3/AC23	26,1	0,44	230
1,4	666,4		AD3/AC25	34,8	0,87	165
2,1	999,6		AD3/AC25	96	1,31	130
2,8	1333		AD3/AC45	96	1,75	170

*Valores aproximados. Dados fornecidos pelo fabricante das pontas de pulverização - empresa Albus Co[®].

Foi quantificado o volume de aplicação por metro cúbico de planta (Tabela 2) além de $L.planta^{-1}$ ou $L.ha^{-1}$, uma vez que este parâmetro apresenta a vantagem de não depender das variações existentes de espaçamentos ($L.ha^{-1}$) ou das interações entre idade, porta-enxerto e copa ($L.planta^{-1}$).

Tabela 2. Volume de aplicação ($L.planta^{-1}$), volume ($L.ha^{-1}$) e equivalência em volume aplicado em função da copa (L/m^3 copa), plantas da variedade Pêra em Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010.

L/planta	Volume	
	L/ha	L/m ³ de copa
0,7	333,2	0,0589
1,4	666,4	0,1178
2,1	999,6	0,1767
2,8	1333	0,2357

3.3 Pulverizações

O experimento foi realizado em uma única pulverização no período de florescimento onde as plantas apresentavam diferentes estádios de flores: botões verdes e fechados, botões com pétalas em expansão e botões com pétalas totalmente expandidas, mas fechadas. A calda de pulverização foi composta por oxiclureto de cobre (Cuprocarb 500, Oxiquímica, Jaboticabal/SP, Brasil, formulação pó molhável) na dosagem de 2g.L^{-1} de cobre metálico, pigmento rodamina (Rodamina B, Transcor Indústria de Pigmentos e Corantes Ltda, São Paulo/SP, Brasil, formulação pó molhável) na dosagem de 5g.L^{-1} de pigmento e surfatante organossiliconado (Silwet L-77[®], FMC do Brasil, São Paulo, formulação suspensão líquida) nas diferentes concentrações mencionadas na Tabela 1. Para pulverização foi utilizado umturbopulverizador Arbus 4000[®] (Valência), equipado com ramal especial de 16 pontas para cada lado, totalizando 32 pontas abertas (total de 48 pontas possíveis) do modelo DISC CORE AD/AC da marca Albusz (Figura 2). O pulverizador foi tracionado por um trator Valtra[®] (modelo BM 100) trabalhando a 1900 rpm (540 rpm na tomada de potência) que proporcionou uma velocidade do conjunto trator pulverizador de $3,6\text{ km.h}^{-1}$. Durante o período em que ocorreram as pulverizações a temperatura e umidade relativa do ar variaram entre 27,5 a 28,5 °C e de 40 a 44%, respectivamente.

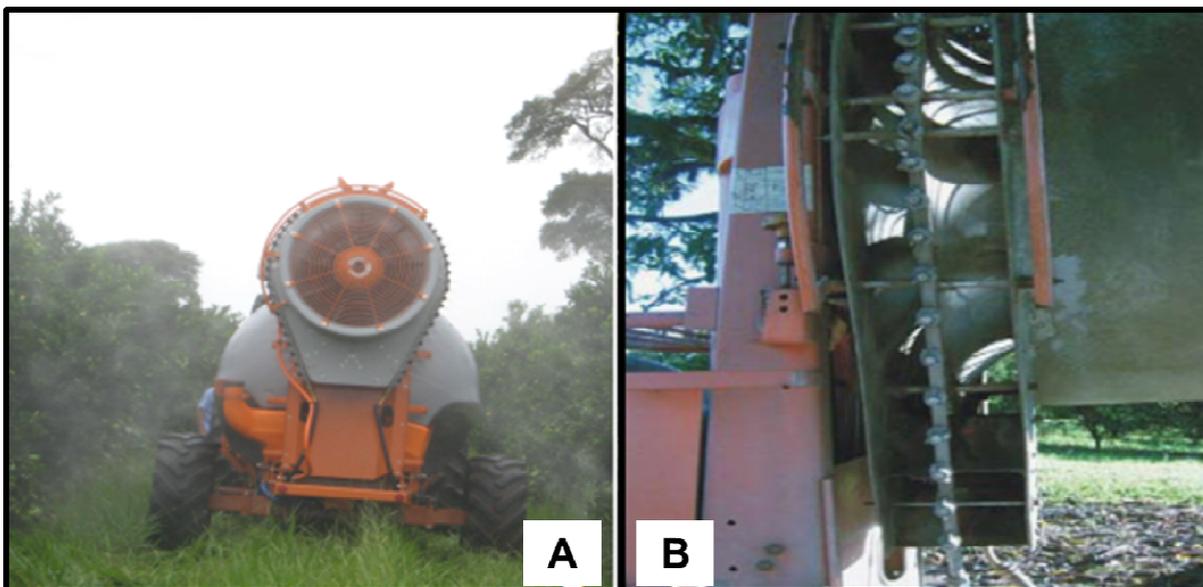


Figura 2. Pulverizador Arbus 4000/Valência (A) equipado com ramal especial de bicos (B) utilizado para as pulverizações referentes às adequações de volumes e uso de surfatante em Santa Cruz do Rio Pardo/SP em 2010.

As pontas de pulverização foram reguladas para produzir um espectro de gotas com diâmetro mediano volumétrico (DMV) aproximadamente entre 150 e 200 μm , faixa ideal tamanho de gotas para citros de acordo com Ramos et al. (2007). Com esses fatores pré-estabelecidos, os modelos de pontas selecionados e suas respectivas pressões de trabalho, vazões ($\text{L}\cdot\text{min}^{-1}$) e DMV, para cada tratamento estão especificados na Tabela 1.

3.4 Amostragem

Para as análises de quantificação de íons de cobre, os botões florais foram amostrados após a secagem completa da calda sobre os mesmos. Cada amostra foi composta por 16 flores por parcela e por estágio de desenvolvimento das flores (R2, R3 e R4), totalizando 1728 flores.

As amostras foram coletadas aleatoriamente nas plantas e acondicionadas em sacos plásticos para análise do íon cobre remanescente sobre os botões florais em função do volume pulverizado. Como controle foram coletadas 3 amostras de botões florais não pulverizados de cada estágio de desenvolvimento, com 16 botões cada, totalizando 144 botões florais.

Para as análises de cobertura dos botões florais, onde o pigmento rodamina foi utilizado, adotou-se o mesmo de critério de amostragem utilizado para as análises de deposição de cobre. As amostras foram acondicionadas em sacos de papel.

3.5 Avaliações

3.5.1 Quantificação da deposição do íon cobre nos botões florais

O método para avaliação dos depósitos da calda pulverizada nos botões florais de citros foi baseado nos trabalhos de Machado Neto e Matuo (1989); Machado Neto et al. (1992); Derksen e Gray (1995) e Ramos et al. (2001), que utilizaram produtos contendo traçadores como Zn, Mn e Cu, que não são degradáveis e avaliaram a deposição por espectrofotometria de absorção atômica. No laboratório, procedeu-se a lavagem dos botões florais, pela adição diretamente ao saco plástico de 30 a 50 mL de solução de HCl 0,2N. Cada uma das amostras foi agitada por aproximadamente 100 vezes e a solução de lavagem filtrada em papel filtro de filtração média (Machado Neto, 1990). Posteriormente, a solução de lavagem foi armazenada em recipiente plástico com capacidade de 80 mL, devidamente identificado para serem analisadas por espectrofotometria de absorção atômica de chama, com equipamento da marca Perkin-Elmer, modelo 2380, regulado para o comprimento de onda de

324,7 nm, para quantificação da concentração do íon cobre em mg.L^{-1} (ppm). Em cada pulverização foram coletadas amostras da calda do tanque do pulverizador, das quais foram retiradas alíquotas de aproximadamente 80 mL para quantificação total do íon cobre aplicado. Em testes preliminares o uso desta técnica permitiu a recuperação de 95% do cobre.

3.5.2 Análise da cobertura nos botões florais

As amostras foram digitalizadas para posterior análise de cobertura do pigmento rodamina sobre os botões florais. Após a digitalização, foi estabelecida uma escala diagramática, ilustrada na Figura 3, onde quatro avaliadores, previamente treinados, atribuíram notas de zero a dez, para cada uma das amostras. Foi considerada apenas a média aritmética das notas atribuídas pelos avaliadores para as análises estatísticas.

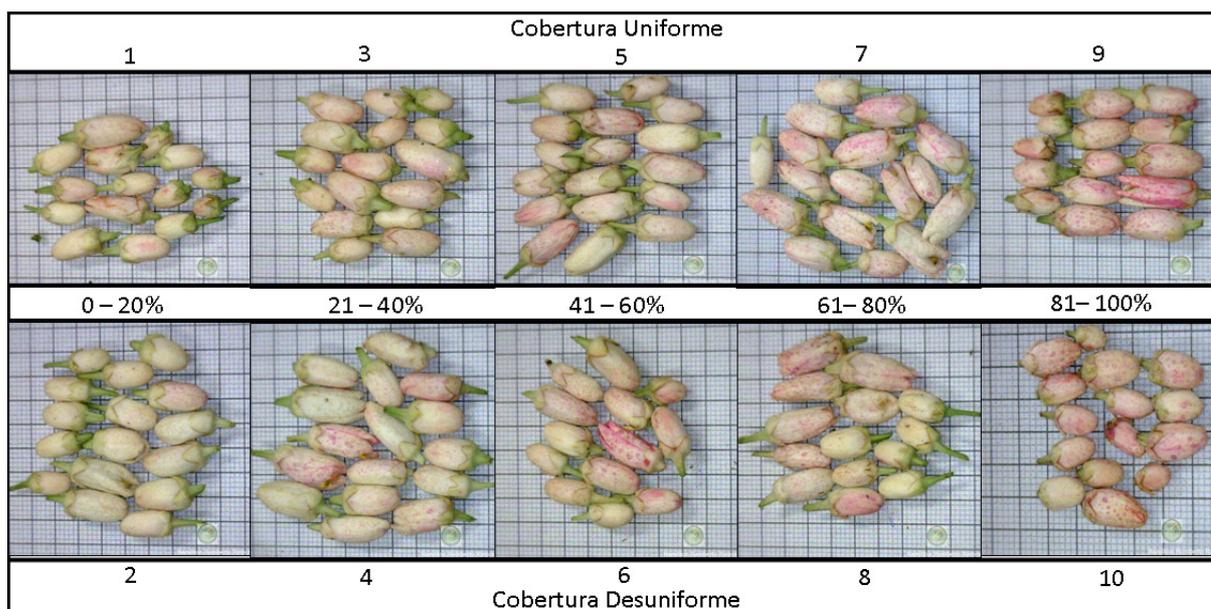


Figura 3. Escala de notas expressa em % de cobertura para amostras uniformes e desuniformes pulverizadas com o pigmento rodamina, nos estágios florais de R2, R3 e R4. Notas ímpares correspondem a coberturas uniformes dos botões e notas pares a coberturas desuniformes, sendo notas 1 e 2 (0-20%), 3 e 4 (21-40%), 5 e 6 (41-60%), 7 e 8 (61-80%) e 9 e 10 (81-100%).

3.6 Análise estatística dos dados

A avaliação da deposição de cobre sobre os botões florais e da cobertura foram analisadas segundo um delineamento inteiramente casualizado montado no esquema fatorial 4 x 3, com 3 repetições, por meio do programa computacional estatístico ASSISTAT – Assistência Estatística (Silva e Azevedo, 2002, 2006). As análises estatísticas foram realizadas separadas por estágios de desenvolvimentos dos botões florais. Para as análises estatísticas foi utilizado o teste F para análise de variância e o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade, para comparação das médias.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Quantificação da deposição do íon cobre nos botões florais

A análise de variância aplicada às médias de deposição de calda nos três estádios de desenvolvimento floral mostrou que apenas o fator volume foi significativo, a 1% de probabilidade, pelo teste F (Anexo A). Os valores da deposição de cobre nos botões florais para os diferentes volumes de aplicação encontram-se na Tabela 3.

A utilização do volume de 2,8 L.planta⁻¹ (volume padrão adotado na fazenda) em pulverizações nos estádios de desenvolvimento floral R2 “cabeça de fósforo” e R4 “cotonete expandido” proporcionaram valores de deposição de cobre significativamente maiores quando comparado aos volumes testados (0,7; 1,4 e 2,1 plantas⁻¹). A deposição de cobre no volume de 2,1 L.planta⁻¹ diferiu significativamente do volume de 0,7 L.planta⁻¹ em todos os estádios e do 1,4 L.planta⁻¹ apenas nas pulverizações no estádio R4. Nas aplicações realizadas no estádio R3 “cotonete” a deposição de cobre não diferiu entre os volumes de 2,8, 2,1 e 1,4 L.planta⁻¹ (Tabela 3).

Tabela 3 - Deposição do íon cobre (μg de $\text{Cu}^{2+}.\text{g}^{-1}$ de tecido) pulverizado em diferentes volumes de calda (L.planta⁻¹), nos três estádios florais (R2, R3 e R4), em plantas de laranja Pêra em Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010.

Volume (L.planta ⁻¹)	R2	R3	R4
	“Cabeça de fósforo”	“Cotonete”	“Cotonete Expandido”
Deposição (μg de $\text{Cu}^{2+}.\text{g}^{-1}$ de tecido)			
0,7	1.42183 c	1.31517 b	1.74752 d
1,4	1.75882 bc	2.05757 a	3.63611 c
2,1	2.15262 b	1.99294 a	5.31180 b
2,8	2.93161 a	2.38099 a	7.42746 a
	DMS = 0.54045	DMS = 0.56328	DMS = 1.44685

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si. Foi aplicado Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

No campo, esses três estádios de desenvolvimento ocorrem de forma simultânea. Desta forma, a deposição do ingrediente ativo no alvo, que no campo seriam todos os botões em conjunto, seria melhor quando se utiliza o volume de 2,8 L.planta⁻¹, pois apresentou valores de deposição de íon cobre superiores aos demais volumes utilizados em dois dos três estádios avaliados. Entretanto, a dose de cobre utilizada foi de 2g.L⁻¹ de cobre metálico, ou seja, no volume de 2,8 L.planta⁻¹, em cada planta foi pulverizado 5,6 g de cobre e nos

volumes de 2,1, 1,4 e 0,7 L.planta⁻¹ foram pulverizados 4,2, 2,8 e 1,4 g de cobre por planta. Fato este que explicaria a menor deposição de cobre com a redução do volume. Adotando-se um fator de correção e padronizando a dose de cobre por área aplicada e não por litro de calda aplicado, observa-se que não houve diferenças entre os tratamentos quanto à deposição de cobre (Tabela 4).

Tabela 4 - Estimativa da deposição do íon cobre (Cu²⁺.g⁻¹ de tecido) pulverizado em diferentes volumes de calda (L.planta⁻¹), nos três estádios florais (R2, R3 e R4), em plantas de laranja Pêra, após ajuste das doses de cobre (Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010).

Volume (L.planta ⁻¹)	R2 "Cabeça de Fósforo"	R3 "Cotonete"	R4 "Cotonete Expandido"
Deposição (µg de Cu ²⁺ .g ⁻¹ de tecido)			
0,7	6.82561 a	7.33977 a	8.05432 a
1,4	5.85335 a	8.07806 a	8.36387 a
2,1	6.10482 a	7.17586 a	8.11594 a
2,8	7.30282 a	6.67387 a	8.72366 a
	DMS = 1.79523	DMS = 2.31110	DMS = 1.51775

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem significativamente entre si. Foi aplicado Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Desta maneira, estima-se a viabilidade do uso de 0,7 L.planta⁻¹ visando obtenção de deposição do produto aplicado nas diferentes fases de desenvolvimento dos botões florais. Como os botões florais se localizam em sua maioria na parte externa da planta e estão nas extremidades dos ramos, a utilização de baixos volumes de aplicação para proteção desses botões pode apresentar resultados semelhantes às aplicações em alto volume. Por outro lado, quando se utiliza volumes acima do limite de retenção, pode-se elevar o escorrimento e ocorrer perda do produto aplicado. Com a adoção do fator de correção, obtêm-se valores significativamente iguais para os volumes de 0,7 e 2,8 L.planta⁻¹. Cabe salientar que as doses de cobre não foram ajustadas para os tratamentos para que não houvesse qualquer interferência na ação do surfatante. No entanto a redução do volume de calda deve ser recomendada em conjunto com o ajuste da dose recomendada do produto a ser utilizado. Os resultados obtidos com as diferentes concentrações do surfatante Silwet L-77 não resultaram em diferenças significativas (Anexo A).

Uma possível explicação para os resultados em relação ao organosiliconado é de que as doses de cobre não foram corrigidas quando se utilizou volumes abaixo da capacidade limite de retenção da planta. Desse modo, as quantidades de cobre pulverizadas por área de

tecido foliar foram proporcionais ao volume de água aplicado, mas o organosiliconado não interferiu na deposição do íon cobre nos botões. Segundo Montório (2001) a adição de surfatantes às caldas de pulverização melhora o processo de coalescência das gotas, contribuindo para formação de películas líquidas sobre as superfícies foliares através da redução da tensão superficial do líquido e do ângulo de contato das gotas sobre a superfície foliar, que em volumes abaixo do ponto de escorrimento poderia interferir na cobertura e não da deposição do produto no alvo.

4.2 Análise da cobertura nos botões florais

Para os estádios R2 e R3, a análise de variância aplicada às médias das notas de cobertura sobre os botões florais mostrou que todos os fatores individuais (concentração e volume) e a interação entre os dois foram significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F (Anexo B).

Aplicando-se o teste de Tukey às médias de notas de cobertura para a interação entre os dois fatores no estágio R2, observou-se que o volume de 2,8 não diferiu de 2,1 L.planta⁻¹, quando não se utilizou o surfatante ou com a utilização do mesmo na concentração de 0,05%, permitindo uma redução de volume sem o comprometimento da cobertura (Tabela 5). Entretanto, quando se utilizou a concentração de 0,025% de Silwet L-77 houve diferenças significativas entre 2,8 e 2,1 L.planta⁻¹, com melhores resultados de cobertura para o maior volume (Tabela 5).

Tabela 5 - Notas atribuídas à deposição de pigmento rodamina sobre botão floral R2 em diferentes concentrações (%) do Silwet L-77 e volumes de calda (L.planta⁻¹) em plantas da variedade Pêra. (Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010).

Silwet L-77 (%)	Volume (L.planta ⁻¹)			
	0,7	1,4	2,1	2,8
	Nota de Cobertura			
0	3.7500 a B	3.2500 b B	7.0833 a A	6.3333 b A
0,025	2.9167 a C	5.5000 a B	5.333 b B	7.5000 ab A
0,05	3.8333 a C	6.2500 a B	7.5833 a AB	8.5833 a A

DMS para colunas = 1.68 DMS para linhas = 1.86 Média Geral = 5.6597

C.V. (%) = 14,61

*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O estágio de desenvolvimento R2 apresenta botões ainda verdes e fechados dificultando a utilização da escala diagramática para avaliação da cobertura por meio da análise visual do pigmento rodamina. Desta forma, esta metodologia de avaliação para esta fase do florescimento não se mostrou a mais recomendada. Embora neste estágio os botões ainda estejam pequenos e dificulte as avaliações, é de extrema importância a sua avaliação, pois a partir deste estágio de desenvolvimento o botão floral já está suscetível à infecção por *C. acutatum* que induz a queda precoce do fruto a ser formado (Cintra, 2009).

A análise da cobertura nos botões em estágio R3 apresentou resultados similares aos descritos anteriormente para o estágio R2. Não houve diferenças significativas para a cobertura quando se compara os volumes 0,7 e 1,4 L.planta⁻¹ em todas as concentrações de Silwett L-77 (Tabela 6).

Tabela 6 - Notas atribuídas à deposição de pigmento Rodamina sobre botão floral R3 em diferentes concentrações (%) do Silwett L-77 e volumes de calda (L.planta⁻¹) em plantas da variedade Pêra em Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010.

Silwett L-77 (%)	Volume (L.planta ⁻¹)			
	0,7	1,4	2,1	2,8
	Nota de Cobertura			
0	3.2800 a B	4.5833 a B	6.4167 ab A	5.8333 b A
0,025	2.9167 a B	4.5833 a B	4.7500 b B	5.8333 ab A
0,05	3.6667 a B	4.9167 a B	7.2500 a A	8.3333 a A

DMS para colunas = 1.70 DMS para linhas = 1.88 Média Geral = 5.3611

C.V. (%) = 15.58

*As médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para os dois estádios (R2 e R3), as maiores notas atribuídas para a cobertura nos botões apresentaram uma crescente conforme se aumentou o volume de calda aplicado e a dose do surfatante utilizada. Embora algumas variações tenham sido observadas nas notas de cobertura, principalmente para os maiores volumes (2,1 e 2,8 L.planta⁻¹), não houve diferenças significativas na cobertura utilizando os volumes de calda de 2,1 e 2,8 L.planta⁻¹ sem a adição do surfatante, sugerindo a redução do volume padrão usado pelo produtor em 25%, passando de 2,8 para 2,1 L.planta⁻¹ (Tabelas 5 e 6).

Para o estágio R4, a análise de variância não mostrou resultados significativos para a interação entre os fatores concentração e volume (Anexo B). Entretanto, houve diferenças significativas, pelo teste F a 1% de probabilidade para o fator volume e a 5% para o fator

concentração (Anexo B). Aplicando-se o teste de Tukey às médias de notas de cobertura para os dois fatores observou-se que o volume de 2,8 não diferiu de 2,1 L.planta⁻¹, o que novamente reforça uma possível redução do volume adotado na fazenda para o controle da podridão floral. Para o estádio R4, houve diferenças significativas para o fator volume e para o fator concentração (Tabela 7).

Tabela 7 - Notas atribuídas à deposição de pigmento Rodamina sobre botão floral - R4 em diferentes concentrações (%) do Silwet L-77 e volumes de calda (L.planta⁻¹) em plantas da variedade Pêra em Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010.

R4 "Cotonete Expandido"			
Silwet L-77		Volume	
(%)	Nota	(L.planta ⁻¹)	Nota
		0,7	3.44 c
0	6.50 a	1,4	6.13 b
0,025	5.47 b	2,1	6.80 ab
0,05	5.91 ab	2,8	7.47 a

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si, pelo teste de Tukey a 5% para o fator Concentração e a 1% para o fator Volume.

Pelos resultados obtidos, é viável a redução do volume de calda de 2,8 para 2,1 L.planta⁻¹, sem necessidade de adição de surfatante, uma vez que a deposição e cobertura não foram alteradas, embora ainda seja necessária uma avaliação do controle da doença com a utilização deste volume. No trabalho realizado por Rinaldo (2010) bons níveis de controle da PFC foram observados com volume de 3,0 L.planta⁻¹. Desta forma, com a utilização de 3,0 L.planta⁻¹ que corresponde ao maior volume testado aqui, foi possível obter bons níveis de controle da PFC com pulverizações realizadas nos estádios ‘cabeça-de-fósforo’ e ‘cotonete’ em Santa Cruz do Rio Pardo e Itapetininga. O controle da doença em baixo volume foi avaliado por Feichtenberger et al. (2010) que obtiveram controle satisfatório da doença em volumes de 2,4-2,7 L.planta⁻¹. Vale ressaltar que, estes autores avaliaram a doença, mas não a interação entre a cobertura e a deposição de gotas, assim como a utilização de surfatantes na calda de fungicida.

A adição do surfatante Silwet L-77 à calda de pulverização não proporcionou, via de regra, incrementos na cobertura. Vale ressaltar que a ação dos surfatantes é uma relação entre o produto e as características da superfície do alvo, que neste caso seriam as pétalas e sépalas dos botões florais, tecidos diferentes das folhas, que são avaliadas na maioria dos trabalhos

que utilizaram este surfatante. Dessa forma, novas doses do surfatante devem ser analisadas para esta superfície específica.

É importante salientar que, para o método de análise visual utilizado, as amostras do estágio de desenvolvimento R4 mostraram ser mais adequadas para a análise de cobertura quando comparada com os demais estádios de desenvolvimento, dada a maior facilidade de comparação com a escala diagramática. Para os estádios R2 e R3 seria recomendável utilizar outra metodologia para avaliação da cobertura, uma vez que os botões ainda estão verdes e fechados, com menor acuidade para visualização do pigmento rodamina nos mesmos.

Uma vez que o ponto de escorrimento não foi atingido, estudos complementares buscando identificar a dose de produto por área ou m^3 de planta necessária para o controle efetivo da doença são necessários.

5 CONCLUSÕES

1. Pulverizações com volumes de até 2,8 L.planta⁻¹ não atingem o ponto de escorrimento quando o alvo são botões florais verdes e fechados, com pétalas em expansão ou totalmente expandidas e fechadas;
2. O surfatante organosiliconado Silwet L-77, nas doses de até 0,05%, não se mostrou eficiente em elevar a cobertura sobre inflorescências de laranja doce;
3. A utilização de 2,1 L.planta⁻¹ mostra-se como o melhor volume a ser utilizado para plantas de laranja 'Pêra' com 11,88 m³ de copa;
4. Embora as coberturas obtidas nos volumes menores (0,7 e 1,4 L.planta⁻¹) sejam menores não significa que o controle da doença será insatisfatório.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL 2010: **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: AgraFNP, 2010. 520 p.

ARAÚJO, D. 2008. Interferência do volume de pulverização no controle da mancha preta (*Guignardia citricarpa*) em frutos de laranjeira 'Valência'. **Dissertação de Mestrado**. Botucatu SP. Universidade Estadual Paulista.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Sistema de Agrotóxicos Fitossanitários**. AGROFIT. Disponível em: <http://www.extranet.agricultura.gov.br/agrofit_cons/principal_agrofit_cons>. Acesso em: 10 Jul. 2010.

BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JUNIOR, D.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JUNIOR, J. (Ed.). **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo; Fundag, 2005. cap. 2, p. 19-36.

BROWN, A.E.; SREENIVASAPRASAD, S.; TIMMER, L.W. Molecular characterization of Slow-Growing Orange and Key Lime Anthracnose strains of *Colletotrichum* from citrus as *C. acutatum*. **Phytopathology**, St. Paul, v. 86, n. 5, p. 523-527, 1996.

BYERS, R.E. Tree-row-volume spraying rate calculator for apples. **Hortscience**, v.22, n.3, p.506-507, 1987.

BUICK, R.D., BUCHAN, G.D., FIELD, R. J. The role of surface tension of spreading droplets in absorption of a herbicide formulation via leaf stomata. **Pesticide Science**, v. 38, p.227-35, 1993.

CHAIM, A.; CASTRO, V.L.S.S.; CORRALES, F.; GALVÃO, J.A.H.; CABRAL, O.M.R. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.741-7, 1999.

CINTRA, G.S.; 2009. Podridão floral dos citros: variabilidade, sobrevivência e controle do agente causal, *Colletotrichum acutatum*. **Tese de doutorado**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista.

DENHAM, T.G. Citrus production and premature fruit drop disease in Belize. **Pans**, London, v. 25, n. 1, p. 30-36, 1979.

DERKSEN, R.C.; GRAY, R.L. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayer. **Transactions of the ASAE**, v.38, n.1, p.5-11, 1995.

DONADIO, L.C.; FILHO, F.A.A.M.; MOREIRA, C.S. Centros de origem, distribuição geográfica das plantas cítricas e histórico da citricultura no Brasil. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônomo e Fundag, 2005. p. 3-15.

FAGAN, H.J. Postbloom fruit drop of citrus, a new disease of citrus associated with a form of *Colletotichum acutatum*. **Annual Applied Biology**, London, v.91, n.1, p.13-20, 1979.

FAGAN, H.J. Postbloom fruit drop of citrus in Belize: I. Disease Epidemiology. **Turrialba**, Turrialba, v. 34, n. 2, p. 173-177, 1984a.

FAGAN, H.J. Postbloom fruit drop of citrus in Belize: II. Disease control by aerial and ground spraying. **Turrialba**, Turrialba, v. 34, n. 2, p. 179-186, 1984b.

FEICHTENBERGER, E. Queda dos frutos jovens de citros, doença induzida por uma raça virulenta do fungo *Colletotrichum gloeosporioides*. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 12, n.2, p. 513-521, 1991.

FEICHTENBERGER, E. Podridão floral dos citros: histórico, sintomatologia, etiologia e epidemiologia. **Laranja**, Cordeirópolis, v. 15, n. 2, p. 109-28, 1994.

FEICHTENBERGER, E; SANTOS, J.M.F; SPÓSITO, M.B. Pulverizações em baixo volume no controle das principais doenças fúngicas dos citros. **Citricultura Atual**, Cordeirópolis, v.13, n. 74, p. 12-15, 2010.

GALLI, M.A.; PARADELA, A.L.; SIMA, Jr., J.C.; SALVO, S.; SCHERB, C.T. Avaliação de fungicidas no controle da podridão floral (*Colletotrichum acutatum*) em limão Taiti (*Citrus lantifolia*). **Revista Ecosistema**, Pinhal, v. 27, n. 1/2, p. 67-68, 2002.

GARRIDO, R.B.O. 2002. Controle químico de *Colletotrichum acutatum*, agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista.

GOES, A.; KIMATI, H. Caracterização patogênica de isolados de *Colletotrichum acutatum* e de *C. gloeosporioides*, obtidos de plantas cítricas. **Summa Phytopathologica**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 10- 14, 1997.

GOES, A.; KUPPER, K.C. Controle das doenças causadas por fungos e bactérias na cultura dos citros. In. ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado: fruteiras tropicais – Doenças e Pragas**. Viçosa, 2002. p. 353-412.

GOES, A.; MORETTO, K.C.K.; WIT, C.V.P. de. Effect of ferbam alone or in combination with benomyl for control of citrus postbloom fruit drop. In: INTERNATIONAL SOCIETY OF CITRICULTURE, 2000, Orlando. **Proceedings...** Orlando: Proceedings of International Society of Citriculture, ISC, 2000. p.145-145.

GOES, A.; GARRIDO, R.B.O.; REIS, R.F.; BALDASSARI, R.B.; SOARES, M.A. Evaluation of fungicide applications to sweet orange at different flowering stages for control of postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum acutatum*. **Crop Protection**, Oxford, v. 27, n. 1, p. 71–76, 2008.

JORDAN, D.L. Effect of diluent volumes and surfactant on the phytotoxicity of glyphosate to bermudagrass (*Cynodon dactylon* L.). *Weed Science*, v.29, p.79-83, 1991.

KNOCHE, M., BUKOVAC, M.J. Interaction of surfactant and leaf surface in glyphosate absorption. **Weed Science**, v.41, p.87-93, 1993.

LIN, Y.; STOVER, E.; SONODA, R.; ROSSKOPF, E. Stigma and style necrosis is associated with postbloom fruit drop disease in citrus following artificial inoculation. **Hortscience**, Alexandria, v. 36, n. 6, p. 1138, 2001.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para o estudo da exposição térmica potencial de aplicadores de defensivos agrícolas. **Ciência Agrônômica – Jaboticabal**, n.4, v.2, p.21-22, 1989.

MACHADO NETO, J.G. 1990. Quantificação e controle da exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos na cultura estaqueada de tomate, na região de Cravinhos. **Tese de Doutorado**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista.

MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T.; MATUO, Y.K. Dermal exposure of pesticide applicators in staked tomato (*Lycopersicon esculentum*) crops: efficiency of a safety measure in the application equipment. **Bulletin Environ. Contam. Toxicol.**, v.48, p.529-34, 1992.

MATUO, T. 1988. Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros. **Tese de Livre Docência**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista.

McMILLAN, Jr., R.T.; TIMMER, L.W. Outbreak of citrus postbloom fruit drop caused by *Colletotrichum gloeosporioides* in Florida. **Plant Disease**, St. Paul, v. 73, n. 1. p. 81, 1989.

MENDONÇA, C. G. et al. Efeitos de surfatantes sobre a tensão superficial e a área de molhamento de soluções de glyphosate sobre folhas de tiririca. **Planta Daninha**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3, p. 355-365, 1999.

MONTÓRIO, G. A. 2001. Eficiência dos surfatantes agrícolas na redução da tensão superficial. **Tese de Doutorado**. Botucatu SP. Universidade Estadual Paulista.

NEVES, M. F. (Org.). **O retrato da citricultura brasileira**. Ribeirão Preto: Markestrat, 2010. 138 p.

OLIVEIRA DI, J. R.G.; FERREIRA. M. C.; ROMÁN. R.A.A. Diferentes diâmetros de gotas e equipamentos para aplicação de inseticida no controle de *Pseudoplusia includens*. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.30, n.1, feb.2010.

OROZCO SANTOS, M.; GONZÁLEZ GARZA, R. Caída de fruto pequeño y su control en naranja ‘Valencia’ en Veracruz. **Agricultura Técnica en México**, v. 12, n. 2, p. 259-269, 1986.

PALLADINI, L.A. 1990. Efeitos de condições operacionais de um turbopulverizador na cobertura de folhas de citros. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista

PERES, N.A.R.; SOUZA, N.L.; ZITKO, S.E.; TIMMER, L.W. Activity of benomyl for control of postbloom fruit drop of citrus caused by *Colletotrichum acutatum*. **Plant Disease**, St. Paul, v. 86, n. 6, p. 620-624, 2002.

PORTO, O. de M; ROSSETTI, V.; DORNELLES, C.M.M. Queda de frutos jovens de citros, causada por *Colletotrichum* sp. no Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 5, 1979, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1979. p.681-692.

PORTO, O. de M. Comparação de programas para controle químico da queda anormal de frutos jovens de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981a. p.481-487.

PORTO, O. de M. Efeito da época e número de aplicações de benomyl no controle da queda anormal de frutos jovens de citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 6, 1981, Recife. **Anais...** Recife: Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1981b. p. 569-577.

PRATES, H.S., RODRIGUES, J.C.V., NOGUEIRA, N.L. Observações sobre a doença podridão floral na citricultura paulista. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 28, 1995, Ilhéus. **Resumos...** Brasília: Fitopatologia Brasileira, 20 supl., p. 296. 1995.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; MAZIERO, J.V.G.; YANAI, K.; CORRÊA, I.M. Desenvolvimento de pulverizador para culturas encanteiradas com vistas à redução da 83 exposição do aplicador. II: Avaliação da deposição de calda. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.21, n.2, p.160-166, 2001

RAMOS, H.H.; RAETANO, C.G.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em citros. In: JUNIOR, D.de M.; NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; JUNIOR, J.P. **Citros**. Campinas: Instituto Agrônômico e Fundag, 2005. p.771-796.

RAMOS, H.H.; YANAI, K.; ARAÚJO, D.; da ROCHA, D.S.R.; SPÓSITO, M.B.; BASSANEZI, R.B. Estado da arte na tecnologia de aplicação em frutíferas – volume de aplicação e diâmetro de gotas. **Summa Phytopathologica**, Botucatu, v.33, supl., p.110-112, 2007.

RAETANO, C.G. 1996. Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros. **Tese de Doutorado**. Piracicaba SP. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo.

RINALDO, D. 2010. Controle químico de *Colletotrichum acutatum* agente causal da queda prematura dos frutos cítricos. **Dissertação de Mestrado**. Jaboticabal SP. Universidade Estadual Paulista.

SALYANI, M.; WHITNEY, J.D. Effect of Oscillators on Deposition Characteristics of an Airblast Sprayer. **Transactions of the ASAE**, v.34, p.1618-1622, 1991.

SCHRÖDER, E.P. Efeito do óleo vegetal Agr'óleo na eficiência do herbicida 2,4-D aplicado por via aérea em arroz irrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ARROZ IRRIGADO, 4, **Anais...** Santa Maria, Sociedade Sul-Brasileira de arroz irrigado, 2005. p. 209-210.

SCHWARZ, R.E.; KLEIN, E.H.J.; MONSTED, P. Fungal infection of citrus flowers: probable cause of abnormal fruit drop in the Parana mist zone of Misiones, Argentina. In: INTERNATIONAL PLANT PATHOLOGY CONGRESS, 3, 1978, Munich. **Abstract...** Munich: International Plant Pathology Society, 1978. p. 130.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.1, p.71-78, 2002.

SILVA, F. de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. A New Version of The Assistat-Statistical Assistance Software. In: WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 4, 2006, Orlando-Flórida-USA. **Anais...** Orlando: American Society of Agricultural Engineers, 2006. p.393-396.

SINGH, M., MACK, R. E. Effect of organosilicone-based adjuvants on herbicide efficacy. **Pesticide Science**, v.38, n.2&3, p.219-25, 1993.

STEVENS, P.J.G.; POLICELLO, G.A.; COGGINS, C.W. Organosilicone surfactants as adjuvants for agrochemicals in Citrus. **Proc. Int. Soc. Citriculture**. v.2, p.1028-32, 1996.

TIMMER, L.W.; ZITKO, S.E. Relationships of environmental factors and inoculum levels to the incidence of postbloom fruit drop of citrus. **Plant Disease**, St. Paul, v. 77, n. 5, p.501-504, 1993.

TIMMER, L.W.; AGOSTINI, J.P.; ZITKO, S.E.; ZULFIQAR, M. Postbloom fruit drop, an increasingly prevalent disease of citrus in the Americas. **Plant Disease**, St. Paul, v. 78, n. 4, p. 329-334, 1994.

TIMMER, L.W., ZITKO, S.E. Early season indicators of postbloom fruit drop of citrus and the relationship of disease and fruit production. **Plant Disease**, St. Paul, v. 79, n. 10, p.1017-1020, 1995.

WILLES, T. Projeto e uso de equipamentos de pulverização agrícola na América Latina. Parte II - Brasil. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS, 1., 1996, Águas de Lindóia. **Anais...** IAC-UNESP, 1997. p.16-29.

ANEXOS

ANEXO A - Análise de variância da deposição do íon cobre ($\text{Cu}^{2+} \cdot \text{g}^{-1}$ de botão ($\text{mg} \cdot \text{L}^{-1}$) sobre botões florais, em plantas da variedade Pêra. (Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010).

Causa da Variação (fator)	Graus de liberdade (G.L)	Soma dos Quadrados (Q.M)	Quadrado Médio (Q.M)	F
CABEÇA DE FÓSFORO (CF)				
Concentração (F1)	2	0.1579	0.0789	0.4571 NS
Volume (F2)	3	11.394	3.798	21.9771 **
Int. F1xF2	6	2.295	0.3825	2.213 NS
Tratamentos	11	13.848	1.258	7.2843 **
Resíduo	24	4.147	0.17283	
Total	35	17.996		
COTONETE (C)				
Concentração (F1)	2	0.305	0.152	0.181 NS
Volume (F2)	3	5.413	1.804	9.610 **
Int. F1xF2	6	2.625	0.437	2.331 NS
Tratamentos	11	8.344	0.758	4.040 **
Resíduo	24	4.505	0.187	
Total	35	12.850		
COTONETE EXPANDIDO (CE)				
Concentração (F1)	2	2.878	1.439	1.161 NS
Volume (F2)	3	157.929	52.643	42.499 **
Int. F1xF2	6	10.387	1.731	1.397 NS
Tratamentos	11	171.195	15.563	12564 **
Resíduo	24	29.728	1.238	
Total	35	200.923		
Média GERAL - CF = 2.06 ; C = 1.93 ; CE = 4.53				
C.V(%) - CF = 20.12 ; C = 22.37 ; CE = 24.56				

** Significativo pelo teste F ($P > 0,01$)

ANEXO B - Análise de variância da deposição do pigmento Rodamina sobre botões florais, em plantas da variedade Pêra. (Santa Cruz do Rio Pardo – SP, 2010).

Causa da Variação (fator)	Graus de liberdade (G.L)	Soma dos Quadrados (Q.M)	Quadrado Médio (Q.M)	F
CABEÇA DE FÓSFORO (CF)				
Concentração (F1)	2	14.930	7.465	10.913**
Volume (F2)	3	84.588	28.196	41.220**
Int. F1xF2	6	17.208	2.868	4.192**
Tratamentos	11	116.727	10.611	
Resíduo	24	16.416	0.684	
Total	35	133.144		
COTONETE (C)				
Concentração (F1)	2	9.836	4.918	7.047**
Volume (F2)	3	69.680	23.226	33.280**
Int. F1xF2	6	11.788	1.964	2.815*
Tratamentos	11	91.305	8.300	
Resíduo	24	16.750	0.697	
Total	35	108.055		
COTONETE EXPANDIDO (CE)				
Concentração (F1)	2	6.295	3.147	4.532*
Volume (F2)	3	84.255	28.085	40.442**
Int. F1xF2	6	5.927	0.987	1.422 NS
Tratamentos	11	96.477	8.770	
Resíduo	24	16.666	0.694	
Total	35	113.144		
Média GERAL - CF = 5.65 ; C = 5.36 ; CE = 5.96				
C.V(%) - CF = 14.61 ; C = 15.58 ; CE = 13.96				

** Significativo pelo teste F (P >0,01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (.01 =< p < .05)