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

MARCELO DA SILVA SCAPIN

Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico

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

Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

Araraquara Agosto-2014

MARCELO DA SILVA SCAPIN

Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico

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

Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

Araraquara

Agosto-2014

MARCELO DA SILVA SCAPIN

Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico

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

Araraquara, 01 de agosto de 2014.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Franklin Behlau (orientador)

Fundo de Defesa da Citricultura - Fundecitrus

Prof. Dr. Hamilton Humberto Ramos Centro Apta de Engenharia e Automação - IAC

Prof. Dr. Rui Pereira Leite Junior

Instituto Agronômico do Paraná - IAPAR

Ao meu pai Roberto Carlos Scapin, À minha mãe Izilda Moreira da Silva Scapin, À minha irmã Michelle e meu cunhado Camilo, Ao meu afilhado Vinícius, meus sobrinhos Caio e Igor, À minha namorada Patrícia Belther, pelo amor, apoio e confiança.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A Deus, pela vida, saúde e pelas oportunidades colocadas em meu caminho;

Ao pesquisador e orientador PhD. Franklin Behlau, pela amizade, orientação e apoio na realização deste trabalho;

Ao Fundecitrus - Fundo de Defesa da Citricultura, na pessoa de seu presidente Dr. Lourival do Carmo Monaco e diretor Antonio Juliano Ayres, seus pesquisadores e professores, pela oportunidade, idealização e fundamentação deste curso;

Ao Grupo Pratinha, na pessoa do senhor Antonio Pratinha que me proporcionou a oportunidade de realização deste trabalho na Fazenda São Paulo em Paranavaí – PR;

Aos colegas do Fundecitrus, Rafael Saraiva Fernandes e Luis Henrique Mariano Scandelai, pela importante ajuda em todas as etapas do experimento;

Ao engenheiro agrônomo Waldemar Zanini Junior, pela importante ajuda na instalação e condução do experimento;

Ao pesquisador do Fundecitrus Geraldo José da Silva Jr. pelo apoio e compreensão.

Ao professor da Escola Superior de Agronomia "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, doutor José Belasque Jr. pelas valiosas contribuições ao trabalho.

Aos funcionários do Fundecitrus, Gleison Oliveira Santos, William Aparecido Ferreira, Ana Laura Galvanin e Rosana Gonçalves Pereira, pela importante ajuda em muitas análises do experimento;

Ao Centro de Engenharia e Automação – IAC, na pessoa do pesquisador Dr. Hamilton Humberto Ramos e Viviane Correa Aguiar, pelo apoio, hospedagem e a realização de minhas análises;

Ao Pesquisador do IAC, Dr. Antonio Carlos Loureiro Lino, pela grande colaboração na análise e processamento das imagens;

Ao IAPAR pelo fornecimento dos dados climatológicos da região de Paranavaí, PR;

À Fapesp pelo apoio financeiro durante a realização deste trabalho, processo número 2013/00550-9;

Aos amigos do Fundecitrus, Fábio Luis dos Santos, Julio César Rodrigues, Luis Henrique Montesino e Haroldo Xavier Linhares Volpe, pelos bons momentos de convívio no dia-a-dia;

Aos meus amigos de Araraquara, Carla Piccin, Daniela Pecini, Marlon Jacinto Lourenço e demais amigos, por tornarem minha caminhada mais fácil e alegre;

À todas as pessoas que, direta ou indiretamente, contribuíram na realização deste trabalho, o meu muito obrigado!

SUMÁRIO

RESUMO	IX
ABSTRACT	X
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 Cancro cítrico	3
2.2 Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas em citros	5
3 MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1 Área experimental	9
3.2 Descrição dos tratamentos	9
3.3 Delineamento experimental	10
3.4 Dimensionamento das plantas	11
3.5 Pulverização de cobre	12
3.6 Avaliação de cancro cítrico	12
3.7 Análise de deposição de cobre nas folhas	13
3.8 Análise de cobertura foliar	13
3.9 Análise de custos	14
3.10 Análise dos dados	14
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	15
5 CONCLUSÕES	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	. Sintomas de cancro cítrico em (A) ramo, (B) folha e (C) fruto de laranja doce	
	(Citrus sinensis).	3
Figura 2	2. Mapa da área experimental e distribuição dos diferentes volumes de calda em	
	mL/m ³ de copa	0
Figura 3	3. Representação de medição do volume de copa das plantas cítricas obtido pela	
	multiplicação da altura, largura e profundidade	. 1
Figura 4	4. Curva de progresso de incidência de folhas com cancro cítrico em plantas	
	tratadas com diferentes volumes de calda de bactericida cúprico em mL/m³ de	
	copa de laranja doce nas safras 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B), área abaixo da	
	curva de progresso de incidência de folhas com cancro cítrico nas safras	
	2012/2013 (C) e safra 2013/2014 (D)	6
Figura 5	5. Incidência de frutos com cancro cítrico em plantas tratadas com diferentes	
	volumes de calda de bactericida cúprico em mL/m³ de copa de laranja doce nas	
	safras 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B)	7
Figura 6	6. Número total de frutos caídos com e sem incidência de cancro cítrico (A) e	
	porcentagem de frutos caídos com cancro cítrico (B) em plantas tratadas com	
	diferentes volumes de calda de bactericida cúprico em mL/m³ de copa de laranja	
	doce na safra 2012/2013	9
Figura 7	. Produção média de laranja em kg/planta (A) e proporção de frutos colhidos em	
	relação à carga total da planta (B), em plantas tratadas com diferentes volumes	
	de calda de hidróxido de cobre em mL/m³ de copa de laranja doce	20
Figura 8	3. Deposição de cobre (Cu ⁺²) em mg/cm ² de área foliar na parte interna e externa	
	de plantas tratadas com diferentes volumes e de calda de cobre em mL/m³ de	
	copa de laranja doce	21
Figura 9	2. Cobertura (%) da pulverização em papéis hidrossensíveis dispostos interna e	
	externamente no terço superior (1), intermediário (2) e inferior (3) de plantas	
	tratadas com diferentes volumes de calda em mL/m³ de copa de laranja doce 2	22
Figura 1	0. Cobertura (%) da pulverização em papéis hidrossensíveis dispostos na parte	
	interna e externa de plantas tratadas com diferentes volumes de calda em mL/m ³	
	de copa de laranja doce2	23

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	. Detalhes dos diferentes volumes de aplicação e doses do bactericida cúprico	
	avaliados.	10
Tabela 2	. Pontas e pressões de trabalho do pulverizador utilizadas para obtenção dos	
	diferentes volumes de aplicação avaliados.	12
Tabela 3.	Análise do custo de pulverização dos diferentes volumes de aplicação testados e	
	respectivas doses do bactericida cúprico por hectare	27
Tabela 4.	Análise do custo de pulverização dos diferentes volumes de aplicação testados e	
	respectivas doses do bactericida cúprico considerando uma área de 100 hectares	28

Adequação de volume de calda e dose de bactericida cúprico para o controle de cancro cítrico

Autor: Marcelo da Silva Scapin Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

RESUMO

A constante pulverização de bactericidas cúpricos e os elevados volumes de calda praticados para o controle do cancro cítrico resultam no aumento dos custos de produção. Desta forma, medidas que promovam economia, redução do impacto ambiental e o aumento do rendimento operacional dos equipamentos são de grande relevância. Assim, o objetivo deste estudo foi adequar o volume de calda e dose de bactericida cúprico em pulverizações para o controle do cancro cítrico, considerando o volume de copa da planta. O estudo foi conduzido no município de Paranavaí, PR, durante as safras de 2012/2013 e 2013/2014, em pomar comercial de laranja doce da variedade Valência enxertada em limão Cravo, plantado em 2006, com volume de copa médio das plantas de 49 m³. O experimento foi composto por sete tratamentos: (i) 150 mL de calda/m³ de copa, volume médio praticado no estado do Paraná para o controle de cancro cítrico; (ii) 100 mL/m³, volume no ponto de escorrimento para alvos internos; (iii) 70 mL/m³, volume intermediário; (iv) 70 mL/m³, com dose corrigida do bactericida cúprico; (v) 40 mL/m³, volume no ponto de escorrimento para alvos externos; (vi) 40 mL/m³, com dose corrigida do bactericida cúprico e (vii) testemunha, sem aplicação de cúpricos. O bactericida cúprico utilizado foi o hidróxido de cobre, com 35% de cobre metálico. A correção de dose do bactericida cúprico foi feita considerando a dose aplicada no volume do ponto teórico de escorrimento para alvos internos. Foi avaliada a incidência de cancro cítrico em folhas e em frutos, queda prematura de frutos, produtividade, deposição de cobre nas folhas, cobertura foliar e a relação custo-benefício. De modo geral, as condições ambientais para a ocorrência do cancro cítrico nos dois anos de condução do experimento foram intermediárias. Todos os diferentes volumes de calda e doses do bactericida cúprico foram satisfatórios no controle da doença, reduzindo a incidência da doença em folhas e frutos e a queda prematura de frutos por lesões de cancro cítrico, diferindo significativamente da testemunha. Com a redução do volume de calda sem a correção da dose do bactericida cúprico, tanto na parte externa quanto interna das copas, foi possível observar uma diminuição da deposição de produto por área foliar, porém reduções na cobertura foliar foram visíveis somente na parte interna das plantas. Estas reduções de volume de calda e dose do bactericida cúprico representam uma economia de até 40% nos custos relacionados à pulverização para o controle do cancro cítrico. Contudo, pode-se concluir que é possível reduzir em 70% o volume de calda e em 50% a dose do cobre em pulverizações tendo como referência o volume de copa das plantas. Os volumes de calda mínimos para o controle do cancro cítrico são de 70 e 40 mL/m³ de copa com 36,8 e 52,5 mg de cobre metálico/m³ de copa, respectivamente. Volumes de calda reduzidos a níveis inferiores ao ponto de escorrimento das plantas sem correção da dose de cobre pode prejudicar o controle do cancro cítrico.

Palavras-chave: Tecnologia de aplicação, Xanthomonas citri subsp. citri, cobre.

Adequacy of spray volume and rate of copper-based bactericide for control of citrus canker

Autor: Marcelo da Silva Scapin Orientador: Prof. Dr. Franklin Behlau

ABSTRACT

The persistent spraying of copper-based bactericides and high spray volumes for citrus canker control results in increased production costs. Therefore, practices to promote economy, reduce environmental impact and increase the operational efficiency of the equipment are relevant. The aim of this study was to adjust the spray volume and the rate of copper-based bactericide sprays for citrus canker control, considering the plant canopy volume. The study was carried out in the municipality of Paranavaí, PR, during the 2012/2013 and 2013/2014 crop seasons in a commercial grove of Valencia sweet orange grafted on Rangpur lime rootstock, planted in 2006, with average 49 m³ tree canopy volume. The experiment had seven treatments: (i) 150 mL spray volume/m³ canopy volume, spray volume usually practiced in Paraná state for citrus canker control; (ii) 100 mL/m³, spray volume at the run-off point for internal targets; (iii) 70 mL/m³, intermediate spray volume; (iv) 70 mL/m³ spray volume with corrected rate of copper-based bactericide; (v) 40 mL/m³, spray volume at the run-off point for external targets; (vi) 40 mL/m³ spray volume with corrected rate of copperbased bactericide (vii) untreated control. The copper source bactericide was copper hydroxide, with 35% metallic copper. The correction of bactericide rate was based on the volume applied at the theoretical run-off point for internal targets. The incidence of citrus canker on leaves and fruit, premature fruit drop, yield, copper deposition on leaves, spray coverage and the cost-benefit ratio were evaluated. In general, the environmental conditions for the occurrence of citrus canker in the two years of the experiment were intermediate. All different spray volumes and rates of copper-based bactericide were satisfactory in controlling the disease. The treatment reduced significantly the incidence on leaves and fruits and the premature fruit drop due to citrus canker as compared to the untreated control. Reducing the spray volume without the correcting the rate decrease the deposition of copper per leaf area inside and outside the tree canopy. Differences in spray coverage resulting from the volumes tested were observed only inside the canopy. The minimum spray volumes on citrus canker control are 70 and 40 ml/m³ of canopy with 36.8 and 52.5 mg of metallic copper/m³ of canopy volume, respectively. This represents a reduction of 70% of the spray volume and 50% of the rate of copper rate comparing with traditional spray programs. Spray volumes under the run-off point with no correction of copper-based bactericide rate can impair citrus canker control. These reductions in spray volume and rates of copper-based bactericide represent an economy of up to 40% over all costs related to chemical control citrus canker.

Keywords: Application technology, *Xanthomonas citri* subsp. *citri*, copper.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente o Brasil é o maior produtor mundial de laranja, sendo responsável por 33% da produção total e 52% da produção de suco de laranja (FNP, 2013). Hoje a citricultura brasileira ocupa uma área de aproximadamente 735 mil hectares, sendo que o estado de São Paulo possui 65% desta área (FNP, 2013).

As pragas e doenças, são as principais ameaças à citricultura brasileira. Na última década, 39 milhões de árvores foram erradicadas do parque citrícola de São Paulo e Triângulo Mineiro, fazendo com que a taxa anual média de mortalidade de plantas, que anteriormente era de 4,5%, aumentasse para 7,3%. Com isso, o cancro cítrico, a CVC, a morte súbita e o greening foram responsáveis por uma redução anual estimada de cerca de 78 milhões de caixas que, comparadas com os 317 milhões de caixas colhidas na safra 2009/10, representam uma diminuição de safra de 20% (Neves et al., 2010). O cancro cítrico é uma doença bacteriana que causa queda prematura das folhas e frutas e é a mais antiga das quatro doenças presentes na citricultura brasileira (Bitancourt, 1957). Entre 2000 a 2009, esta doença foi responsável pela erradicação de mais de dois milhões de árvores no cinturão citrícola e Triangulo Mineiro (Neves et al., 2010).

Os últimos levantamentos realizados indicaram um aumento significativo de incidência de talhões com cancro cítrico no estado de São Paulo, chegando a 1,39% em 2012 (Behlau & Belasque Jr., 2014). Em relação a 2011 a incidência da doença aumentou 39%, mas se comparado com 2009, o índice de 2012 representou um aumento de 839%. Isto é decorrente das mudanças sucessivas na legislação referente à erradicação do cancro cítrico, que desde 2009 elimina a obrigatoriedade de erradicar talhões com mais de 0,5% de plantas contaminadas e também a interrupção das inspeções realizadas pelo Fundecitrus em 2010 (Behlau & Belasque Jr., 2014; Behlau et al., 2014).

Pela legislação do estado de São Paulo, não é mais obrigatória a erradicação das plantas assintomáticas em um raio de 30 metros a partir de uma planta doente (São Paulo, 2013). Desde 2013, é obrigatória apenas a eliminação da planta sintomática e pulverização com cobre nas plantas em um raio de 30 metros desta, a qual deverá ser repetida a cada brotação (São Paulo, 2013). Além disso, inspeções trimestrais para o controle da doença deverão ser feitas em todas as plantas de citros da propriedade, as quais, após a constatação, devem ser eliminadas e descritas em relatórios semestrais apresentados à Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado (São Paulo, 2013).

Com a atual determinação estadual para o controle do cancro cítrico em São Paulo e o aumento da epidemia, mudanças nas estratégias para contenção da doença serão necessárias. Neste Estado, com a obrigatoriedade de erradicação somente da planta sintomática, o uso de bactericidas cúpricos também se tornou importante, os quais devem ser empregados juntamente com as inspeções periódicas. Estas medidas auxiliam na redução do número de plantas doentes e reduzem o potencial de disseminação da bactéria a partir de plantas doentes escapes não identificadas na inspeção (Behlau & Belasque Jr., 2014).

O aumento do número de pulverizações cúpricas devido à prevenção do cancro cítrico na citricultura paulista e os excessivos volumes de calda praticados atualmente elevam os gastos do controle químico. Esses gastos têm grande impacto sobre os custos de produção. A adequação dos volumes de aplicação possibilita economia e redução do impacto ambiental, aumentando o rendimento operacional dos equipamentos. Dentro deste contexto, são de grande relevância os trabalhos que buscam adequar os volumes de aplicação tendo como referência o volume de copa das plantas cítricas, procurando reduzir os custos de produção sem interferir na eficácia de controle. Assim, o objetivo deste estudo foi adequar o volume de calda e dose de bactericida cúprico utilizados nas pulverizações para o controle do cancro cítrico, considerando o volume da copa da planta cítrica. Adicionalmente, foram avaliadas a deposição do produto, a cobertura foliar e a relação custo-beneficio proporcionadas pelos tratamentos testados.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cancro cítrico

O cancro cítrico foi relatado pela primeira vez em 1831 na Índia (Fawcett & Jenkins, 1933 apud Amorim & Bergamim Filho, 2001). Registros de 1899 apontam a ocorrência da doença em laranjeiras-de-umbigo e *Poncirus trifoliata* no Japão (Leite Junior, 1990). Nos Estados Unidos, a primeira constatação foi em 1910, ocorrendo em mudas de *P. trifoliata* e simultaneamente também foi relatada pela primeira vez na África do Sul e Austrália (Leite Junior, 1990). No Brasil, os primeiros sintomas do cancro cítrico foram observados pela primeira vez em Presidente Prudente, no estado de São Paulo em 1957, em mudas formadas com borbulhas infectadas importadas por imigrantes japoneses (Bitancourt, 1957). Após esta primeira contatação, a bactéria foi disseminada para os estados do Mato Grosso do Sul e Paraná (Leite Junior, 1990).

Desde sua descrição em 1915, o agente causal do cancro cítrico foi reclassificado diversas vezes. Em 2005, seguindo o Código Internacional de Nomenclatura de Bactérias, o agente causal da doença passou a ser denominado *Xanthomonas citri* subsp. *citri* (Xcc), denominação que é aceita até o presente momento (Schaad et. al., 2006 apud Jaciani, 2012).

Os sintomas de cancro cítrico podem ocorrer em toda parte aérea da planta cítrica. De modo geral, estes sintomas são característicos da doença, podendo variar em função da idade da lesão e órgão afetado. Em ramos, folhas e frutos, inicialmente aparecem lesões eruptivas, levemente salientes, puntiformes, de cor creme ou pardas, que vão tornando-se esponjosas, esbranquiçadas e pardacentas, podendo ou não ser circundadas por halo amarelo (Figura 1) (Rossetti, 2001).



Figura 1. Sintomas de cancro cítrico em (A) ramo, (B) folha e (C) fruto de laranja doce (*Citrus sinensis*).

As folhas são suscetíveis à infecção natural por um período de até seis semanas, partindo do início do desenvolvimento das brotações (Laranjeira et al., 2005). Folhas com múltiplas infecções podem apresentar lesões de mesmo tamanho em decorrência das infecções terem ocorrido quase que ao mesmo tempo (Behlau & Belasque, 2014). Os primeiros sintomas da doença surgem na face inferior das folhas e tornam-se maiores com o avanço da doença. Na maioria dos casos, as lesões podem ser vistas nos dois lados da folha, podendo ou não apresentar halo amarelo (Laranjeira et al., 2005). Em estágio mais avançado, as lesões podem ser circundadas por halo de coloração escura e rachaduras no centro do tecido morto. Em ramos, as lesões geralmente ocorrem com maior frequência em variedades muito suscetíveis. Com a queda das pétalas, o período de suscetibilidade dos frutos é de até cerca de 90 dias e as lesões são semelhantes às que ocorrem em folhas, porém, podem ter maior diâmetro (Behlau e Belasque, 2014). As lesões mais velhas em frutos podem apresentar anéis concêntricos, centro com aspecto dilacerado e, via de regra, os frutos caem da planta antes de atingirem a maturação (Laranjeira et al., 2005; Behlau e Belasque, 2014).

Em áreas em que a doença ainda é ausente, os principais meios de disseminação do cancro cítrico envolvem a ação do homem no transporte de mudas contaminadas, material de colheita, trânsito de veículos e implementos contaminados; e da natureza pela ocorrência de chuvas acompanhadas de ventos (Laranjeira et al., 2005). A bactéria pode penetrar por aberturas naturais (estômatos), ferimentos mecânicos causados por equipamentos, atrito entre partes da própria planta, abrasão de partículas de poeira e ainda por ferimentos causados pelo minador dos citros (*Phyllocnistis citrella*) (Laranjeira et al., 2005). As lesões mais velhas encontradas em ramos, folhas e frutos que permanecem na planta de uma safra para a outra, garantindo a sobrevivência da bactéria e a continuidade do ciclo da doença (Behlau & Belasque, 2014).

Medidas de controle do cancro cítrico que têm por base os princípios de exclusão e erradicação vêm sendo empregadas com o objetivo de reduzir a disseminação da doença desde sua introdução no Brasil, em 1957 (Behlau & Belasque, 2014). No estado de São Paulo a legislação prevê a eliminação da planta contaminada e pulverização com calda cúprica das plantas que estiverem em um raio de até 30 metros em relação à mesma, devendo ser repetida a cada brotação (São Paulo, 2013). O citricultor deverá também realizar vistorias trimestrais em todas as plantas cítricas da propriedade com o objetivo de identificar e eliminar as plantas sintomáticas. Estas inspeções devem ser informadas em relatórios semestrais apresentados à Coordenadoria de Defesa Agropecuária do Estado (São Paulo, 2013). Diferentemente, no

estado do Paraná a eliminação de plantas doentes não é obrigatória, o que torna o manejo do cancro cítrico menos drástico (Leite Junior, 1990). A não obrigatoriedade da eliminação de plantas sintomáticas possibilita a adoção de medidas de manejo integrado da doença, que neste estado envolve basicamente o uso de cultivares menos suscetíveis, quebra-ventos arbóreos e pulverizações com bactericidas cúpricos (Leite Junior et al., 1987; Leite Junior, 1990; Behlau et al., 2010).

Pulverizações cúpricas são capazes de reduzir a quantidade de inóculo do cancro cítrico e seu efeito é mais pronunciado a médio e longo prazo. Sua eficiência de controle e o reflexo sobre as variáveis de produção são mais evidentes principalmente em áreas com elevado nível da doença (Behlau et al., 2010). Aplicações de defensivos no controle de cancro cítrico são operações que apresentam um elevado custo adicional na produção de citros, além de serem ambientalmente contestáveis. Além disso, perdas significativas de produção resultantes da queda prematura de frutos com sintomas de cancro cítrico são identificadas mesmo com sucessivas aplicações de defensivos (Belasque Jr. et al., 2009).

2.2 Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas em citros

Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas tem por definição o emprego de todos os conhecimentos científicos que resultem na colocação do produto biologicamente ativo no alvo em quantidade necessária, de forma eficaz, econômica e com a mínima contaminação de outras áreas. Em geral, as pulverizações se caracterizam por um elevado gasto com energia e produtos químicos (Matuo, 1990).

O desenvolvimento das técnicas de controle químico, além da evolução dos produtos, passa necessariamente pelo aperfeiçoamento dos equipamentos e das técnicas de aplicação. Qualquer equipamento para aplicação de produtos fitossanitários, além de seguro, deve ser eficiente. A aplicação de produtos fitossanitários demanda o desenvolvimento de sistemas que integrem a formulação dos defensivos com o método de distribuição, de modo a dosar corretamente o produto em um tamanho de gotas adequado para ser transferida ao alvo, com o mínimo de perdas. Geralmente os produtos e formas de aplicação são considerados independentes, atribuindo-se aos produtos as responsabilidades pela eficiência no campo (Joyce & Parkin, 1977).

Fatores como alvo biológico, alvo químico, máquina, momento de aplicação e condições ambientais influenciam diretamente na eficiência da pulverização. Esta série de fatores, quando não observada em conjunto, resulta na perda de grande parte do produto

aplicado. De acordo com Courshee (1960) apud Matuo (1990), as perdas em pulverizações variam de 45 a 70% e este produto perdido por escorrimento ou deriva nas aplicações podem alcançar distâncias entre 10 e 1.000 m do local da aplicação. Segundo Holownicki et al. (2000), a ineficácia de muitas pulverizações em citros está atribuída a perdas na pulverização que podem ser superiores a 50% em relação a quantidade aplicada, elevando os custos de produção e contaminação de outras áreas.

Na citricultura e na maioria das culturas de interesse comercial e econômico, trabalhos que buscam adequar alguns fatores como forma de reduzir custos com o tratamento fitossanitário são de grande importância. Em citros, é usual que os volumes de aplicação sejam pré-fixados, porém estes devem ser consequência de uma regulagem adequada, levando em consideração fatores como os alvos a serem atingidos, a máquina, o momento de aplicação e as condições ambientais de forma conjunta. No entanto, o volume de pulverização a ser utilizado depende de vários fatores como alvo desejado, tipo de ponta utilizado, condições climáticas, arquitetura da planta e tipo de produto a ser aplicado. (Ramos et al., 2004). Segundo Costa et al. (2006), o volume de aplicação não tem influência direta no resultado biológico, pois a quantidade de veículo de aplicação por unidade de área tem a finalidade única de diluir, transportar e facilitar a distribuição do ingrediente ativo sobre a superfície alvo, com a cobertura requerida.

A aplicação de volumes elevados é realizada empiricamente como forma de aumentar a eficiência e de diminuir os riscos de falha no controle, mas nem sempre a retenção de produto no alvo, a deposição, é levada em consideração. De forma geral, volumes de calda reduzidos proporcionam menores perdas, porém o coeficiente de variação da deposição geralmente diminui com o aumento do volume aplicado (Salyani, 1994; Hoffmann & Salyani, 1996). Com o aumento do volume de aplicação em plantas cítricas, a média e o coeficiente de variação da deposição na parte externa da planta são reduzidas. Na parte interna isto não ocorre, pois pequenos aumentos do volume de calda não são suficientes para aumentar a deposição (Salyani & McCoy,1989). Farooq & Salyani (2002) avaliaram a deposição de pulverização em pomares de laranja Valencia utilizando 2 modelos de pulverizadores com velocidade de deslocamento de 3,2 e 4,8 km/h. Os volumes de calda utilizados foram de 250, 980 e 1.945 L/ha. O uso do volume mais reduzido evidenciou uma redução da deposição da calda em função da profundidade da copa. Com o aumento do volume de calda de 250 para 980 L/ha houve acréscimo dos depósitos em profundidade, porém quando se elevou para 1.945 L/ha não houve acréscimo significativo. Em plantas adultas de citros é crescente a

deposição de calda nos alvos com o aumento do volume aplicado, porém esta deposição é reduzida com volumes acima de 2.000 L/ha e o volume de calda perdido por escorrimento também é crescente acima deste volume (Cunningham & Harden,1998).

Desta forma, em tecnologia de aplicação a deposição de produto no alvo tem grande importância na eficiência da pulverização. Este fator está relacionado à quantidade de produto encontrada sobre o alvo (Carvalho & Furlani Junior, 1997). O depósito de calda sobre o alvo depende das características do líquido aplicado, das condições atmosféricas, das propriedades físicas dos produtos químicos e das características do alvo pulverizado (Salyani, 1988). Assim, como base para a escolha de técnicas de aplicação e equipamentos de pulverização, a análise de deposição de gotas em superfícies alvos tem sido muito empregada para estudar a dinâmica das pulverizações de defensivos agrícolas. Para isso, substâncias marcadoras são utilizadas nas pulverizações, as quais são recuperadas e detectadas com auxilio de equipamentos específicos, a partir de amostras artificiais ou partes retiradas da própria superfície das plantas (Rezende, 2011). A técnica de avaliação de deposição em folhas foi descrita pela primeira vez utilizando corantes fluorescentes por Staniland em 1959 apud Rezende (2011). Este método possibilita localizar com precisão onde o produto se depositou. Estes pigmentos, no entanto, são limitados, pois perdem sua fluorescência rapidamente e são facilmente removidos das superfícies. Dentre os diferentes marcadores existentes, o íon cobre ou o próprio defensivo agrícola são mais adequados para avaliações de deposição da pulverização se comparados, por exemplo, com outros marcadores como azul brilhante, íon sódio, rodamina B, porém com custos variáveis de análise (Rezende, 2011).

Não diferente da deposição, a cobertura também tem grande importância na eficiência de uma aplicação. Este fator refere-se ao número de gotas por unidade de área ou à porcentagem da área alvo coberta pelo produto aplicado (Carvalho & Furlani Junior, 1997). De acordo com Courshee (1967) apud Matuo (1990), uma das formas de aumentar a cobertura é aumentar o volume de aplicação ou reduzir o diâmetro das gotas. Segundo Matthews (1992), em aplicações com alto volume de calda, o objetivo é a cobertura total da cultura até atingir o ponto de escorrimento. Em pulverizações acima deste ponto é visível a formação de filme líquido sobre a superfície foliar, não possibilitando a individualização de gotas o que caracteriza as aplicações acima do ponto de escorrimento. Volumes menores de calda geram uma aplicação com gotas pequenas que cobrem maior área da folha, e o controle tende a ser tão bom quanto as pulverizações realizadas até o escorrimento. De modo geral, defensivos que apresentam ação de contato requerem melhor cobertura do alvo, ao passo que os produtos

sistêmicos são eficazes em condições de menor cobertura, o que, em combinação com o diâmetro de gotas aplicadas e a superfície exposta do alvo, determinam diferentes volumes de aplicação (Delgado, 1999).

Para avaliações qualitativas da pulverização, no que se refere à cobertura ou à forma de distribuição do produto sobre os alvos, existem diferentes métodos, porém alguns requerem conhecimentos específicos e equipamentos sofisticados que garantam a confiabilidade dos resultados (Ferreira, 2003). Em 1970, Turner e Huntington apud Ferreira (2003), apresentaram o papel sensível à água como método de avaliação de cobertura. Este método simples é aplicável em campo e laboratório, tem baixo custo e boa sensibilidade. Estes papéis são películas fotográficas tratadas com o corante azul de bromofenol, acetona e tolueno. Estes papéis tratados apresentam coloração amarela, tem alta sensibilidade à água e se tornam azuis marinho em locais onde há deposição de gotas de água. Hoje, a amostragem de cobertura com papéis sensíveis à água permite agilidade, praticidade e simplicidade. Este método aliado a um baixo custo e avaliação computadorizada é considerado promissor para avaliações de cobertura em pulverizações com defensivos agrícolas (Ferreira, 2003).

Em busca de uma aplicação mais eficiente, novas técnicas de dimensionamento dos volumes de aplicação vêm sendo estudadas há muitos anos. Sutton & Unrath (1988) avaliaram o conceito "Tree-Row-Volume" (TRV) com relação aos depósitos proporcionados pelas pulverizações no cultivo de maçã. O TRV baseia-se na teoria de que o volume de folhas por hectare em um pomar pode ser utilizado como referência para a determinação do volume de pulverização por hectare. Estes estudos resultaram em depósitos similares nas diferentes densidades de folhas nas árvores e em diferentes classes de tamanho de pomar. Nesta mesma linha, Silva (2013a) e Silva (2013b) avaliaram diferentes volumes de aplicação calculados em função do volume de copa das plantas para o controle da mancha preta dos citros (Philosticta citricarpa). Ambos concluíram que é possível reduzir o volume de calda aplicado para o controle desta doença levando em consideração o volume de copa das plantas, porém estas reduções devem ser criteriosas e feitas levando em consideração todos os fatores relacionados à tecnologia de aplicação e à doença. Scardelato (2013) também avaliou a possibilidade de adequação do volume de calda em pulverizações para o controle de Diaphorina citri em citros levando em consideração o volume de copa das plantas. O autor demonstrou que é possível reduzir o volume de calda sem influenciam a eficiência de controle do inseto, reduzindo os custos operacionais e aumentando o rendimento operacional.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Área experimental

O experimento foi conduzido em pomar comercial de laranja doce (*Citrus sinensis*), plantado em 2006, no município de Paranavaí, PR (22°59'34" S, 52°36'23" O, altitude 503 metros), durante as safras de 2012/2013 e 2013/2014. A área era composta por plantas da variedade laranja Valência, moderadamente suscetível ao cancro cítrico, enxertada em limão Cravo (*Citrus limonia*). O espaçamento era de 6,5 metros entre linhas e 3,7 metros entre plantas, totalizando 416 plantas por hectare. A altura e volume de copa médio das plantas eram de 3,6 m e 49 m³, respectivamente. O volume de copa médio e a altura das plantas foram os mesmos durante as duas safras de condução do experimento devido a uma poda de condução do pomar no ponteiro e laterais das plantas, realizada em junho de 2013.

3.2 Descrição dos tratamentos

Os volumes de aplicação estudados foram definidos em função dos volumes necessários para atingir os pontos de escorrimento para alvos internos e externos das plantas de laranja, previamente definidos (Ramos et al., dados não publicados). Desta forma, o experimento foi composto por sete tratamentos: (i) 150 mL/m³, volume médio praticado pelos citricultores no estado do Paraná para o controle do cancro cítrico; (ii) 100 mL/m³, volume de calda necessário para atingir o ponto teórico de escorrimento para alvos internos; (iii) 70 mL/m³, volume intermediário entre os ponto de escorrimento para os alvos interno e externo; (iv) 70 mL/m³, com correção de dose do bactericida cúprico; (v) 40 mL/m³, volume de calda necessário para atingir o ponto de escorrimento para alvos externos; (vi) 40 mL/m³, com correção da dose do bactericida cúprico e (vii) testemunha, sem aplicação de cobre (Tabela 1).

O bactericida cúprico utilizado foi o Kocide[®] (hidróxido de cobre, 35% de cobre metálico) na dose de 3 kg do produto comercial para 2.000 litros de água. A escolha do bactericida cúprico foi feita levando em consideração informações das áreas que realizam o manejo da doença e o produto tradicionalmente utilizado nestes locais.

Para os tratamentos iv (70 C mL/m³) e vi (40 C mL/m³) com dose corrigida, a correção de dose do bactericida cúprico foi feita considerando a dose aplicada no ponto teórico de escorrimento para alvos internos (100 mL/m³). Desta forma, o fator de correção foi calculado pela divisão do volume no ponto teórico de escorrimento para alvos internos pelo volume reduzido que está sendo proposto. O produto desta divisão (fator de correção) foi multiplicado pela dose do bactericida cúprico comercial utilizada (Tabela 1).

Tabela	1.	Detalhes	dos	diferentes	volumes	de	aplicação	e	doses	do	bactericida	cúprico
		avaliados	.									

	Volume		Concentração							
mL/m³	T /14-	т Л	Pr	oduto forr	nulado **	Col	bre metálico			
	L/planta	L/ha	kg/2000L	g/100L	mg/m³ de copa	g/100L	mg/m³ de copa			
150	7,35	3.056	3,0	150,0	225,0	52,5	78,8			
100	4,89	2.037	3,0	150,0	150,0	52,5	52,5			
70	3,43	1.426	3,0	150,0	105,0	52,5	36,8			
70 C*	3,43	1.426	4,3	214,3	150,0	75,0	52,5			
40	1,96	815	3,0	150,0	60,0	52,5	21,0			
40 C	1,96	815	7,5	375,0	150,0	131,3	52,5			
				Testemu	ınha					

^{*}C, dose de cobre corrigida para a mesma quantidade depositada no tratamento com 100 mL/m³, volume do ponto de escorrimento teórico para alvos internos; ** Kocide WDG (hidróxido de cobre, 35% cobre metálico).

3.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), com quatro repetições. Cada repetição foi composta por cinco plantas na linha. A parcela útil foi composta pelas três plantas centrais, as quais foram avaliadas periodicamente. Entre os tratamentos foi mantida uma linha de bordadura, isenta de pulverizações com cobre (Figura 2).

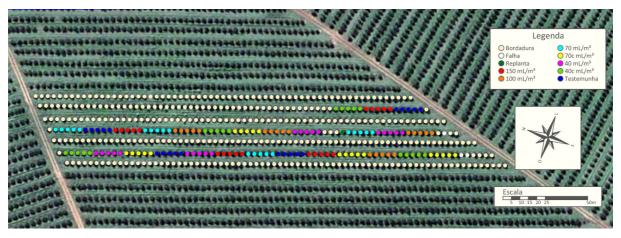


Figura 2. Mapa da área experimental e distribuição dos diferentes volumes de calda em mL/m³ de copa.

3.4 Dimensionamento das plantas

O volume de copa das plantas da área experimental foi calculado em função da altura, largura da copa no sentido da linha de plantio (espaçamento entre plantas) e profundidade da copa (diâmetro) no sentido da entrelinha, considerando a planta como um cubo. O volume médio das plantas foi obtido pela multiplicação da altura, largura e profundidade de uma amostra aleatória de 10% das plantas da área experimental (Figura 3).

Os volumes de calda em mL/m³ de copa foram calculados pela divisão do volume de calda em litros por planta pelo volume de copa das plantas do estudo e posteriormente transformados em mililitros.

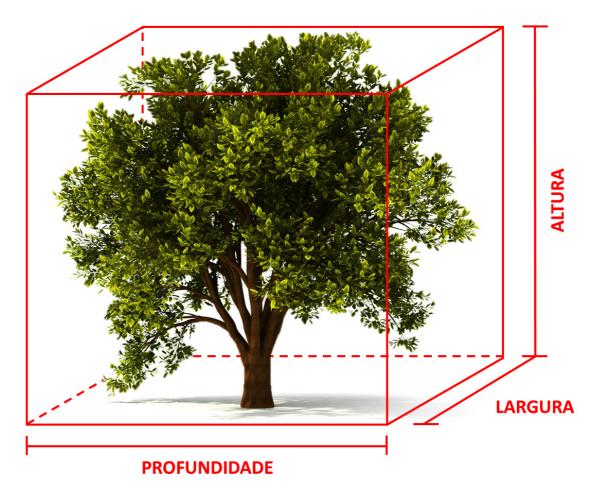


Figura 3. Representação de medição do volume de copa das plantas cítricas obtido pela multiplicação da altura, largura e profundidade.

3.5 Pulverização de cobre

As pulverizações cúpricas foram iniciadas em agosto de cada ano e se estenderam até março das safras 2012/2013 e 2013/2014, sendo feitas em intervalo médio de 21 dias. Para as pulverizações foi utilizado um turbopulverizador de arrasto com capacidade de 4000 litros (FMCopling, modelo Guliver 4000 bilateral expansivo, Araraquara, SP). A velocidade de trabalho foi de 5,5 km/h, com rotação de 540 RPM na tomada de potência do trator. Em função da altura das plantas foram utilizadas 60 pontas de pulverização (Albuz, modelo Disc & Core, Pompéia, SP), 30 de cada lado do pulverizador. Os diferentes tratamentos foram obtidos por meio do ajuste da vazão das pontas e pressões de trabalho do pulverizador (Tabela 2). Em função do delineamento, as plantas foram pulverizadas somente com um dos lados do pulverizador em funcionamento, possibilitando a não pulverização das linhas de bordadura do experimento.

Tabela 2. Pontas e pressões de trabalho do pulverizador utilizadas para obtenção dos diferentes volumes de aplicação avaliados.

	Volume		Donto	Pressão	Vazão		
(mL/m^3)	(L/planta)	(L/ha)	– Ponta	(psi)	(L/min)		
150	7,35	3.056	AD5/AC45	130	3,03		
100	4,89	2.037	AD4/AC25	150	2,02		
70	3,43	1.426	AD4/AC25	100	1,42		
40	1,96	815	AD3/AC23	160	0,81		

3.6 Avaliação de cancro cítrico

Para medir o progresso temporal do cancro cítrico foram realizadas avaliações mensais de incidência de folhas doentes nas três plantas centrais de cada parcela, de setembro a abril de cada ano. A incidência em folhas foi calculada pela relação entre o número de folhas com e sem sintomas de cancro, em quatro ramos por planta (1 por quadrante da porção mediada da planta), provenientes da última brotação madura existente. A incidência em frutos na planta foi avaliada em janeiro e novembro de 2013 na safra 2012/2013 e em janeiro e maio de 2014 durante a safra 2013/2014, em 20 frutos de cada uma das plantas úteis da parcela. Além disso, na safra 2012/2013 foi avaliada quinzenalmente a queda prematura de frutos, sendo feita a partir do início da queda em abril/2013 e se estendendo até a colheita em novembro/2013. Ao final da safra a produção das plantas foi avaliada pelo peso dos frutos colhidos nas plantas úteis. Em cada parcela, uma amostra contendo 100 frutos foi pesada e a incidência de cancro cítrico avaliada. O número total de frutos colhidos por planta foi estimado pelo peso médio de

cada fruto obtido na amostra. A proporção porcentual de frutos colhidos foi calculada em função da carga total da planta, levando em consideração o número de frutos caídos e colhidos por planta.

3.7 Análise de deposição de cobre nas folhas

Para análise de deposição do bactericida cúprico foram utilizadas plantas da bordadura que não haviam recebido pulverizações cúpricas prévias. A pulverização foi feita em maio de 2014 de acordo com as mesmas regulagens descritas nos item 3.5 e cada tratamento foi composto por 15 plantas pulverizadas na linha. Foram coletadas amostras de 10 folhas interna e externamente, de forma aleatória, em quatro plantas por tratamento após o completo secamento da calda de pulverização. A coleta foi realizada pelo pecíolo, tomando-se o cuidado de não tocar a superfície das folhas. As amostras coletadas contendo folhas foram embaladas em sacos plásticos, identificadas, acondicionadas em recipientes e direcionadas ao laboratório para análise. No laboratório, em cada saco plástico contendo as folhas coletadas foram adicionados 50 mL de HCl 0,2 N seguido de agitação por 50 s. Em seguida, a solução foi filtrada, acondicionada em frascos plásticos de 10 mL devidamente identificados e encaminhadas para análise da concentração de cobre iônico (Cu⁺²) por espectrofotometria de absorção atômica, no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos do Centro de Engenharia e Automação do Instituto Agronômico (CEA/IAC), Jundiaí, SP. Em paralelo, as folhas das respectivas amostras foram digitalizadas por scanner convencional a uma resolução de 600 dpi, com 24 milhões de cores, e as imagens salvas em formato BMP. A área foliar em ${\rm cm}^2$ das folhas contidas nas imagens foi calculada utilizando o software ImageJ – Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA). A quantidade média de calda retida por unidade de área foi determinada pela relação entre a quantidade de Cu⁺² existente nas amostras e a área foliar de cada amostra correspondente.

3.8 Análise de cobertura foliar

Para a avaliação da cobertura, foram colocados três papéis hidrossensíveis internos e três externos, dispostos na porção horizontal inferior, intermediária e superior de quatro plantas em cada um dos quatro volumes de calda testados, totalizando 96 papéis hidrossensíveis. Após a pulverização, os papéis secos foram identificados e acondicionados em sacos de papel e mantidos ao abrigo da umidade. Na determinação da área coberta, os papéis hidrossensíveis foram digitalizados em scanner convencional com 600 dpi e 24

milhões de cores, e as imagens salvas em formato BMP. A quantificação da porcentagem de área coberta pela pulverização foi calculada em função do contraste de cores das imagens obtidas, analisadas pelo software ImageJ – Image Processing and Analysis in Java (Bethesda, EUA).

3.9 Análise de custos

O custo estimado para a realização dos diferentes tratamentos para o controle de cancro cítrico foi calculado com base no custo médio do bactericida cúprico obtido na Coopercitrus (Cooperativa de Produtores Rurais, Bebedouro, SP), no período de condução do experimento, que foi de agosto de 2012 a abril de 2014. Também foram considerados os custos operacionais e de mão-de-obra para a realização das pulverizações de acordo com o Agrianual 2014 (FNP, 2013). Uma suposta área citrícola com 100 ha foi usada para estimar os gastos com a pulverização de cúpricos para o controle de cancro cítrico.

3.10 Análise dos dados

Usando as variáveis estudadas, os tratamentos foram comparados por meio do software estatístico ASSISTAT (Silva & Azevedo, 2002). As áreas abaixo da curva de progresso da incidência de cancro cítrico em folhas e porcentagem de cobertura foram comparadas pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis, ao nível de 5% de probabilidade. Os dados de incidência de cancro cítrico em frutos, área abaixo da curva de progresso de incidência de frutos, número de frutos caídos com e sem a doença, deposição e produtividade foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

De modo geral, as condições para a ocorrência do cancro cítrico nos dois anos de condução do experimento foram intermediárias. A incidência de cancro cítrico na safra 2012/2013 se manteve baixa durante a primavera devido à baixa pluviosidade neste período (Figura 4A). Os meses de verão foram mais chuvosos e a doença apresentou aumento significativo. Segundo Leite Junior et al. (1987) o aumento da temperatura e precipitações elevadas no período de maior fluxo vegetativo das plantas cítricas favorecem a ocorrência de cancro cítrico. A curva de progresso de incidência da doença na safra 2012/2013 mostra que de setembro/2012 a abril/2013 a incidência de folhas com cancro cítrico aumentou em todos os tratamentos. De forma geral, os sintomas surgiram a partir de outubro/2012 e o tratamento testemunha, sem aplicação de cobre, apresentou incidência mais acentuada quando comparado com os outros tratamentos, sendo que em março/2013 atingiu níveis próximos a 30% de folhas sintomáticas. Os demais tratamentos se comportaram diferente da testemunha, alcançando níveis máximos durante todo o período avaliado de 5% de folhas com sintomas de cancro cítrico, e não diferiram entre si.

Na safra 2013/2014 a incidência de cancro cítrico em folhas foi maior na primavera. No verão houve drástica redução pluviométrica e a incidência de cancro cítrico foi atípica para o período (Figura 4B). Nesta safra os sintomas surgiram a partir de setembro/2013 e a testemunha também apresentou incidência mais acentuada em relação aos demais tratamentos como na safra anterior, atingindo cerca de 30% de folhas sintomáticas. Em novembro/2013 o tratamento 40 mL/m³ sem correção de dose da calda cúprica se comportou de forma diferente da testemunha. Enquanto este volume apresentou em novembro/2013 pico de cerca de 10% de folhas sintomáticas, os demais tratamentos com cobre apresentaram níveis máximos de 5% de folhas com sintomas de cancro cítrico durante todo o período avaliado.

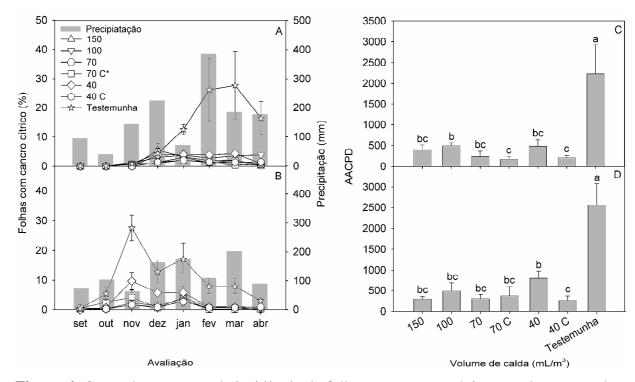


Figura 4. Curva de progresso de incidência de folhas com cancro cítrico em plantas tratadas com diferentes volumes de calda de bactericida cúprico em mL/m³ de copa de laranja doce nas safras 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B), área abaixo da curva de progresso de incidência de folhas com cancro cítrico nas safras 2012/2013 (C) e safra 2013/2014 (D). Letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (*P*<0,05). Barras indicam o erro padrão da média. * C, dose de cobre foi corrigida para ajustar à quantidade depositada pelo tratamento com 100 mL/m³, volume do ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

Analisando os dados de incidência de folhas com cancro cítrico pela área abaixo da curva de progresso da doença (AACPD) na safra 2012/2013 (Figura 4C), foi possível observar que todos os volumes de calda e doses de cobre utilizadas foram satisfatórios no controle da doença. Os tratamentos 70 C e 40 C mL/m³ apresentaram área significativamente menor, diferindo estatisticamente do tratamento 100 mL/m³ de copa. Os demais tratamentos não diferiram significativamente entre si, apenas da testemunha que apresentou AACPD 5 vezes maior que a área média observada para os diferentes volumes de calda estudados. Os resultados observados na safra 2013/2014 para AACPD da incidência de cancro cítrico em folhas foi semelhante aos obtidos na safra anterior, quando todos os tratamentos também foram eficazes em controlar a doença e diferiram significativamente da testemunha (Figura

4D). O tratamento 40 C mL/m³ apresentou a menor AACPD diferindo significativamente do tratamento 40 mL/m³ sem correção de dose. Os demais tratamentos com cobre não diferiram entre si.

Em janeiro/2013 a incidência de frutos com cancro nos diferentes tratamentos foi significativamente menor que na testemunha. Em todos os tratamentos a incidência máxima foi de 0,5%, enquanto que na testemunha esta incidência foi em torno de 4%. Na segunda avaliação, realizada em novembro/2013, houve um aumento na incidência de frutos com cancro cítrico de forma geral, não sendo possível visualizar diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 5A).

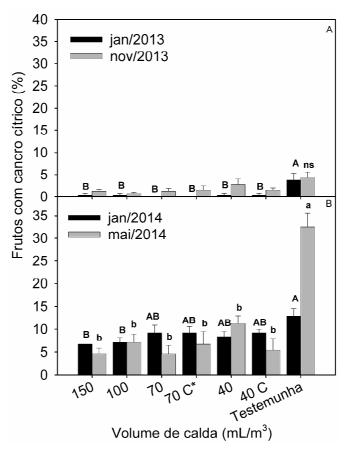


Figura 5. Incidência de frutos com cancro cítrico em plantas tratadas com diferentes volumes de calda de bactericida cúprico em mL/m³ de copa de laranja doce nas safras 2012/2013 (A) e 2013/2014 (B). Letras maiúsculas ou minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (*P*<0,05). * C, dose de cobre foi corrigida para ajustar à quantidade depositada pelo tratamento com 100 mL/m³, volume do ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

Durante a safra 2013/2104 a incidência de frutos com cancro cítrico foi maior que no ano anterior (Figura 5B). Provavelmente este aumento está associado à ocorrencia de chuvas menos volumosas e mais prolongadas, com duração de alguns dias consecutivos, no período de suscetibilidade dos frutos do segundo ano em relação ao primeiro, quando as chuvas foram mais volumosas e menos prolongadas, com duração de algumas horas. De acordo com Canteros (2000) apud Behlau (2006), os anos com pluviosidade alta durante a primavera contribuem com a intensidade de cancro cítrico na planta e a severidade da doença nos frutos. Na primeira avaliação, realizada em janeiro/2014, enquanto os tratamentos 150 e 100 mL/m³ de copa apresentaram incidências de frutos com cancro cítrico significativamente inferiores à testemunha, os demais tratamentos se comportaram de forma intermediária, não diferindo da testemunha e dos tratamentos 150 e 100 mL/m³ de copa. Na segunda avaliação (maio/2014), a incidência de cancro em frutos se manteve baixa em todos os tratamentos com cobre, os quais não diferiram estatisticamente entre si, mas da testemunha que apresentou pico de incidência próximo de 30% de frutos com cancro cítrico.

Em relação à queda prematura de frutos (Figura 6A), não houve diferença significativa no número de frutos caídos por planta sem lesões de cancro cítrico, com média de 20 frutos por planta nos diferentes tratamentos. Porém, o número de frutos caídos com lesões de cancro cítrico foi mais acentudo na testemunha, diferindo significativamente dos diferentes volumes de calda cúprica estudados. De forma geral, a queda de frutos com cancro cítrico na testemunha foi 2 vezes maior que nos outros tratamentos, que tiveram uma queda média de 4 frutos por planta. A porcentagem de frutos caídos com cancro cítrico (Figura 6B) também foi maior na testemunha, diferindo estatisticamente dos demais tratamentos, os quais apresentaram em média 20% dos frutos caídos com cancro cítrico, contra 30% na testemunha.

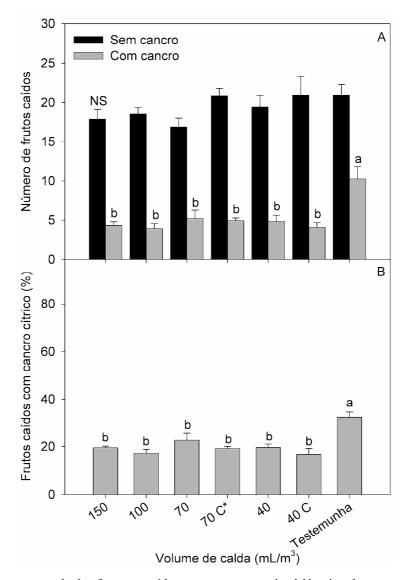


Figura 6. Número total de frutos caídos com e sem incidência de cancro cítrico (A) e porcentagem de frutos caídos com cancro cítrico (B) em plantas tratadas com diferentes volumes de calda de bactericida cúprico em mL/m³ de copa de laranja doce na safra 2012/2013. NS, diferença entre tratamentos não significativa; letras iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (*P*<0,05). * C, dose de cobre foi corrigida para ajustar à quantidade depositada pelo tratamento com 100 mL/m³, volume do ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

Não foi observada diferença significativa na produtividade das plantas tratadas com os diferentes volumes de calda em mL/m³ de copa testados e a testemunha (Figura 7A). Em relação à proporção de frutos colhidos, considerando a carga total das plantas (frutos colhidos + frutos caídos) também não foi possível observar diferenças significativas entre os

tratamentos (Figura 7B). Estes resultados de produtividade estão associados a reduzida queda de frutos por cancro cítrico devido a baixa pluviosidade durante a primavera na safra 2012/2013 (Figura 6). Em anos favoráveis à ocorrencia da doença, o número de frutos caídos com cancro cítrico é mais expressivo. De acordo com Behlau (2006), a eficiência do controle químico e seu impacto na produtividade é mais evidente em altos níveis de incidência de cancro cítrico.

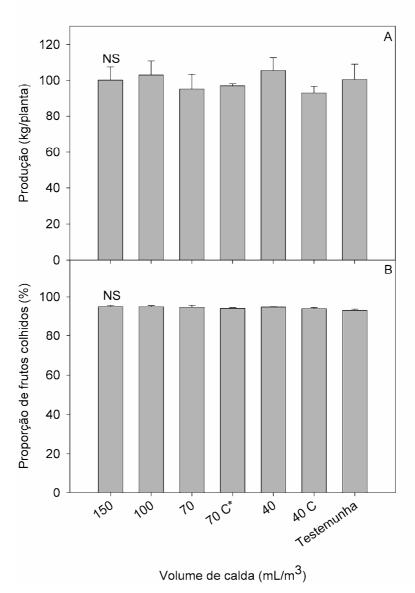


Figura 7. Produção média de laranja em kg/planta (A) e proporção de frutos colhidos em relação à carga total da planta (B), em plantas tratadas com diferentes volumes de calda de hidróxido de cobre em mL/m³ de copa de laranja doce. NS, diferença entre tratamentos não significativa pelo teste de Tukey (*P*<0,05). * C, dose de cobre foi

corrigida para ajustar à quantidade depositada pelo tratamento com 100 mL/m³, volume do ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

Comparando os diferentes volumes de calda e doses de cobre estudadas, na parte externa da planta, foi possível observar que com a redução do volume de calda aplicado por área, sem a correção da dose do bactericida, houve redução da deposição de cobre sobre as folhas das plantas (Figura 8). Esta redução foi significativa apenas para o volume de 40 mL/m³ de copa, pois a redução do volume de calda de 150 para 70 mL/m³ de copa não apresentou diferença significativa na quantidade de cobre depositada em folhas (Figura 8). Estes resultados podem estar relacionados com a tendência de aumento da incidência de cancro cítrico observada na safra 2013/2014 no tratamento 40 mL/m³ devido à baixa concentração do bactericida cúprico (Figura 4D). A mesma tendência de redução na quantidade de cobre por área pode ser observada na parte interna das plantas, sendo significativa para volume de 70 mL/m³ quando comparado com o volume de 150 mL/m³ de copa. Também foi possível observar que, para os tratamentos 70 C e 40 C mL/m³ de copa, a deposição de cobre foi estatisticamente semelhante àquela proporcionada pelos volumes de 100 e 150 mL/m³ em ambos os pontos de amostragem. Estes resultados também comprovam a eficiência da correção de dose do bactericida cúprico em restabelecer a quantidade de ingrediente ativo depositada por unidade de área foliar (Figura 8).

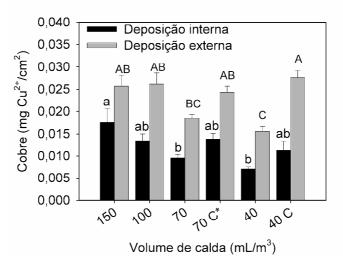


Figura 8. Deposição de cobre (Cu⁺²) em mg/cm² de área foliar na parte interna e externa de plantas tratadas com diferentes volumes e de calda de cobre em mL/m³ de copa de laranja doce. Letras maiúsculas ou minúsculas iguais não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey (*P*<0,05). * C, dose de cobre foi corrigida para ajustar à

quantidade depositada pelo tratamento com 100 mL/m³, volume do ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

Avaliando qualitativamente os diferentes volumes de calda estudados, os resultados de cobertura encontrados nas duas safras do experimento foram estatisticamente semelhantes e em função das análises e apresentação dos resultados, os dados foram agrupados. As coberturas encontradas nas porções horizontal inferior, intermediária e superior das plantas, tanto na parte interna quanto externa não apresentou diferenças significativas (Figura 9).

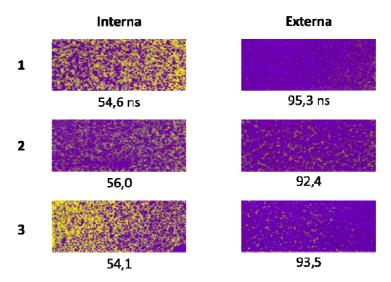


Figura 9. Cobertura (%) da pulverização em papéis hidrossensíveis dispostos interna e externamente no terço superior (1), intermediário (2) e inferior (3) de plantas tratadas com diferentes volumes de calda em mL/m³ de copa de laranja doce. NS, diferença entre tratamentos não significativa pelo teste de Tukey (*P*<0,05).

Analisando os dados de cobertura por volume de aplicação, em todos os volumes testados as coberturas externas foram significativamente maiores que as coberturas encontradas no interior das copas das plantas (Figura 10). Reduções nas coberturas de aplicação foram visíveis quando os diferentes volumes foram analisados no interior das copas das plantas, o que proporcionou uma diminuição da cobertura de 70,4 para 27,1%. No entanto, nos papéis dispostos na parte externa das plantas não foram encontradas diferenças significativas.

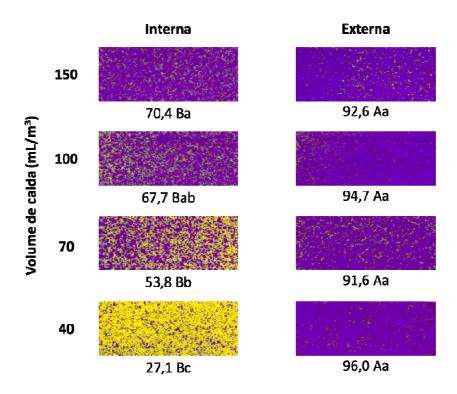


Figura 10. Cobertura (%) da pulverização em papéis hidrossensíveis dispostos na parte interna e externa de plantas tratadas com diferentes volumes de calda em mL/m³ de copa de laranja doce. Letras maiúsculas iguais na linha e minúsculas iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Kruskal-Wallis (*P*<0,05).

Os resultados obtidos indicam que é possível reduzir o volume de calda em até 70%. No entanto, reduções acentuadas no volume de calda levam à necessidade de correção da dose do bactericida cúprico, uma vez que a redução da quantidade de cobre metálico depositada por área foliar para níveis próximos a 21 mg/m³ de copa, dose esta estudada no tratamento 40 mL/m³ sem correção de dose do bactericida, apresentou uma redução significativa na quantidade de cobre depositada em folhas localizadas na parte externa da planta (Figura 8). Assim como o volume de calda, a concentração do bactericida cúprico também poderá ser reduzida. Neste estudo, esta redução foi positiva em até aproximadamente 50% da quantidade de cobre metálico chegando por metro cúbico de copa. É importante ressaltar que estes volumes de calda e doses do bactericida cúprico podem se comportar de forma diferente em anos com condições mais favoráveis para a ocorrência da doença, aumentando ou não a incidência de cancro cítrico.

Outros estudos também obtiveram sucesso na adequação do volume de calda em função do volume de copa das plantas cítricas no controle de outras pragas e doenças, proporcionando reduções significativas na quantidade de água utilizada nas pulverizações. Scardelato (2013) avaliou em um primeiro momento volumes de calda inseticida variando de 99 (volume padrão da fazenda) a 50 mL/m³ de copa sem correção de dose do inseticida. Este estudo possibilitou reduzir 50% do volume de calda sem comprometer a eficiência de controle de Diaphorina citri. Com base nestes resultados, em um segundo estudo foram avaliados volumes de calda de 77 (volume padrão da propriedade) a 23 mL/m³ com e sem correção de dose do inseticida para volumes abaixo de 40 mL/m³ de copa. Da mesma forma, observou-se a possibilidade de redução do volume de calda em até 70%, proporcionando economia de 58% nos custos ligados a esta operação e um aumento significativo no rendimento operacional da propriedade. Ao comparar o volume padrão (100 mL/m³ de copa) utilizado pelos citricultores da região de Tambaú, SP, com o volume 50 mL/m³ de copa com correção de dose do fungicida no controle da pinta preta dos citros durante a safra 2012/2013, Silva (2013a) concluiu que é possível reduzir o volume de calda em 50% sem comprometer a eficiência de controle da doença. Em outro estudo, Silva (2013b) também observou que é possível reduzir em 40% o volume de aplicação para o controle da pinta preta dos citros sem comprometer a eficiência de controle. Neste trabalho o autor avaliou volumes de calda de 125 mL/m³ (volume utilizado pelos citricultores da região de Mogi Guaçu, SP) a 50 mL/m³ de copa, com e sem correção de dose dos fungicidas utilizados em volumes abaixo de 100 mL/m³ de copa. Dentro deste contexto, os resultados apresentados também estão de acordo com o exposto por Costa et al. (2006), que demonstra que a água tem apenas a finalidade de diluir, transportar e facilitar a distribuição do produto na área, pois o volume de água não tem influência direta no resultado biológico.

Para a aplicação dos diferentes volumes de calda, considerando um pulverizador com capacidade de 4000 litros, a redução do volume de calda contribuiu para aumentar a autonomia do conjunto trator + pulverizador (Tabela 3). Sendo assim, é possível pulverizar uma área até 3,7 vezes maior que a pulverizada no volume padrão (150 mL/m³). Neste trabalho a velocidade de aplicação nos diferentes volumes de calda foi constante, não variando assim o tempo gasto para pulverizar um hectare. Desta forma, o custo de pulverização por hectare variou somente em função da dose do bactericida cúprico utilizada, sendo possível observar maior redução nos tratamentos em que a dose do bactericida cúprico não foi corrigida. Estas reduções variaram de 24 a 52%. No entanto, a dose do bactericida

utilizada no tratamento 40 mL/m³ de copa sem correção da dose apresentou uma deposição de cobre significativamente menor se comparado com os demais tratamentos, sendo aceitável uma redução máxima de 38% nos custos da pulverização por hectare. Além disso, fatores como rendimento operacional e número de reabastecimentos não são levados em consideração, ocultando o grande impacto da adequação do volume de calda nos custos da pulverização.

Com a finalidade de evidenciar o impacto da adequação do volume de calda nos custos relacionados à pulverização, os gastos dos diferentes tratamentos foram calculados para uma suposta área de 100 hectares (Tabela 4). Com base no mesmo pulverizador com capacidade para 4000 litros de calda cúprica, seriam necessários 76,4 tanques para realizar uma única pulverização em área total no volume padrão (150 mL/m³ de copa) utilizado pelos citricultores. Isto se comparado com o menor volume (40 mL/m³ de copa) avaliado, representa uma redução de 56 tanques na pulverização da mesma área. Esta redução está relacionada ao aumento do rendimento operacional de cada pulverizador, impactando significativamente no tempo total da operação de pulverização e de reabastecimento do pulverizador. Considerando um tempo médio de reabastecimento de 40 minutos, para uma pulverização em área total com o volume padrão, seriam necessárias 51 horas para reabastecimento e considerando o menor volume estudado o tempo de reabastecimento seria reduzido para aproximadamente 13 horas. Esta redução no tempo de reabastecimento reflete diretamente nos custos da pulverização, proporcionando reduções de 27 a 60% nos custos de produção. No entanto, uma vez que o tratamento 40 mL/m³ sem correção de dose do bactericida apresentou uma deposição de cobre sobre as folhas significativamente menor, esta redução de custos fica limitada a 43%.

Dentre os tratamentos mais eficientes no controle do cancro cítrico e que proporcionaram maiores reduções nos custos da pulverização, os volumes 70 mL/m³ (36,8 mg de cobre metálico/m³ de copa) e 40 C mL/m³ (52,5 mg de cobre metálico/m³ de copa) reduziram os custos relacionados a esta operação em aproximadamente 40% sem interferir no controle do cancro cítrico (Tabela 4). Embora o volume de calda 40 mL com 36,8 mg de cobre metálico/m³ de copa não tenha sido testado, maiores reduções nos custos com o controle químico do cancro cítrico poderiam ser alcançadas com a eficiência deste tratamento, sendo assim, trabalhos futuros que comprovem a eficiência desta redução de volume e dose deverão ser estudados. Além de eficientes, volumes de calda e doses do bactericida cúprico mais adequados ao volume de copa das plantas, proporcionaram reduções de custos e

aumento no rendimento operacional, que poderá também contribuir para o dimensionamento do número de máquinas necessárias para pulverizar uma determinada área em um espaço de tempo.

Tabela 3. Análise do custo de pulverização dos diferentes volumes de aplicação testados e respectivas doses do bactericida cúprico por hectare.

Volume de calda		Área tratadaª	Área tratada ^a Tempo de aplicação		Dose bactericida cúprico		Redução da dose	Custo bactericida cúprico ^b		Custo pulverização ^c	Custo Total ^d	, ,		Economia de água	
(mL/m³)	(L/ha)	(ha/tanque)	(hora/tanque)	(hora/ha)	(kg/tanque)	(kg/ha)	(%)	(R\$/tanque)	(R\$/ha)	(R\$/ha)	(R\$/ha)	(R\$/ha)	(%)	(Litros/ha)	(%)
150	3.056	1,31	0,37	0,28	3,00	2,292	-	71,71	54,78	22,03	76,81	-	-	-	_
100	2.037	1,96	0,55	0,28	3,00	1,528	33	71,71	36,52	22,03	58,55	18,27	24	1.019	33
70	1.426	2,81	0,78	0,28	3,00	1,070	53	71,71	25,56	22,03	47,59	29,22	38	1.630	53
$70 \mathrm{C^e}$	1.426	2,81	0,78	0,28	4,30	1,533	33	102,78	36,64	22,03	58,67	18,14	24	1.630	53
40	815	4,91	1,37	0,28	3,00	0,611	73	71,71	14,61	22,03	36,64	40,17	52	2.241	73
40 C	815	4,91	1,37	0,28	7,50	1,528	33	179,27	36,53	22,03	58,56	18,26	24	2.241	73

^a Capacidade do tanque de 4000 litros. ^b Custo médio do bactericida cúprico referente ao período de condução do experimento segundo a Coopercitrus - Cooperativa de Produtores Rurais. ^c Cálculo baseado no custo médio homem-dia e hora-máquina (trator + pulverizador) Agrianual 2014. ^d Custo total referente à soma do custo com bactericida cúprico e custo com a pulverização por hectare. ^e Dose de cobre corrigida para a quantidade encontrada no tratamento com 100 mL/m³, volume no ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

Tabela 4. Análise do custo de pulverização dos diferentes volumes de aplicação testados e respectivas doses do bactericida cúprico considerando uma área de 100 hectares.

Tratamentos Volume		Nº de	Tempo de	aplicação	Tempo Reabastecimento ^b	Tempo da	Custo da operação ^d	Custo bactericida	Custo Total	Redução no	custo	Economi água	
$\frac{\text{(mL/m}^3)}{\text{(mL/m}^3)}$	(L/ha)	tanques	(hora/tanque)	(hora/100 ha)		operação ^c (hora)	(R\$)	cúprico ^e (R\$)	(R \$)	(R\$)	(%)	(Litros)	(%)
150	3.056	76,40	0,37	27,97	51,19	79,16	6.234,45	5.478,49	11.712,94	-	-	-	
100	2.037	50,93	0,55	27,97	34,12	62,09	4.890,19	3.651,73	8.541,92	3.171,01	27	101.900	33
70	1.426	35,65	0,78	27,97	23,89	51,86	4.084,17	2.556,39	6.640,56	5.072,38	43	163.000	53
$70 \mathrm{C^f}$	1.426	35,65	0,78	27,97	23,89	51,86	4.084,17	3.664,16	7.748,33	3.964,61	34	163.000	53
40	815	20,38	1,37	27,97	13,65	41,62	3.278,15	1.461,05	4.739,20	6.973,74	60	224.100	73
40 C	815	20,38	1,37	27,97	13,65	41,62	3.278,15	3.652,63	6.930,77	4.782,17	41	224.100	73

^a Capacidade do tanque 4000 litros. ^b Tempo de reabastecimento calculado levando em consideração um tempo médio de 40 minutos por tanque de 4000 litros. ^c Produto da soma do tempo de aplicação e do tempo de reabastecimento total. ^d Cálculo baseado no custo médio homem-dia e hora-máquina (trator + pulverizador) Agrianual 2014. ^e Custo médio do bactericida cúprico referente ao período de condução do experimento segundo a Coopercitrus - Cooperativa de Produtores Rurais. ^f Dose de cobre corrigida para a quantidade encontrada no tratamento com 100 mL/m³, volume no ponto de escorrimento teórico para alvos internos.

5 CONCLUSÕES

- É possível reduzir 70% do volume de calda e 50% da dose do cobre em pulverizações tendo como referência o volume de copa das plantas. Os volumes de calda mínimos para o controle do cancro cítrico são de 70 e 40 mL/m³ de copa com 36,8 e 52,5 mg de cobre metálico/m³ de copa, respectivamente.
- Volumes de calda reduzidos a níveis inferiores ao ponto de escorrimento das plantas sem correção da dose de cobre podem prejudicar o controle do cancro cítrico.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amorim, L., Bergamin Filho, A. 2001. A epidemiologia do Cancro Cítrico. **Summa Phytopathologica** 27:151-156.

Behlau, F. 2006. Epidemiologia do cancro cítrico (Xanthomonas axonopodis pv. citri) em laranja 'Pêra' (Citrus sinensis) sob condições de controle químico e cultural. 101 f. **Dissertação de Mestrado.** Piracicaba SP: Universidade de São Paulo.

Behlau, F., Belasque Jr., J., Graham, J.H., Leite Jr., R.P. 2010. Effect of frequency of copper applications on control of citrus canker and the yield of young bearing sweet orange trees. **Crop Protection** 29:300–305.

Behlau, F., Belasque Jr., J. 2014. **Cancro cítrico:** a doença e seu controle. Araraquara SP: Fundecitrus. 94 p.

Behlau, F., Barelli, N.L., Belasque Jr., J. 2014. Lessons from a case of successful eradication of citrus canker in a citrus-producing farm in São Paulo state, Brazil. **Journal of Plant Pathology** No prelo.

Belasque Júnior, J., Fernandes, N.G., Massari, C.A. 2009. Carta ao editor: o sucesso da campanha de erradicação do cancro cítrico no Estado de São Paulo, Brasil. **Summa Phytopathologica** 32:91-92.

Bitancourt, A.A. 1957. O cancro cítrico. O Biologico 23:101-111.

Carvalho, W.P.A., Furlani Junior, J.A. 1997. Estudo comparativo entre coletores para determinação do DMV e coeficiente de disperção na atmosfera de gotas em aplicações de produtos líquidos. **Revista Energia na Agricultura** 12:29-38.

Costa, A.Z. de M., Pereira, J.L., César, J. de O., Lima, L.C. 2006. **Tecnologia de aplicação de agroquímicos. CEPLAC.** Disponível em: < http://www.ceplac.gov.br/radar/Artigos/artigo1.htm>. Acesso em: 29 de abril de 2014.

Cunningham, G.P., Harden, J. 1998. Reducing spray volumes applied to mature citrus trees. **Crop Prorectron** 17:289-292.

Delgado, L.M. 1999. **Tecnologia para la aplicación de fitossanitários**. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid. 26 p.

Farooq, M., Salyani, M. 2002. Spray penetration into the citrus tree canopy from two aircarrier sprayers. **Transactions of the ASAE** 02:1-12.

Ferreira, M. da C. 2003. Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (g., 1939) em citros. 74 f. **Tese de doutorado.** Jaboticabal SP: Universidade Estadual Paulista.

FNP Consultoria & Comercio. 2013. Citros. In:_____. **Agrianual 2014:** anuário da agricultura brasileira. São Paulo: Informa Economics FNP. p. 237-269.

Hoffmann, W.C., Salyani, M. 1996. Spray deposition on citrus canopies under different meteorological conditions. **Transactions of the ASAE** 39:17-33.

Holownicki, R., Doruchowski, G., Godyn, A., Swiechowski, W. 2000. PA-Precision Agriculture: variation of spray deposit and loss with air-jet directions applied in orchards. **Journal of Agricultural Engineering Research** 77:129-136.

Jaciani, F. J. 2012. Diversidade genética de *Xanthomonas citri* SUBSP. *citri*, caracterização molecular e patogênica de *Xanthomonas fuscans* SUBSP. *aurantifolii* e detecção de *Xanthomonas alfalfae* em citrumelo 'Swingle' (*Citrus paradisi* Macf. x *Poncirus trifoliata* L. Raf.) no Brasil. 191 f. **Tese de Doutorado.** Jaboticabal SP: Universidade Estadual Paulista.

Joyce, R.J.V., Parkin, C.S. 1977. Efficiency in pesticide application. In: Watson D.L., Brown, A.W.A. **Pesticide management and insecticide resistance.** New York: Academic Press. p 199-216.

Laranjeira, F.F., Amorim, L., Bergamin Filho, A., Aguilar-Vildoso, C.I., Coletta Filho, H.D. 2005. Fungos, procariotos e doenças abióticas. In:_____. Citros. Campinas: Instituto Agronômico e Fundag. cap. 18. p. 510-566.

Leite Junior, R.P., Moham, S.K., Pereira, A.L.G., Campacci, C.A. 1987. Controle integrado de cancro cítrico: efeito da resistência genética e da aplicação da bactericidas. **Fitopatologia Brasileira** 12:257-263.

Leite Junior, R.P. 1990. Cancro cítrico: prevenção e controle no Paraná. **Circular técnica IAPAR** 61:51.

Matthews, G.A. 1992. **Pesticide application methods.** 2.ed. New York: Longman Scientific & Technical. 405 p.

Matuo, T. 1990. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Jaboticabal SP: Funep. 139 p.

Neves, M.F., Trombin, V.G., Milan, P., Lopes, F.F., Cressoni, F., Kalaki, R. 2010. **O retrato da Citricultura brasileira**. Ribeirão Preto SP: Markestrat. 138 p.

Ramos, H.H., Santos, J.M.F., Araújo, R.M., Bonachela, T.M., Santiago, T. 2004. **Manual de tecnologia de aplicação**. Campinas SP: Línea Creativa. 52 p.

Rezende, D.T. 2011. Análise comparativa de métodos para quantificação dos depósitos da pulverização em diferentes alvos. 77 f. **Dissertação de Mestrado.** Botucatu SP: Universidade Estadual Paulista.

Rossetti, V. 2001. **Manual ilustrado de doenças dos citros**. Piracicaba: Fealq/Fundecitrus. 207 p.

Salyani, M. 1988. Droplet size effect on spray deposition efficiency of citrus leaves. **Transactions of the ASAE** 31:1680-1684.

Salyani, M., McCoy, C.W. 1989. Deposition of different spray volumes on citrus trees. **Proceedings of the Florida State Horticultural Society** 102:32-26.

Salyani, M. 1994. Spray technology research for orchard applications. **Acta Horticulturae** 372:67-74.

São Paulo (Estado). Resolução da Secretaria de Agricultura e Abastecimento (SAA) no. 147, de 31 de outubro de 2013. **Diário Oficial**, 01 de novembro de 2013. Seção 1. Estabelece procedimentos a serem adotados no estado de São Paulo visando a supressão/erradicação da praga denominada cancro cítrico, causado pela bactéria Xanthomonas citri subsp. citri, p. 50.

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. 38 f. **Dissertação de Mestrado.** Araraquara SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Silva, F.S., Azevedo, C.A.V. 2002. Versão do programa computacional ASSISTAT para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais** 4:71-78.

Silva, A.R.P. 2013a. Avaliação de fungicidas e da substituição de óleo mineral por adjuvante organosiliconado com redução do volume de calda no controle da mancha preta dos citros. 51 f. **Dissertação de Mestrado.** Araraquara SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Silva, F.P. 2013b. Adequação de doses de fungicidas, volume de calda e intervalo de aplicação no controle da mancha preta dos citros. 42 f. **Dissertação de Mestrado.** Araraquara SP: Fundo de Defesa da Citricultura.

Sutton, T.B., Unrath, C.R. 1988. Evaluation of the tree-row-volume model for full-season pesticide application on apples. **Plant Disease** 72:629-632.