

# CARACTERÍSTICAS DA PULVERIZAÇÃO EM CITROS EM FUNÇÃO DO VOLUME DE CALDA APLICADO COM TURBOPULVERIZADOR

HAMILTON H. RAMOS<sup>1</sup>, KIYOSHI YANAI<sup>2</sup>, ILA M. CORRÊA<sup>3</sup>,  
RENATO B. BASSANEZI<sup>4</sup>, LUIS C. GARCIA<sup>5</sup>

**RESUMO:** Este trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do volume de calda aplicado por um turbopulverizador sobre a deposição e a cobertura em folhas, ramos e frutos de citros. A pulverização foi realizada com um pulverizador tratorizado Arbus 2000/Valência em pomar de laranja 'Natal', com porte médio de 4,0 m, sendo avaliados seis volumes de calda (50; 70; 85; 100; 150 e 200% do volume-padrão utilizado pelo produtor, de 28 L planta<sup>-1</sup>). Após a pulverização de plantas uniformes com calda contendo cobre e o traçador fluorescente Poliglow 830 YLSS, amostras foram coletadas em nove setores da planta, sendo a avaliação da deposição feita usando-se análise do íon cobre por espectrofotômetro de absorção atômica, e a da cobertura, por meio de imagens digitalizadas analisadas pelo programa para computador IDRISI. A análise estatística mostrou que, na avaliação da cobertura e deposição em citros, a utilização de frutos como estrutura de amostragem tendeu a evidenciar melhor o efeito dos tratamentos. Tanto a deposição quanto a cobertura tenderam a ser maiores nos setores frontal e saia da planta. Tanto a deposição quanto a cobertura não foram prejudicadas pela utilização do volume de 70% (19,6 L planta<sup>-1</sup>), indicando que tal volume pode substituir o volume de 100% (28 L planta<sup>-1</sup>) sem prejuízos ao controle de pragas.

**PALAVRAS-CHAVE:** deposição, cobertura, tecnologia de aplicação.

## EFFECT OF CARRIER VOLUME APPLIED WITH A AIRBLAST SPRAYER ON SPRAY CHARACTERISTICS IN CITRUS

**ABSTRACT:** The aim of this study was to evaluate the efficacy of different carrier volume applied with an airblast sprayer on spray deposition on leaves, branch and fruits in citrus trees. It was used a trailed sprayer Arbus 200/Valência in an orange orchard, variety Natal, with 4,0 m mean height, and six volumes were evaluated (50; 70; 85; 100; 150 and 200% relative to the standard volume in use, 28 L plant<sup>-1</sup>). After spraying of regular plants with carrier containing copper and Poliglow 830 YLSS as fluorescent tracer, the samples were collected in nine localization of the tree. The evaluation of spray deposition was done with an atomic absorption spectrophotometer by analyze of copper ion. The evaluation of spray coverage was done by digitalized image which were analyzed with IDRISIS software. The analysis statistical showed that in the evaluation of spray coverage and deposition in citrus the use of fruits as sample made to evidence better the effect of the treatments. The spray coverage and deposition had been trend higher upon frontal horizontal sector and upon lower vertical sector of the tree. The spray coverage and deposition had not been prejudiced by the use of 70% rate (19.6 L plant<sup>-1</sup>) which indicates that this volume can replace the 100% rate (28.0 L plants<sup>-1</sup>) without disadvantage in the control periods.

**KEYWORDS:** deposition, coverage, spraying technology.

<sup>1</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Pesquisador Científico, Centro APTA de Engenharia e Automação, Instituto Agronômico, Caixa Postal 26, Jundiaí - SP, hhramos@iac.sp.gov.br

<sup>2</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Pesquisador, Centro APTA de Engenharia e Automação, kiyoshi@iac.sp.gov.br

<sup>3</sup> Eng<sup>a</sup> Agrícola, Pesquisadora, Centro de Engenharia e Automação, imcorrea@iac.sp.gov.br

<sup>4</sup> Eng<sup>o</sup> Agrônomo, Fundecitrus, rbbassanezi@fundecitrus.com.br

<sup>5</sup> Pós-graduando da UNESP - Botucatu, Estagiário do Centro APTA de Engenharia e Automação.

Recebido pelo Conselho Editorial em: 3-3-2005

Aprovado pelo Conselho Editorial em: 15-9-2006

## INTRODUÇÃO

A citricultura paulista é a principal responsável pela participação do Brasil no agronegócio mundial de frutas cítricas, tendo produzido 79% do volume nacional de citros (BOTEON & NEVES, 2005). Esse volume de produção é suportado pela indústria de defensivos, fertilizantes, equipamentos agrícolas e outros, em que o primeiro representa a maior fatia de insumos. RAMOS et al. (2005), ao considerarem o custo econômico dos produtos fitossanitários na produção de citros, concluíram que melhorias nas técnicas de aplicação podem contribuir para a redução dos recursos alocados.

A aplicação de defensivos nos pomares cítricos é, normalmente, feita com turbopulverizadores. Embora esses equipamentos se mostrem mais eficientes que outros (MAGALHÃES et al., 1992), ainda necessitam de estudos que avaliem sua eficiência. Pressões e volumes de aplicação elevados são freqüentemente responsáveis pela perda de produtos e pela contaminação do ambiente, sendo que MATUO (1988), WILLES (1997) e CHAIM et al. (1999a), por exemplo, mencionam perdas de 30 a 70% do produto aplicado. 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 reconhece a dificuldade de serem feitas recomendações eficientes de aplicação devido à diversidade de fatores envolvidos no processo.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o efeito do volume de calda aplicado por um modelo de pulverizador sobre as características da pulverização em folhas, ramos e frutos de citros.

## MATERIAL E MÉTODOS

Os campos experimentais foram implantados em pomar comercial da variedade Natal, com 17 anos de idade, plantado em espaçamento de 9 x 6 m e com plantas com altura média de 4 m, na região de Colômbia - SP (latitude 20°10'33" N, longitude 48°41'20" W e elevação de 492 m), onde normalmente se utilizavam 28 L de calda por planta. Para as avaliações, foram previamente selecionadas e marcadas com fitas coloridas plantas-padrão com copa o mais semelhante possível, sem a presença de clareiras, procurando-se, dessa forma, reduzir a interferência de fatores relacionados à desuniformidade das copas na análise dos resultados.

Foi utilizado o turbopulverizador, modelo Arbus 2000/Valência, equipado com defletor unilateral do tipo "camarão". Esse pulverizador está equipado com ventilador de 850 mm de diâmetro que, segundo informações do fabricante, a 2.050 rpm (540 rpm na TDP), é capaz de produzir 19,5 m<sup>3</sup> de ar por segundo, à velocidade de 112 km h<sup>-1</sup>. O ramal de bicos utilizado foi o "ramal especial", contendo 34 bicos na turbina e 14 na voluta, totalizando 48 posições. Para as avaliações, o turbopulverizador foi tracionado por um trator MF 275, equipado com redutor de velocidade, que reduz em 3,4 vezes a velocidade normal, deslocando-se em primeira marcha reduzida e 1.800 rpm, à velocidade de 1,38 km h<sup>-1</sup>. Foram avaliados seis volumes de calda, correspondentes a 200; 150; 100; 85; 70 e 50% do volume-padrão do produtor (28 L planta<sup>-1</sup>), conforme Tabela 1. As pontas de pulverização foram dimensionadas para que o espectro de gotas produzido estivesse entre 150 e 250 µm, segundo informações de tamanho de gotas fornecidas pelos fabricantes. As vazões das pontas de pulverização foram analisadas após a montagem nos ramais, com o ventilador desligado, para assegurar sua uniformidade.

TABELA 1. Tratamentos avaliados no experimento de caracterização da pulverização proporcionada por turbopulverizador em citros.

Volume <sup>(1)</sup> (%)	Pontas	Pressão (kPa)	Volume <sup>(1)</sup> (%)	Pontas	Pressão(kPa)
50	JA-2	422	100	J4/2	527
70	JA-2	844	150	J5/2	703
85	J4/2	387	200	J5/2	1.266

(1) Em relação ao volume de calda utilizado pelo produtor (28 L planta<sup>-1</sup>)

Antes da aplicação, o pulverizador foi configurado para que a pulverização, bem como o ar gerado pela voluta não ultrapassassem significativamente o ponteiro das plantas. Dessa forma, os quatro bicos mais próximos à voluta foram tampados, e um duplicador foi colocado no ponto mais baixo da barra, utilizando-se, portanto, de 45 bicos na barra. Para o preparo da calda de pulverização, 1,2 kg da formulação cúprica Recop 800 PM e 1,5 kg do pigmento fluorescente Poliglow 830 YLSS foram pesados e misturados em um balde até homogeneização. Adicionaram-se, em seguida, aproximadamente 10 L de água e agitou-se até a formação de pasta homogênea, que foi colocada no tanque do pulverizador contendo 500 L de água. O preparo foi realizado imediatamente antes da aplicação em cada um dos tratamentos. Tal método de preparo, proposto e utilizado por ABI SAAB (1996), foi adotado visando a eliminar os problemas relativos à baixa solubilidade do pigmento fluorescente em água.

As aplicações foram realizadas em 18 de setembro de 2001, em apenas um dos lados da planta, sob temperatura variando entre 32,3 e 33,7 °C, umidade relativa entre 24 e 26% e ventos de 1 a 2 m s<sup>-1</sup>. Para as aplicações, três plantas-padrão foram selecionadas e marcadas em uma mesma linha, tendo a pulverização sido iniciada pelo menos três plantas antes da primeira e concluída pelo menos três plantas após a última selecionada. Antes de cada aplicação, uma amostra de aproximadamente 80 mL de calda foi retirada do tanque.

### **Amostragem**

Para a coleta das amostras, as plantas foram divididas em nove setores: verticalmente em Saia (até 1,20 m de altura), Meio (entre 1,20 e 2,40 m de altura) e Ponteiro (acima de 2,40 m de altura); e horizontalmente em Entrada, Frontal e Saída na linha de deslocamento. As coletas de amostras de folhas, ramos e frutos foram realizadas sempre após o completo secamento da calda de pulverização. Com o auxílio de escadas de colheita, duas amostras compostas por cinco folhas, um ramo e um fruto por setor de amostragem foram coletadas, tomando-se o cuidado de não tocar a superfície. As amostras assim obtidas foram embaladas, uma em sacos plásticos (análise da deposição) e outra em sacos de papel pardo e, posteriormente, em sacos plásticos (análise da cobertura) devidamente identificados, acondicionadas em recipientes com isolamento térmico (isopor) e transportadas ao laboratório para análise.

### **Determinação da área foliar**

Para a obtenção da equação representativa da área foliar, em função dos valores de comprimento e largura, uma amostra de 100 folhas foi retirada ao acaso, de diferentes plantas e posições da copa, sendo a área foliar (cm<sup>2</sup>) analisada por medidor digital de área foliar. Ao conjunto de dados, aplicou-se análise de regressão para a obtenção de equação que relacionasse a área de cada folha ao comprimento e largura. Para o cálculo da área de ramos e frutos, o formato desses foram considerados como cilíndrico e esférico, respectivamente. O diâmetro utilizado para os frutos, devido a seu formato oblongo, foi a média do maior e menor diâmetros. A equação obtida (área foliar = 0,691 x largura x comprimento), com excelente coeficiente de correlação ( $r^2 = 0,98$ ), foi utilizada em todas as situações no ensaio onde houve a necessidade de cálculo da área foliar.

### **Determinação do espectro de gotas**

A amostragem de gotas para a determinação do tamanho, nos diferentes tratamentos, foi realizada com papéis hidrossensíveis, conforme o recomendado por CARVALHO & FURLANI JUNIOR (1997) para a análise do diâmetro mediano volumétrico (DMV) e do coeficiente de dispersão (CHAIM et al., 1999 b). Os papéis foram colocados na posição vertical, a 1,5 m da barra de bicos e a 1,2 m do solo, atrás de um anteparo que limitou a passagem do jato pulverizado, posicionado próximo à copa das plantas (Figura 1). Quando, mesmo com o anteparo, a quantidade de gotas era excessiva para o dimensionamento, a velocidade de deslocamento do trator também foi utilizada como fator de limitação da quantidade de gotas sobre o amostrador. Todas as amostragens foram realizadas com água, imediatamente após a regulagem do pulverizador e antes do preparo da calda. Para cada tratamento, foram realizadas três repetições. O tamanho das gotas foi determinado

por meio de análise de imagem por meio do programa computacional *e-Sprinkle* (Embrapa & Ablevision, Versão 3).



FIGURA 1. Ilustração do método utilizado para amostragem do tamanho de gotas sobre papéis hidrossensíveis.

### Determinação da deposição da calda

O método utilizado para determinar o volume de calda depositado nas folhas, frutos e ramos foi baseado em MACHADO NETO & MATUO (1989), MACHADO NETO (1990), DERKSEN & GRAY (1995) e RAMOS (2000), que utilizaram produtos contendo traçadores, como Zn, Mn e Cu, não-degradáveis, para avaliar a deposição por meio de espectrofotometria. No presente trabalho, foi usado o cobre como traçante.

Aos sacos plásticos, contendo as amostras trazidas do campo, foram adicionados 100 mL de solução 0,2 N de HCl e promoveu-se a agitação por 30 segundos para lavagem das superfícies. Imediatamente após, o líquido foi filtrado, armazenado em frascos devidamente identificados e, juntamente com as amostras de calda, enviados para a determinação do cobre por espectrofotometria de absorção atômica. Pela relação entre a quantidade de cobre existente nas folhas e na calda correspondente, determinou-se a quantidade média de calda retida. Após a solubilização do cobre, o comprimento e a largura de cada uma das folhas, ramos e frutos foram medidos com régua milimetrada e, com o auxílio das técnicas citadas anteriormente, calculou-se a área da estrutura correspondente a cada amostra. Para as folhas, os resultados obtidos na equação foram multiplicados por 2, considerando-se as superfícies superior e inferior. Com os resultados da quantidade de calda retida e da área de cada amostra, foram determinadas as retenções em  $\mu\text{L cm}^{-2}$  de estrutura.

Para a análise estatística da deposição de calda sobre as folhas, ramos e frutos, os dados foram transformados por  $\sqrt{x+1}$ .

### Determinação da cobertura da pulverização

Para a análise da cobertura, a imagem de cada folha (frente e verso), ramo (frente e verso) e fruto (6 faces) coletados foi digitalizada sob luz ultravioleta, por meio de câmera fotográfica digital. As imagens assim obtidas foram analisadas pelo programa de computador IDRISI para a determinação da percentagem de cobertura, em função do contraste de cores, conforme método desenvolvido e avaliado por FIRVEDA et al. (2002). A cobertura considerada foi a média das obtidas por cada uma das faces de uma mesma estrutura.

Para a análise estatística da percentagem de cobertura de calda sobre as folhas, ramos e frutos, os dados foram transformados por  $\text{arc-sen } \sqrt{x+1}$ .

## **Delineamento experimental e estatístico**

Os experimentos foram conduzidos segundo delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (volumes de pulverização). As unidades experimentais foram constituídas por uma planta, com três repetições, totalizando 18 plantas. Para as análises estatísticas, utilizaram-se o teste F para análise de variância e o teste de Tukey, a 5% de probabilidade, para a comparação das médias. Os setores horizontais e verticais foram analisados de forma individual para facilitar a interpretação de possíveis interações, considerando-se nas análises um fatorial 6 x 3, sendo seis volumes de calda e três setores de amostragem.

## **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

Embora se tenha regulado o pulverizador para proporcionar gotas com tamanho entre 150 e 250  $\mu\text{m}$ , segundo informações técnicas fornecidas pelos fabricantes, o espectro de gotas resultante ficou dentro da faixa de 117 a 156  $\mu\text{m}$ . Isso se deve ao fato de a coleta das amostras ser realizada na planta, após a exposição das gotas por aproximadamente 1,5 m, com temperatura variando de 32 a 34 °C e umidade relativa de 24 a 26%, potencializando a evaporação das gotas quando comparado ao ambiente controlado, como os utilizados na determinação do espectro de pulverização em laboratório. Além disso, as diferenças na precisão dos métodos de análise (papel hidrossensível x analisador laser) também podem ter interferido nesse resultado, conforme o já citado por RAMOS (2001).

### **Análise da deposição**

A análise de variância aplicada às médias de deposição de calda nos frutos, para os setores horizontais e verticais, mostrou que todos os fatores individuais (volumes e setores de amostragem) foram significativos, a 1% de probabilidade, pelo teste F. Aplicando-se o teste de Tukey às médias de deposição de calda nos frutos para os diferentes volumes de aplicação, tanto para os setores horizontais quanto para os verticais, observou-se que apenas o volume 50% proporcionou deposições significativamente inferiores ao 100%, que é o volume utilizado pelo produtor. Em relação aos setores horizontais, a deposição foi significativamente maior no frontal e na entrada que na saída, enquanto, nos setores verticais, a deposição foi significativamente maior na saia que nos demais setores.

A análise de variância aplicada às médias de deposição de calda nas folhas, para os setores horizontais e verticais, mostrou que todos os fatores individuais foram significativos, a 1% de probabilidade, pelo teste F, exceto o fator setores, para os setores verticais de amostragem, que o foi a 5%. Assim como nos frutos, aplicando-se o teste de Tukey às médias de deposição de calda nas folhas para os diferentes volumes de aplicação, tanto para os setores horizontais quanto para os verticais, observou-se que apenas o volume 50% proporcionou deposições significativamente inferiores ao 100%. O teste de Tukey aplicado ao fator setores mostrou que, considerando-se os setores horizontais, a deposição foi significativamente maior no frontal que nos outros setores. Considerando-se os setores verticais, a deposição foi significativamente maior na saia e menor no meio.

A análise de variância aplicada às médias de deposição de calda nos ramos mostrou-se não-significativa pelo teste F, para todos os fatores e interações avaliados.

A análise geral do ensaio (Tabela 2) mostrou que as deposições foram muito maiores nos ramos, provavelmente em função de sua maior rugosidade, do que nas folhas e frutos, evidenciando ser esse um alvo mais fácil de ser atingido e, portanto, com maior grau de dificuldade para evidenciar efeitos entre tratamentos. Apesar de a média das deposições ter sido maior nas folhas que nos frutos, os resultados obtidos nas análises estatísticas são semelhantes, mostrando ser indiferente a utilização de qualquer dessas estruturas na avaliação da deposição da calda. Na Figura 2, ilustra-se o efeito geral de aumento da deposição com o aumento do volume aplicado.

A análise da Tabela 2 e da Figura 2 permite inferir também que, se o controle de pragas obtido com o volume-padrão do produtor (100%) é considerado satisfatório, a redução de 30% no mesmo tende a não interferir no controle, uma vez que as quantidades de princípio ativo sobre os alvos serão estatisticamente semelhantes. Isso provavelmente ocorre porque, próximo ao volume 70% (19,6 L planta<sup>-1</sup>), a planta atingiu seu limite máximo de retenção, o que eleva o escoamento, mas não interfere mais na deposição, como já observado, por exemplo, por NORBDO (1992) e OCAMPO-RUIZ (1992), uma vez que os depósitos serão proporcionais à concentração do defensivo na pulverização e independentes do volume aplicado. Tal volume é bastante superior à retenção máxima, em torno de 13,3 L, para uma laranjeira Natal com 4,2 m de altura (241,2 m<sup>2</sup> de área foliar), semelhante, portanto, à deste ensaio, determinada por MATUO (1988).

TABELA 2. Valores médios da deposição de calda.

Volume	Deposição de Calda dos Setores Horizontais e Verticais (µL cm <sup>-2</sup> ) <sup>(1)</sup>		
	Folhas	Ramos	Frutos
200	3,88 a	6,53 a	2,50 a
150	3,79 ab	6,43 a	2,56 a
100	3,33 abc	7,05 a	2,54 a
85	3,19 bc	6,80 a	2,32 ab
70	3,06 cd	6,64 a	2,35 ab
50	2,56 d	6,21 a	2,16 b
Média Geral	3,30	6,61	2,40
Desvio-Padrão	0,77	1,33	0,35
C.V. (%)	23,56	20,14	14,56

<sup>(1)</sup> Dados apresentados correspondem aos originais transformados por  $\sqrt{x+1}$ . Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem, estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

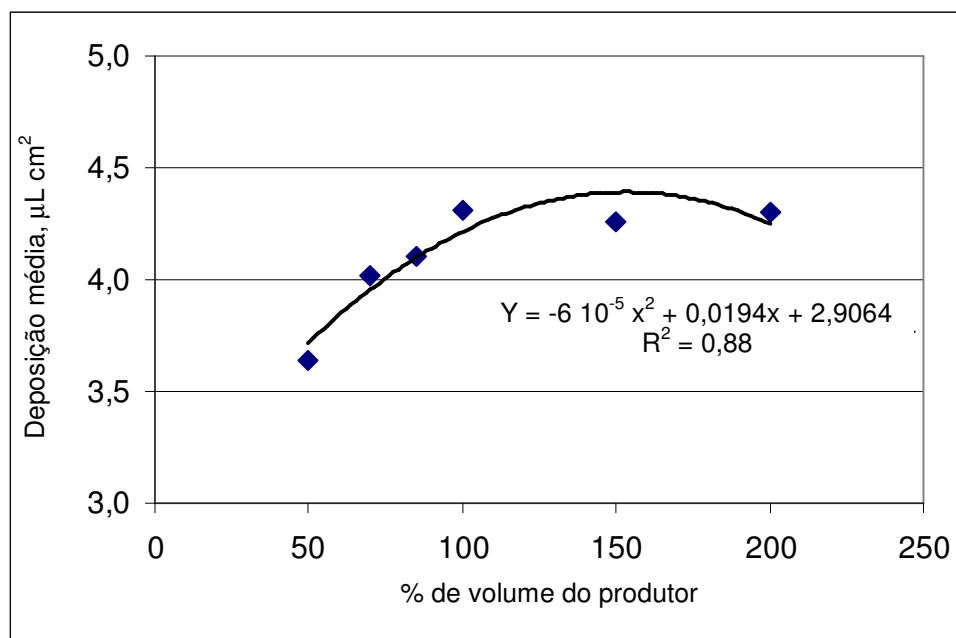


FIGURA 2. Efeito do volume de aplicação na deposição média em citros.

### Análise da cobertura de pulverização

A análise de variância aplicada às médias de percentagem de cobertura sobre folhas, para os setores horizontais e verticais, mostrou que todos os fatores individuais (volumes e setores de amostragem) foram significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F, exceto o fator setores, para os setores verticais de amostragem, que o foi a 5%. Nenhuma das interações mostrou-se



significativa para ambos os setores. Aplicando-se o teste de Tukey às médias de cobertura para volumes de aplicação, tanto para os setores horizontais quanto para as verticais, observou-se que os volumes 200 e 150% proporcionaram coberturas significativamente melhores que 50; 70 e 85%; entretanto, nenhum dos volumes analisados diferiu do 100%, que é o volume utilizado pelo produtor. O teste de Tukey aplicado ao fator setores apresentou diferenças significativas a 5% de probabilidade apenas para os setores horizontais, nos quais o setor frontal tendeu a apresentar melhores coberturas que a entrada e a saída.

A análise de variância aplicada às médias de percentagem de cobertura dos ramos, para os setores horizontais e verticais, mostrou que o fator volume de aplicação foi significativo a 1% de probabilidade, pelo teste F, enquanto, para os setores horizontais de amostragem, o fator setor o foi a 5%. Aplicando-se o teste de Tukey às médias de cobertura para volumes de aplicação, tanto para os setores horizontais quanto para os verticais, observou-se que apenas os volumes de 200 e 50% apresentaram resultados estatisticamente diferentes e que nenhum diferiu do 100%, que é o volume utilizado pelo produtor. O teste de Tukey aplicado ao fator setores apresentou diferenças significativas, a 5% de probabilidade, apenas para os setores horizontais, nos quais o setor frontal também tendeu a apresentar melhores coberturas que a entrada e a saída.

A análise de variância aplicada às médias de percentagem de cobertura nos frutos, para os setores horizontais e verticais, mostrou que todos os fatores individuais foram significativos a 1% de probabilidade, pelo teste F, exceto o fator setores, para os setores verticais de amostragem, que o foi a 5%. Aplicando-se o teste de Tukey às médias de cobertura para volumes de aplicação, tanto para os setores horizontais quanto para os verticais, observou-se que apenas os volumes 200 e 50% proporcionaram coberturas significativamente superiores e inferiores, respectivamente, ao volume de 100%, que é o volume utilizado pelo produtor. O teste de Tukey aplicado ao fator setores mostrou que, considerando-se os setores horizontais, a cobertura nos frutos foi significativamente diferente e decrescente no frontal, entrada e saída. Considerando-se os setores verticais, a cobertura foi significativamente maior na saia que nos outros setores.

A análise geral do ensaio (Tabela 3) mostrou que as coberturas foram crescentes para folhas, ramos e frutos. Apesar de os resultados estatísticos mostrarem-se semelhantes para as três estruturas analisadas, a análise do fruto tendeu a evidenciar melhor o efeito dos tratamentos e dos setores de avaliação, provavelmente em função do formato do fruto e do hábito de frutificação em pencas na variedade Natal, que dificultam a distribuição uniforme da calda. Na Figura 3, ilustra-se o efeito geral de aumento da cobertura com o aumento do volume aplicado.

Assim como na análise das deposições, a análise da Tabela 3 e da Figura 3 permite inferir também que, se o controle de pragas obtido com o volume-padrão do produtor (100%) é considerado satisfatório, redução de 30% no mesmo tende a não interferir no controle, uma vez que as coberturas da calda sobre os alvos serão estatisticamente semelhantes, qualquer que seja a estrutura da planta considerada na análise. Portanto, tanto a deposição quanto a cobertura não foram prejudicadas pela utilização do volume de 70% (19,6 L planta<sup>-1</sup>), indicando que tal volume pode substituir o volume de 100% (28 L planta<sup>-1</sup>) sem prejuízos ao controle de pragas. Entretanto, estudos complementares, inclusive de eficácia biológica do controle, se fazem necessários em função da diversidade de fatores envolvidos no processo, tais como tensão superficial da calda, tamanho de gotas, densidade da copa, vento, tipo do equipamento utilizado, entre outros, conforme já discutido por diversos autores, como MATUO (1988), PALLADINI (1990), RAETANO (1996) e PALLADINI (2000).

A análise da cobertura e da deposição nos diferentes setores da planta mostrou que ambos os fatores são maiores no setor frontal, seguido pela entrada onde esses são iguais ou superiores à saída, o que é de se esperar em função da maior proximidade do setor frontal à barra de bicos. Com relação aos setores verticais, a cobertura e a deposição foram maiores na saia, seguido pelo meio e pelo ponteiro. CUNNINGHAM & HARDEN (1998), em testes com duas marcas de turbopulverizadores, também obtiveram maior depósito na região baixa da planta, enquanto MATUO (1988) e PALLADINI (2000) observaram maior depósito na parte média, e menor na

superior, evidenciando também a necessidade de ensaios complementares, inclusive com diferentes pulverizadores.

TABELA 3. Valores médios da cobertura de pulverização.

Volume	Percentagem de Cobertura Média dos Setores Horizontais e Verticais <sup>(1)</sup>		
	Folhas	Ramos	Frutos
200	28,96 a	31,13 a	35,82 a
150	28,81 a	28,81 ab	33,56 ab
100	27,58 ab	28,16 ab	29,93 bc
85	22,41 b	26,76 b	25,97 cd
70	22,47 b	26,98 ab	26,49 cd
50	22,45 b	24,67 b	24,49 d
Média Geral	25,45	27,75	29,38
Desvio-Padrão	9,98	5,60	6,53
C.V. (%)	39,19	10,70	22,23

<sup>(1)</sup> Dados apresentados correspondem aos originais transformados por  $\text{arc-sen } \sqrt{x+1}$ . Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem, estatisticamente, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

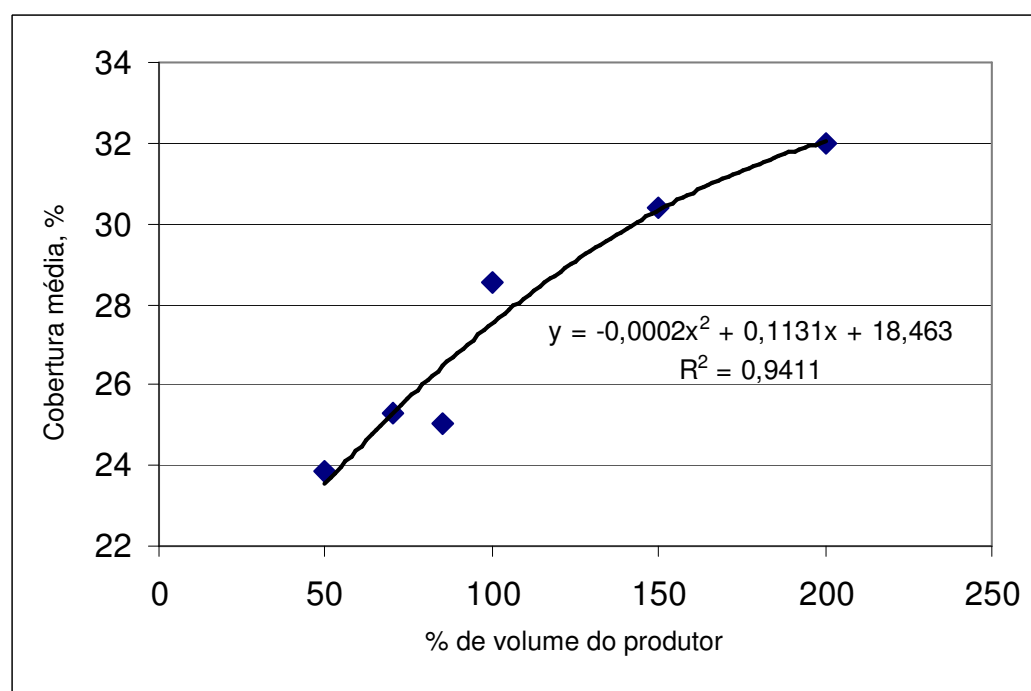


FIGURA 3. Efeito do volume de aplicação na cobertura média em citros.

## CONCLUSÕES

Na avaliação da cobertura e deposição em plantas de citros, a utilização dos ramos deve ser evitada em função da maior retenção de calda por essa estrutura, com maior dificuldade para evidenciar efeitos entre os tratamentos. No entanto, frutos e folhas mostraram resultados semelhantes para ambas as avaliações, com o fruto tendendo a evidenciar melhor o efeito dos tratamentos.

As menores cobertura e deposição foram obtidas no meio e no ponteiro, para setores verticais, e na entrada e saída, para os setores horizontais analisados, evidenciando que esses setores devem ser priorizados nesse tipo de avaliação. No entanto, estudos complementares devem ser realizados, pois resultados diferentes foram observados por outros autores analisando outros modelos de turbopulverizadores.



Tanto a deposição quanto a cobertura não foram prejudicadas pela utilização do volume de 70% (19,6 L planta<sup>-1</sup>), indicando que tal volume pode substituir o volume de 100% (28 L planta<sup>-1</sup>) sem prejuízos ao controle de pragas. Entretanto, estudos complementares, inclusive de eficácia biológica do controle, se fazem necessários em função da diversidade de fatores envolvidos no processo.

## REFERÊNCIAS

- ABI SAAB, O.J.G. *Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no município de Londrina - PR*. 1996. 65f. Dissertação (Mestrado em Energia na Agricultura) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1996.
- BOTEON, M.; NEVES, E.M. Citricultura brasileira: aspectos econômicos. In: MATTOS JR., D. DE; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. *Citros*. Campinas: Instituto Agrônômico e FUNDAG, 2005. cap.2.
- CARVALHO, W.P.A.; FURLANI JUNIOR, J.A. Estudo comparativo entre coletores para determinação do DMV e coeficiente de dispersão na atmosfera de gotas em aplicações de produtos líquidos. *Energia na Agricultura*, Botucatu, v.12, n.1, p. 29-38, 1997.
- 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, 1999a.
- CHAIM, A.; MAIA, A.H.N.; PESSOA, M.C.P.Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n. 6, p.963-9, 1999b.
- CUNNINGHAM, G.P.; HARDEN, J. Reducing spray volumes applied mature citrus tree. *Crop Protection*, Kidlington, v.17, n.4, p.289-92, 1998.
- DERKSEN, R.C.; GRAY, R.L. Deposition and air speed patterns of air-carrier apple orchard sprayer. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v.38, n.1, p.5-11, 1995.
- FIRVEDA, M.C.; CANATALOGO-JR, A.; RAMOS, H.H.; LINO, A.C.L.; CORRÊA, I.M. Uso de *software* para análise de imagem na avaliação da cobertura de pulverização. *Bragantia*, Campinas, v.61, n.3, p.305-10, 2002.
- MACHADO NETO, J.G.; MATUO, T. Avaliação de um amostrador para estudo da exposição dérmica de aplicadores de defensivos agrícolas. *Ciência Agrônômica*, Jaboticabal, v.4, n.2, p.21-2, 1989.
- MACHADO NETO, J.G. *Quantificação e controle da exposição dérmica de aplicadores de agrotóxicos na cultura estaqueada do tomate (Lycopersicon esculentum Mill.), na região de Cravinhos - SP*. 1990. 112 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.
- MAGALHÃES P.S.; ABRAHÃO, R.F.; PIEROSI, M.A. Avaliação do desempenho de pulverizador de barras verticais para citros. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 11., 1992, Santa Maria. *Anais...* Santa Maria: Sociedade Brasileira de Engenharia Agrícola, 1992. v.4, p.2105-13.
- MATUO, T. *Desenvolvimento de um pulverizador intermitente operado fotoeletricamente para tratamento de pomares de citros*. 1988. 167 f. Tese (Livre Docência) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1988.
- NORBDO, E. Effects of nozzle size, travel speed and air assistance on deposition on artificial vertical and horizontal targets in laboratory experiments. *Crop Protection*, Kidlington, v.11, p. 272-8, 1992.
- OCAMPO-RUIZ, R. *Efeito de alguns espalhantes-adesivos na retenção e na ação do propargite sobre Brevipalpus phoenicis (Geijskes, 1939) em folhas de citros*. 1992. 54 f. Dissertação

(Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1992.

PALLADINI, L.A. *Efeito de condições operacionais de um turbopulverizador na cobertura de folhas de citros*. 1990. 93 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1990.

PALLADINI, L.A. *Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações*. 2000. 111 f. Tese (Doutorado em Proteção de Plantas) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

RAETANO, C.G. *Condições operacionais de turboatomizadores na distribuição e deposição da pulverização em citros*. 1996. 93 f. Tese (Doutorado em Entomologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1996.

RAMOS, H.H. Deriva de agroquímicos. *Cultivar Máquinas*, Pelotas, v.1, n.6, p.16-9, 2001.

RAMOS, H.H. *Desenvolvimento de pulverizador para culturas encanteiradas de baixo fuste com vistas à redução da exposição do aplicador*. 2000. 86 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2000.

RAMOS, H.H.; RAETANO, C.G.; PIO, L.C. Tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários em citros. In: MATTOS JR., D. DE; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. *Citros*. Campinas: Instituto Agronômico e FUNDAG, 2005. Cap.25.

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.