

# Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico hidráulico na cultura da soja

Laércio Boschini, Robinson Luiz Contiero\*, Eurides Küster Macedo Júnior e Vandeir Francisco Guimarães

Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual do Oeste do Paraná, Campus de Marechal Cândido Rondon, Rua Pernambuco, 1777, Cx. Postal 1008, 85960-000, Marechal Cândido Rondon, Paraná, Brasil. \*Autor para correspondência. E-mail: rcontiero@gmail.com

**RESUMO.** O experimento foi conduzido no município de Cascavel, Estado do Paraná, com a cultivar de soja CD 202, com o objetivo de avaliar a quantidade de calda depositada nas folhas da soja. Foram coletadas amostras, contendo 15 folhas por parcela, em cinco plantas, em diferentes extratos, sendo uma folha do extrato inferior; uma, do mediano, e uma, do superior, com a finalidade de avaliar a deposição da calda de pulverização em função da vazão e do tipo de bico. Os tratamentos foram constituídos por quatro bicos de pulverização (leque simples, duplo leque, duplo leque com injeção de ar e cone vazio) e três volumes de calda (100, 200 e 300 L ha<sup>-1</sup>). O volume de calda que apresentou maiores deposições, nos diferentes extratos das plantas de soja, foi o de 300 L ha<sup>-1</sup>; o bico de pulverização que apresentou maiores deposições, no extrato superior das plantas, foi o bico de jato plano duplo; e para os extratos mediano e inferior, o bico de jato cone vazio. As deposições ocorridas nos terços mediano e inferior das plantas de soja foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente do bico e da vazão utilizada; para maiores deposições, no terço superior das plantas de soja, a melhor combinação é utilizar bicos de jato plano duplo, com volumes de calda de 300 L ha<sup>-1</sup>; para maiores deposições no terço mediano e inferior das plantas de soja, a melhor combinação é utilizar bicos de jato cônico, com volumes de calda de 200 ou 300 L ha<sup>-1</sup>.

**Palavras-chave:** tecnologia aplicação, pontas, bicos, volume, traçadores.

**ABSTRACT. Evaluation the spraying syrup deposition in function of the beak type and the flow, in soybean.** The experiment was carried out in Cascavel, Paraná State, using the soybean cultivar CD 202, with the objective of evaluating the amount of spraying suspension deposited on soybean leaves. Samples were collected containing 15 leaves per plot in five plants in different extracts - one leaf of the lower extract, one of the medium and one of the upper extract - with the objective of evaluating the amount of suspension deposited in function of flow and nozzle type. The treatments were constituted of four spraying nozzles (simple fan, double fan, double fan with air injection and empty cone) and three suspension volumes (100, 200 and 300 L ha<sup>-1</sup>). The suspension volume that presented the highest depositions in the different extracts of the soybean plants was 300 L ha<sup>-1</sup>; the spraying nozzle that presented the highest depositions, in the upper plant extract was the double plane jet; for the medium and lower extracts, the jet empty cone nozzle. The depositions in middle and lower thirds of the soybean plants were significantly lower to those obtained in the upper third, regardless of the nozzle and flow used; for higher depositions in the upper third of soybean plants, the best combination is to use double plane jet nozzles, with suspension volumes of 300 L ha<sup>-1</sup>; for higher depositions in the medium and lower third of soybean plants, the best combination is to use conical jet nozzles, with suspension volumes of 200 or 300 L ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** application technology, tips, nozzles, volume, tracers.

## Introdução

O principal objetivo da aplicação de produtos fitossanitários na agricultura é o de eliminar ou controlar as pragas, as doenças, as plantas daninhas ou outros agentes prejudiciais às culturas. Quando

usados de forma inadequada, esses produtos tornam-se um sério risco à saúde humana e ambiental, por isso é importante reduzir as perdas na aplicação, aumentando-se a eficiência das operações de pulverizações (Salyani *et al.*, 1987).

A tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas, caso seja usada inadequadamente, é motivo de perdas significativas na qualidade de pulverização, porém pode resultar em maior lucratividade para o usuário, em função da melhor adequação de bicos e vazão. Pulverizações, com bicos e volumes de calda inadequados, são grandes causadores de perdas no rendimento da cultura da soja (Embrapa, 2004).

Nas últimas décadas, muitos produtos têm sido desenvolvidos pela indústria agroquímica para o controle fitossanitário das culturas, mas poucas mudanças têm ocorrido na tecnologia de aplicação (Matthews, 1992). Hall (1993) afirma que a eficiência dos produtos utilizados é desperdiçada durante o processo de aplicação.

As avaliações do desempenho dos pulverizadores pela quantidade retida e pela distribuição de produtos no alvo sempre foram constante preocupação dos pesquisadores. Essas avaliações, geralmente, são realizadas com o uso de compostos denominados traçadores adicionados à calda de pulverização.

Yates e Akesson (1963) descreveram que a seleção de um produto, para ser utilizado como traçador, nessas avaliações, deve possuir características tais como: ser altamente sensível nas detecções; ter possibilidade de ser utilizado nas análises quantitativas, com rapidez; ser solúvel quando misturado à calda, com efeito físico mínimo na pulverização e evaporação das gotas; ter propriedades distintas para diferenciar de outras substâncias; ser estável; atóxico e ter custo moderado.

## Material e métodos

O experimento foi conduzido no ano agrícola 2004/2005, em área pertencente à Cooperativa Agroindustrial de Cascavel - Coopavel, município de Cascavel, Estado do Paraná, localizada na BR 277, km 577, com altitude média de 760 metros, latitude 24° 57' 30" S e longitude 53° 28' 30" W.

As características químicas do solo estão descritas na Tabela 1.

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em arranjo fatorial três volumes (100; 200 e 300 L ha<sup>-1</sup>) e quatro bicos de pulverização (leque simples; duplo leque; duplo

leque com injeção de ar e cone vazio), totalizando 12 tratamentos com quatro repetições, em parcelas de 3,0 x 6,0 m (18 m<sup>2</sup>), totalizando 864 m<sup>2</sup> de área experimental.

Como área útil para a coleta das folhas foi considerada as três linhas centrais da parcela, coletando-se, de cinco plantas ao acaso, uma folha de cada terço da planta, totalizando 15 folhas por parcela.

A semeadura da soja, cultivar CD 202 (grupo de maturação precoce e hábito de crescimento determinado), foi efetuada em 30 de novembro de 2004, no espaçamento de 0,45 metros e densidade de 14 plantas por metro.

Com base nas características químicas apresentadas na análise de solo (Tabela 1), a adubação utilizada, na área experimental, foi de 245 kg ha<sup>-1</sup> do adubo formulado 00-20-25.

O controle de plantas daninhas foi feito com os herbicidas chlorimuron-ethyl 250 g kg<sup>-1</sup>, na dose de 15 g i.a. ha<sup>-1</sup>; lactofen 240 g kg<sup>-1</sup>, na dose de 80 g ha<sup>-1</sup> de i.a.; e clethodim 240 g L<sup>-1</sup>, na dose de 100 mL ha<sup>-1</sup> i.a. O controle de pragas foi efetuado com o inseticida lambdacialotrina 50 g L<sup>-1</sup>, na dose de 4,0 mL ha<sup>-1</sup> i.a., para *Anticarsia gemmatalis* e metamidofós 600 g ha<sup>-1</sup> i.a., na dose de 480 mL i.a. ha<sup>-1</sup>, para o controle de *Euschistus heros*, quando o monitoramento indicou o nível de dano econômico, conforme recomendação oficial para a cultura (Embrapa, 2003).

Os tratamentos utilizados no experimento constam na Tabela 2.

Quando da aplicação dos tratamentos, as condições climáticas eram: temperatura de 26°C, umidade relativa do ar de 59% e velocidade dos ventos de 6 a 7 km por hora, condições adequadas para a realização da pulverização.

Procedeu-se a aplicação dos tratamentos utilizando um pulverizador costal, de pressão constante, à base de CO<sub>2</sub>, equipado com barra, contendo seis bicos espaçados de 0,50 m. As vazões e as pressões utilizadas variaram de acordo com o tipo de bico utilizado (Tabela 2).

A calda de pulverização foi composta por água e corante Alimentício Azul Brilhante (FD&C n° 1), na proporção de 3.000 mg de corante por litro de água.

**Tabela 1.** Resultados de análise de solos da área experimental.

cmol .dm <sup>-3</sup>			g.dm <sup>-3</sup>				%				mg.L <sup>-1</sup>					
Ca	Mg	K	Al	H+Al	S	T	C	MO	Al	V	P	Fe	Mn	Cu	Zn	PH CaCl <sub>2</sub>
8,65	5,50	0,54	0,00	4,61	14,69	19,30	25,71	44,22	0,00	76,11	17,10	98,38	75,36	4,90	6,07	5,50
NÍVEL			NÍVEL				NÍVEL				NÍVEL					
alto	Alto	alto	baixo	alto	alto	Alto	alto	Alto	baixo	alto	alto	alto	alto	alto	alto	alto

Fonte: Laboratório de análise de solos da Cooperativa Central de Pesquisa Agrícola - Coodetec, Cascavel, Estado do Paraná.

**Tabela 2.** Bicos de pulverização, volumes de calda, pressão, vazão e classe de gotas utilizados no experimento com a cultura da soja.

Bicos de Pulverização	Volume (L ha <sup>-1</sup> )	Pressão (KPa)	Vazão (L min <sup>-1</sup> )	Classe Gotas
Leque Simples(DG 11002)	100	310	0,66	Média
	200			
	300			
Duplo Leque (TJ 60 - 11002)	100	207	0,66	Média
	200			
	300			
Duplo Leque c/ Indução Ar (AI 11002)	100	465	0,78	Grossa
	200			
	300			
Cone Vazio (TX - VK8)	100	724	0,76	Muito fina
	200			
	300			

Segundo Scudeler *et al.* (2004b), os valores de absorvância, quando relacionados a diferentes concentrações do corante Azul Brillante, permitem o estabelecimento de uma equação de reta linear, indicando a concentração do corante (mg L<sup>-1</sup>) capturado pelo alvo durante a aplicação. Ao correlacionar a concentração do corante, na solução de lavagem das amostras, com a obtida na calda de pulverização, foi possível estabelecer o volume capturado pelo alvo por meio da seguinte equação:

$$V_i = V_l = \frac{C_f \times V_f}{C_i}, \text{ em que:}$$

Em que:

C<sub>i</sub> = concentração do corante na amostra (3.000 mg L<sup>-1</sup>);

V<sub>i</sub> = volume capturado pelo alvo (mL);

C<sub>f</sub> = concentração do corante na amostra, detectada pelo espectrofotômetro em absorvância e transformada para mg L<sup>-1</sup>;

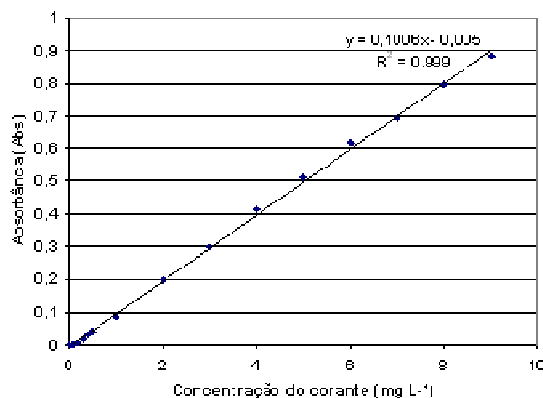
V<sub>f</sub> = volume de diluição da amostra (30 mL).

Para a obtenção da concentração do corante, na amostra em mg L<sup>-1</sup>, foi construída uma curva de calibração, efetuando-se a leitura no espectrofotômetro, de concentrações conhecidas do corante (Figura 3). A partir da reta obtida, determinou-se a equação de regressão Y = 0,1006 x - 0,005 (R<sup>2</sup> = 0,999), que permitiu transformar os valores obtidos no espectrofotômetro (x) nos valores em mg L<sup>-1</sup> (y).

Avaliou-se a distribuição da calda pulverizada em três diferentes extratos da planta de soja (superior, mediano e inferior), a fim de determinar a capacidade de penetração da calda no dossel das plantas, considerando-se a combinação bico de pulverização e volume de calda.

Para avaliar a distribuição da pulverização, foram coletadas folhas em diferentes extratos da planta (três folhas por planta, em cinco plantas por parcela, no extrato superior, mediano e inferior de cada planta),

com a finalidade de avaliar a deposição da calda, de acordo com a vazão e os diferentes bicos. Após a coleta, as folhas foram colocadas em sacos plásticos de polietileno, identificados.



**Figura 1.** Reta de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul Brillante (FD&C n° 1) e equação de regressão da reta obtida.

A cada amostra, foi adicionado 30 mL de água destilada, mantendo-a em agitação por 30 segundos, para remoção do corante Azul Brillante.

A solução resultante foi colocada em potes plásticos escuros e mantida em refrigeração (4-8°C). Após esse procedimento, os depósitos foram quantificados em espectrofotômetro UV-VIS, lendo-se a absorvância a 630 nm (Palladini, 2000; Scudeler *et al.*, 2004b).

Os dados foram submetidos à análise de variância, por meio do Teste F, e as médias obtidas foram analisadas pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade (Banzato e Kronka, 1989; Pimentel Gomes, 1990). Quando as interações entre os fatores foram significativas, realizou-se análise de regressão.

**Resultados e discussão**

Os dados referentes à deposição média (mL) de calda em função dos bicos de pulverização, dos volumes de calda aplicados e do extrato da planta analisado, encontram-se nas Tabelas 3 à 5 e Figuras 2 à 4.

Para o extrato superior das plantas de soja (Tabela 3 e Figura 2), observa-se que as maiores deposições foram obtidas quando se utilizou o bico duplo leque, associado ao volume de 300 L ha<sup>-1</sup>, sendo essa combinação significativamente superior às demais.

Cunha *et al.* (2005) comprovaram, em seu experimento, utilizando bicos de jato plano e de jato cônico, associado a vazões de 125 e 250 L ha<sup>-1</sup>, que,

em geral, as aplicações realizadas proporcionaram baixa uniformidade de deposição ao longo do dossel do feijoeiro e risco de potencial de deriva elevado.

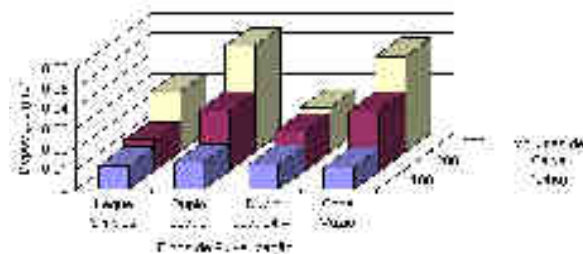
Para o extrato médio das plantas, os dados, que constam na Tabela 4 e Figura 3, indicam que a melhor opção também é a utilização de maiores volumes de calda, entretanto a maior penetração foi obtida com a utilização do bico cone vazio, que se mostrou superior aos demais.

Comparando as pontas XR, TX, TT, TJ 60 e AI, com volumes de 100 e 150 L ha<sup>-1</sup>, Bonini e Balardin (2002) observaram que as pontas que produziram gotas muito finas foram menos eficientes. Por sua vez, o volume de calda de 150 L ha<sup>-1</sup> foi mais eficiente no controle das doenças.

**Tabela 3.** Deposição média (mL) de calda com corante em função dos bicos de pulverização, dos volumes de aplicação e do extrato da planta analisado

Volume de Calda (L ha <sup>-1</sup> )	Volume Capturado pelo Alvo (mL)				
	Extrato Superior				
	Bicos de Pulverização				
	Leque Simples	Duplo Leque	Duplo Leque com I.A.	Cone Vazio	Média
100	0,0118 Ac	0,0132 Ac	0,0124 Ac	0,0111 Ac	0,0121
200	0,0153 Cb	0,0300 Ab	0,0195 Bb	0,0301 Ab	0,0237
300	0,0301 Ca	0,0529 Aa	0,0224 Da	0,0476 Ba	0,0383
Média	0,0191	0,0320	0,0181	0,0296	-
CV (%)	6,78				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**Figura 2.** Deposição de calda (volume capturado pelo alvo), nas folhas do extrato superior das plantas de soja, em função dos bicos de pulverização e dos volumes de aplicação.

Boller *et al.* (2004) afirmam que, quando o fungicida epoxiconazole + piraclostrobim foi aplicado com volumes de calda de 100 L ha<sup>-1</sup>, as pontas de pulverização não se diferenciaram, em relação ao controle de oídio em soja. Com a utilização de volume de calda de 200 L ha<sup>-1</sup>, as pontas de jato cônico vazio JA 2 e as pontas de indução de ar ID 12002 proporcionaram controle de oídio mais eficiente do que as pontas de jato plano duplo TJ 60 e as de jato plano XR, DG e TT. As diferenças induzidas por algumas pontas e volumes de calda, nos níveis de controle da doença, foram insuficientes para afetar o

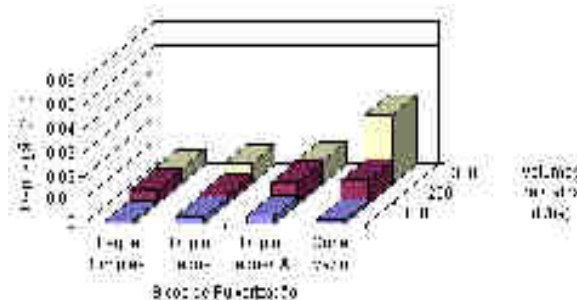
rendimento de grãos de soja.

Quando os dados do extrato inferior das plantas (Tabela 4 e Figura 3) foram analisados, vê-se que o volume de 300 L ha<sup>-1</sup> foi significativamente superior aos demais, independentemente dos bicos utilizados que, para esse volume, não diferiram entre si.

**Tabela 4.** Deposição média (mL) de calda com corante, em função dos bicos de pulverização, dos volumes de aplicação e do extrato da planta analisado.

Volume de Calda (L ha <sup>-1</sup> )	Volume Capturado pelo Alvo (mL)				
	Extrato Mediano				
	Bicos de Pulverização				
	Leque Simples	Duplo Leque	Duplo Leque com I.A.	Cone Vazio	Média
100	0,0012 Cb	0,0027 ABb	0,0034 Ab	0,0016 BCc	0,0023
200	0,0057 Ba	0,0038 Bb	0,0089 Aa	0,0100 Ab	0,0071
300	0,0061 Ca	0,0085 Ba	0,0095 Ba	0,0293 Aa	0,0134
Média	0,0044	0,0050	0,0073	0,0136	-
CV (%)	9,05				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**Figura 3.** Deposição de calda (volume capturado pelo alvo), nas folhas do extrato mediano das plantas de soja, em função dos bicos de pulverização e dos volumes de aplicação.

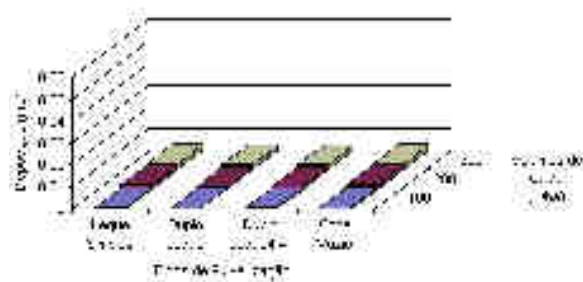
Observa-se, analisando os dados das Tabelas 3, 4 e 5, que a quantidade de calda depositada diminuiu significativamente, do extrato superior para o inferior, independentemente do volume e do bico utilizado, o que concorda com Antuniassi *et al.* (2004) que, em experimento, também concluíram que a cobertura das folhas da soja foi influenciada significativamente pela posição da amostragem, com valores decrescentes para as partes mais baixas da planta, e também, em conformidade com os resultados aqui obtidos, que as gotas muito finas propiciaram melhores coberturas nas partes médias e baixas das plantas.

Scudeler *et al.* (2004a) não encontraram diferenças na deposição da pulverização na parte superior das plantas pulverizadas, com pontas de jato cônico JA-4 e pontas com indução de ar AVI 11004, no baixeiro das plantas, maior penetração da pulverização foi obtida com maior volume (600 L ha<sup>-1</sup>) e menores gotas (ponta JA-4).

**Tabela 5.** Deposição média (mL) de calda com corante, em função dos bicos de pulverização, dos volumes de aplicação e do extrato da planta analisado.

Volume de Calda (L ha <sup>-1</sup> )	Volume Capturado pelo Alvo (mL) Extrato Inferior				Média
	Bicos de Pulverização				
	Leque Simples	Duplo Leque	Duplo Leque com I.A.	Cone Vazio	
100	0,0004 ABc	0,0002 Bc	0,0005 ABc	0,0012 Ab	0,0006
200	0,0019 ABb	0,0012 Bb	0,0013 Bb	0,0023 Aa	0,0017
300	0,0026 Aa	0,0022 Aa	0,0024 Aa	0,0026 Aa	0,0025
Média	0,0016	0,0012	0,0014	0,0020	-
CV (%)	24,23				

Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.



**Figura 4.** Deposição de calda (volume capturado pelo alvo), nas folhas do extrato inferior das plantas de soja, em função dos bicos de pulverização e dos volumes de aplicação.

## Conclusão

O volume de calda que apresentou maiores deposições, nos diferentes extratos das plantas de soja, foi o de 300 L ha<sup>-1</sup>.

O bico de pulverização que apresentou maiores deposições, no extrato superior das plantas, foi o bico de jato plano duplo e, para o extrato mediano e inferior, o bico de jato cone vazio.

As deposições ocorridas nos terços mediano e inferior das plantas de soja foram significativamente inferiores às obtidas no terço superior, independentemente do bico e da vazão utilizada.

Para maiores deposições no terço superior das plantas de soja, a melhor combinação é utilizar bicos de jato plano duplo, com volumes de calda de 300 L ha<sup>-1</sup>.

Para maiores deposições no terço mediano e inferior das plantas de soja, a melhor combinação é utilizar bicos de jato cônico, com volumes de calda de 200 ou 300 L ha<sup>-1</sup>.

## Referências

ANTUNIASSI, U.R. *et al.* Avaliação da cobertura de folhas de soja em aplicações terrestres com diferentes tipos de pontas. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. *Resumos...*

Botucatu: Unesp, 2004. p. 48-51.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. *Experimentação agrícola*. Jaboticabal: Funep, 1989.

BOLLER, W. *et al.* Avaliação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização de volumes de calda. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Unesp, 2004. p. 48-51.

BONINI, J.V.; BALARDIN, R.S. Pontas de pulverização utilizadas na aplicação de fungicidas para controle de doenças. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO SUL, 30., 2002., Cruz Alta. *Resumos...* Cruz Alta: Fundacep, 2002. p. 110.

CUNHA, J.P.A.R. *et al.* Deposição e deriva de calda fungicida aplicada em feijocero, em função de bico de pulverização e de volume de calda. *Rev. Bras. Eng. Agric. Ambient.*, Campina Grande, v. 9, n. 1, p. 127-138, 2005.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2004*. Londrina: Embrapa Soja, 2003.

EMBRAPA-Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. *Tecnologias de produção de soja - Paraná - 2005*. Londrina: Embrapa Soja, 2004.

HALL, F.R. Application to plantation crops. In: MATTHEWS, G.A.; HISLOP, E.C. (Ed.). *Application technology for crop protection*. Wallingford: CAB, 1993. p. 187-213.

MATTHEWS, G.A. *Pesticide application methods*. 2<sup>nd</sup> ed. London: Longman, 1992.

PALLADINI, L.A. *Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações*. 2000. Tese (Doutorado em Agronomia)-Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2000.

PIMENTEL GOMES, F. *Curso de estatística experimental*. São Paulo: Nobel, 1990.

SALYANI, M. *et al.* Deposition efficiency of different droplet sizes for citrus spraying. *Trans. ASAE*, St. Joseph, v. 30, p. 1595-1599, 1987.

SCUDELER, F. *et al.* Influência do tipo de ponta de pulverização e do volume de aplicação na deposição do traçador cobre na cultura da batata (*Solanum tuberosum* L.). In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3., 2004, Botucatu. *Anais...* Botucatu: Unesp, 2004a. p. 179-182.

SCUDELER, F. *et al.* Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. *Bragantia*, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004b.

YATES, W.E.; AKESSON, N.B. Fluorescent tracers for quantitative microresidue analysis. *Trans. ASAE*, St. Joseph, v. 6, p. 105-114, 1963.

Received on September 21, 2006.

Accepted on August 28, 2007.