

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

**Robinson Luiz Contiero<sup>1</sup>; Laercio Boschini<sup>2</sup>**

UEM, Depto. De Agronomia, 87.020-900, Maringá/PR<sup>1</sup>; COOPAVEL, rod. BR 277, Km 592, Cascavel/PR<sup>2</sup>.

**RESUMO:** O experimento foi conduzido no município de Cascavel, Estado do Paraná, com o cultivar de soja CD 202 com o objetivo de avaliar a quantidade de calda depositada nas folhas da soja. Foram coletadas amostras contendo quinze 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 4 bicos de pulverização (leque simples, duplo leque, duplo leque com injeção de ar e cone vazio) e 3 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.

## **Evaluation the spraying syrup deposition in function of the beak type and the flow, in soybean**

**ABSTRACT:** The experiment was carried out in Cascavel-PR, using the soybean cultivar CD 202, with the objective evaluating the amount of syrup deposited on the soybean leaves. Samples were collected containing fifteen leaves by plot in five plants in different extracts, being a leaf of the lower extract, one of the medium and one of the higher, with the objective evaluating the amount of syrup deposited in function of the flow and of the beak type. The treatments were constituted by four spraying beaks (simple fan, double

fan, double fan with air injection and empty cone) and three syrup volumes (100, 200 and 300 L ha<sup>-1</sup>). The syrup volume that presented larger depositions, in the different extracts of the soybean plants was 300 L ha<sup>-1</sup>; the spraying beak that presented larger depositions, in the higher extract plants was the double plane jet and, for the medium and lower extracts, the jet empty cone beak; the depositions happened in the thirds medium and lower of the soybean plants were lower significantly to obtained them in the higher third, independently the beak and the flow that was used; for larger depositions in the higher third of the soybean plants, the best combination is to use beaks of double plane jet, with syrup volumes of 300 L ha<sup>-1</sup>; for larger depositions in the medium and lower third of the soybean plants, the best combination is to use conical jet beaks, with syrup volumes of 200 or 300 L ha<sup>-1</sup>.

**Key words:** Application Technology; Tips; Beaks; 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).

O objetivo deste trabalho foi avaliar a quantidade de calda depositada nas folhas da soja, variando-se o volume aplicado e os tipos de pontas utilizadas na barra de pulverização, utilizando substância traçadora, simulando as características físicas das soluções de produtos fitossanitários.

## MATERIAL E MÉTODOS

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

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, em arranjo fatorial 3 volumes (100; 200 e 300 L ha<sup>-1</sup>) e 4 bicos de pulverização (leque simples; duplo leque; duplo leque com injeção de ar e cone vazio), totalizando 12 tratamentos com 4 repetições, em parcelas de 3,0 x 6,0 m (18 m<sup>2</sup>), totalizando 864 m<sup>2</sup> de área experimental.

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 adubação de plantio 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 1.

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.

A aplicação dos tratamentos foi feita utilizando um pulverizador costal de pressão constante à base de CO<sub>2</sub> equipado com barra contendo 6 bicos espaçados de 0,50 m.

As vazões e as pressões utilizadas variaram de acordo com o tipo de bico utilizado (Tabela 1).

A calda de pulverização foi composta por água e corante Alimentício Azul Brilhante (FD&C nº 1), na proporção de 3.000 mg de corante por litro de água.

Tabela 1. Bicos de pulverização, volumes de calda, pressão, vazão e classe de gotas utilizadas 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 de gotas
Leque Simples (DG 11002)	100 200 300	310	0,66	Média
Duplo Leque (TJ 60-11002)	100 200 300	207	0,66	Média
Duplo Leque com Indução de Ar (AI 11002)	100 200 300	465	0,78	Grossa
Cone Vazio (TX-VK8)	100 200 300	724	0,76	Muito Fina

Segundo Scudeler et al. (2004b), os valores de absorvância, quando relacionados a diferentes concentrações do corante Azul Brilhante, 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 através da seguinte equação:

$$V_i = \frac{C_f \times V_f}{C_i}, \text{ onde:}$$

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  $Y = 0,1006 x - 0,005$  ( $R^2 = 0,999$ ), 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.

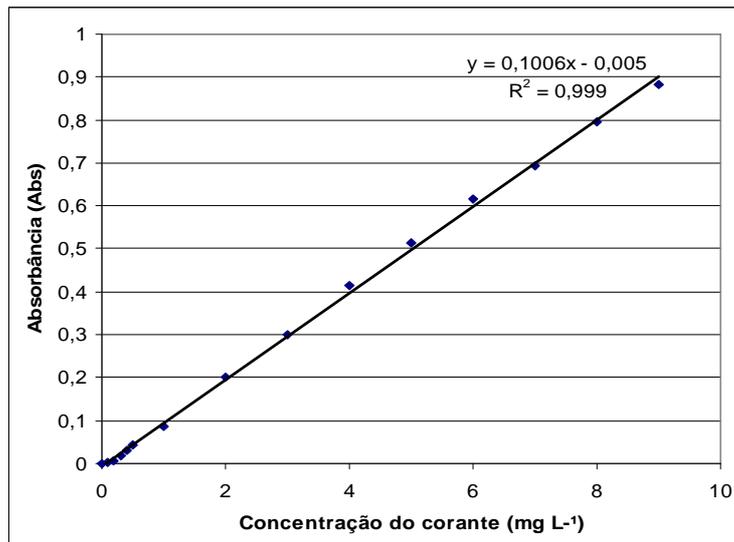


Figura 1. Reta de calibração para concentrações conhecidas do corante Alimentício Azul Brilhante (FD&C nº 1) e equação de regressão da reta obtida.

Para avaliar a distribuição da pulverização, foram coletadas folhas em diferentes extratos da planta (3 folhas por planta em 5 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.

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

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

Os dados foram submetidos à análise de variância através 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 a 5 e Figuras 2 a 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-se 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 apresentados na Tabela 4 e Figura 3 mostram que a melhor opção também é a utilização de maiores volumes de calda, mas 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.

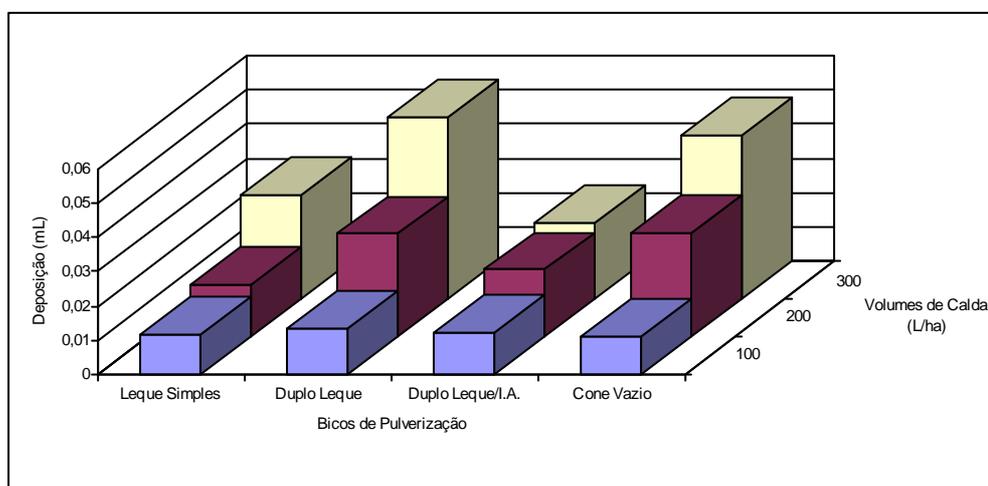


Figura 2. Deposição de calda (volume capturado pelo alvo) nas folhas do extrato superior das plantas de soja, em função dos bicos de pulverização e dos volumes de aplicação.

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.

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.

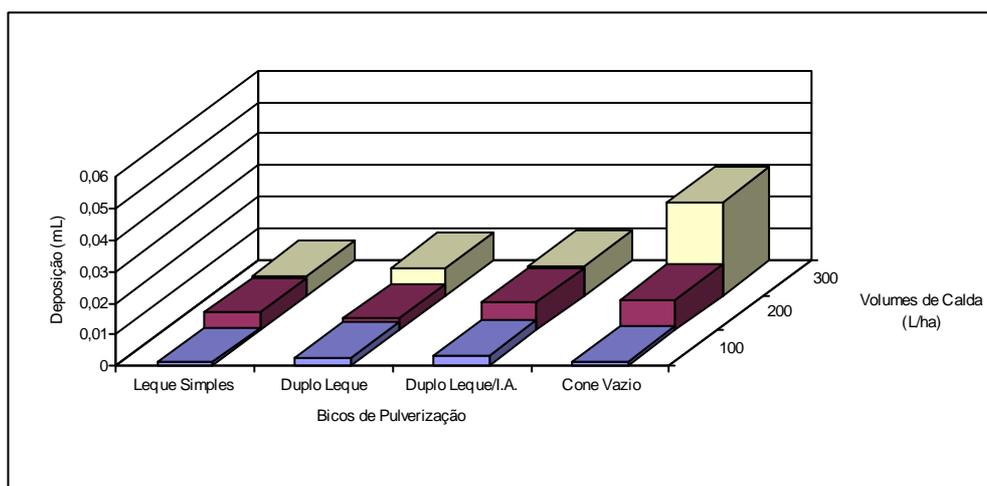


Figura 3. Deposição de calda (volume capturado pelo alvo) nas folhas do extrato mediano das plantas de soja, em função dos bicos de pulverização e dos volumes de aplicação.

Quando analisamos os dados do extrato inferior das plantas (Tabela 5 e Figura 3), o que vemos é 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.

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. (2004a) que, em seu 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. Concluíram também, em conformidade com os resultados aqui obtidos, que as gotas muito finas propiciaram melhores coberturas nas partes médias e baixas das plantas.

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				
	Bicos de Pulverização				
	Leque Simples	Duplo Leque	Duplo Leque com I.A.	Cone Vazio	Média
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.

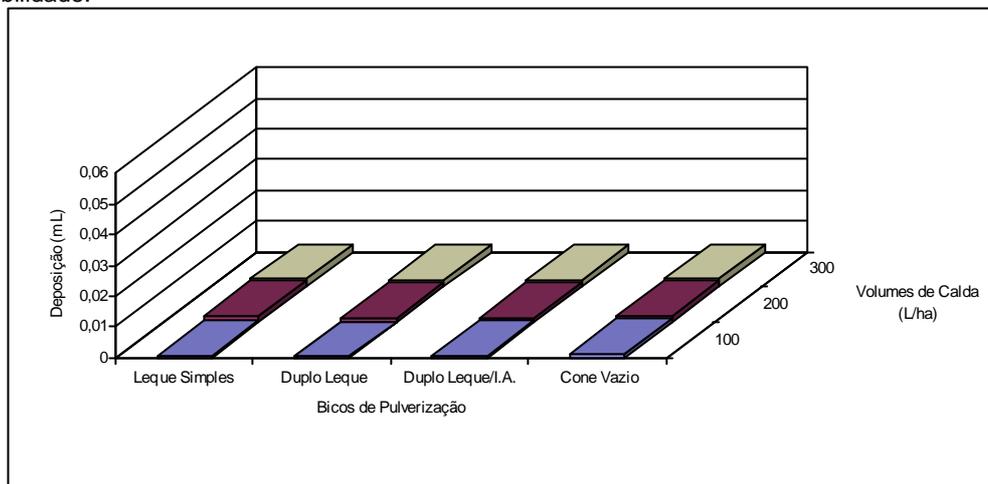


Figura 4. Deposição de calda (volume capturado pelo alvo) nas folhas do extrato inferior das plantas de soja, em função dos bicos de pulverização e dos volumes de aplicação.

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).

Dessa forma, nas condições do presente trabalho, o volume de calda que apresentou maiores deposições, nos diferentes extratos das plantas de soja foi o de 300 L ha<sup>-1</sup> e 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> e 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 BIBLIOGRÁFICAS

ANTUNIASSI, U.R.; CAMARGO, T.; BONELLI, M.A.P.O.; ROMAGNOLE, E.W.C. 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, Botucatu, 2004. **Resumos...** Botucatu: UNESP, 2004a. p.48-51.

BANZATO, D.A.; KRONKA, S.N. **Experimentação Agrícola**. Jaboticabal: FUNEP, 1989. 247p.

BOLLER, W.; FORCELINI, C.A.; HAGEMANN, A.; TRES, I. 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, Botucatu, 2004. **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. **Atas e Resumos 2002...** Cruz Alta: FUNDACEP, p.110, 2002.

EMBRAPA - **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná – 2004**. Londrina: Embrapa Soja, 2003. 218p.

EMBRAPA - **Tecnologias de Produção de Soja – Paraná – 2005**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 224p.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. 2.ed. London: Longman, 1992. 405 p.

PALLADINI, L.A. **Metodologia para avaliação da deposição em pulverizações**. Botucatu. 2000. 111p. Tese (Doutorado em Agronomia). FCA: UNESP.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. Nobel, 1990. 468p.

SALYANI, M., HEDDEN, S.L., EDWARDS, G.J. Deposition efficiency of different droplet sizes for citrus spraying. **Trans. ASAE (Am. Soc. Agric. Eng.)**, v.30, p.1595-1599, 1987.

SCUDELER, F.; FUGIKAWA, L.H.; RAETANO, C.G. 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, Botucatu, 2004., **Anais...** Botucatu: UNESP, p.179-182, 2004a.

SCUDELER, F.; RAETANO, C.G.; ARAUJO, D.; de.; BAUER, F.C. 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.