

RAFAEL GOMES VIANA

**AVALIAÇÃO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO SOB DIFERENTES  
CONDIÇÕES OPERACIONAIS**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA  
MINAS GERAIS-BRASIL  
2006

**Ficha catalográfica preparada pela Seção de Catalogação e  
Classificação da Biblioteca Central da UFV**

T

V614a  
2006

Viana, Rafael Gomes, 1981-  
Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes  
condições operacionais / Rafael Gomes Viana. – Viçosa :  
UFV, 2006.  
xi, 44f. : il. ; 29cm.

Inclui anexos.  
Orientador: Lino Roberto Ferreira.  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de  
Viçosa.  
Inclui bibliografia.

1. Equipamento de pulverização - Avaliação.  
2. Produtos químicos agrícolas - Aplicação. 3. Soja -  
Doenças e pragas - Controle. I. Universidade Federal de  
Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 632.95

RAFAEL GOMES VIANA

AVALIAÇÃO DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO SOB DIFERENTES  
CONDIÇÕES OPERACIONAIS

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 18 de setembro de 2006.

---

Prof. Francisco Affonso Ferreira

---

Prof. Paulo Roberto Cecon  
(Co-orientador)

---

Prof. Gilton José Rodrigues

---

Prof. Francisco Cláudio Lopes  
de Freitas

---

Prof. Mauri Martins Teixeira  
(Orientador)

*Só sabemos com exatidão quando sabemos pouco;  
á medida que vamos adquirindo conhecimentos,  
instala-se a dúvida.*

*Johann Wolfgang von Goethe*

*A minha esposa Joseane Moutinho Viana  
e aos meus pais Manoel Viana neto e  
Renê Gomes Paiva.*

*Dedico*

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, por me conceder a honra de estar no meio de pessoas tão maravilhosas e justificar as páginas de agradecimento desta dissertação.

A Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, pela oportunidade de realizar o curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa de estudo.

Ao Prof. Lino Roberto Ferreira, pela confiança, amizade, companhia nos fermentados e destilados e é claro pela orientação no desenvolvimento deste trabalho.

Aos conselheiros Prof. Mauri Martins Teixeira e Prof. Paulo Roberto Cecon, pelas contribuições e sugestões.

Ao meu irmão Maros José Gomes Viana e a minha cunhada e prima Jeane Viana, pelo incentivo incondicional no avance dessa jornada.

Aos amigos do Departamento de Fitotecnia: Prof. Antônio Alberto, Prof. Francisco Afonso, Técnico Luís Henrique, Gislando Vinícius, Aroldo Machado, Francisco Freitas, Adriano Jakelaitis, Alessandra Belo, Márcia Santos, Leonardo Tuffi Santos, Ray, Maria Lita, Evander Alves, José Barbosa, Edson Santos, Miler Lopes, André Quirino e Marcelo Cléon pela ajuda, paciência e companheirismo durante o curso.

Aos amigos da Engenharia Agrícola Fabiane Paranhos, Gilton Rodrigues, Renato, Kátia e Onofre Barroca.

Aos meus tios e tias: Raí (Madinha), Fernando Messias, Murilo Lins, Dora Lins, Binda, Netinho, Chiquinho, Eliete a toda família Viana e aos primos que são muitos, sendo relacionados nos agradecimentos do Doutorado, prometo.

Aos amigos de república: Luciano da Costa (Zozó), Lauro (pé-de-pano), Edgar (Beijada) e Gustavo (pequeno), por confiar em um paraense recém chegado a Viçosa.

Aos amigos da república Fliperama (só vai homem): Vinícius, Giraya, Mábio Chrisley, Rejane, Victor, Leonardo (Gaúcho) e Montanha pela ótima companhia. Aos amigos do Bossa: Carlota, Simone, Luana (Luluzinha), Luís Cláudio e Mábio

Aos amigos do Pará (do meu coração): Cibele Alencar, Christiane Pereira, Fábio Antunes, Diego Gusmão, Reno Noblath, Leonardo Mendonça, Priscila Naiff, Fabiane, Odilon Cardoso, Oscar Barbosa, Calico (Calixto, Coca-litro, Califos, eita cabra pra ter apelido), Kemper (Tossinho), Marcela, Bruno “Osso”, Sidharta, Neruda, Luis Carlos, Dona Maria José (Marião), Elier e aos vagas Ricardo “Burns” e Junior “Cabelo”.

Aos inesquecíveis companheiros da UFRA, *homo sapiens* de primeira categoria (Os Agroardentes): Waldemiro Junior, Raimundo Cunha, Luís Kinji, Pedro Pedrosa, Marcos Ferreira (cara de pipa), Wilson Leonardo (o inseto), Rogel Paiva (*in memoriam*), Rui Sabaa Srur, Laurinda Yamagute (*In memoriam*), Wagner “Pedra doida”, Flamarion e Dawis.

Aos Professores da UFRA Elizabeth Cardoso, Maurício Cardoso (Ozodrak), Marco Aurélio Nunes, Kédson Raul Lima, Paulo Santos, Sérgio Pinheiro, Cláudio Vieira de Araújo, Coqueirinho, a Pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi Dra. Raimunda Vilhena Potiguara pela orientação em Iniciação Científica e ao Msc. Amaury Bendahan pela orientação em estágio.

Agradeço a todos que de alguma maneira estiveram envolvidos em minha vida.

Ao meu contrabaixo de corda enferrujada e finalmente ao tropeiro da Dona Brígida.

## **BIOGRAFIA**

RAFAEL GOMES VIANA, filho de Manoel Viana Neto e Renê Gomes Viana, nasceu em Manaus, Estado do Amazonas, em 24 de fevereiro de 1981.

Em 1999, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na Universidade Federal Rural da Amazônia, graduando-se em novembro de 2003.

Em agosto de 2004, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia na Universidade Federal de Viçosa, concentrando seus estudos na área de Plantas Daninhas: alelopatia, herbicidas e resíduos, submetendo-se à defesa de dissertação em setembro de 2006.



## SUMÁRIO

<b>RESUMO</b> .....	ix
<b>ABSTRACT</b> .....	xi
<b>1. INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	01
1.1 Literatura Citada.....	04
<b>2. DEPOSIÇÃO DE CALDA NO DOSSEL DA SOJA POR DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO E PRESSÕES DE TRABALHO</b> .....	06
2.1 Resumo.....	06
2.2 Abstract.....	07
2.3 Introdução.....	07
2.4 Material e Métodos.....	08
2.5 Resultados e Discussão.....	11
2.6 Conclusões.....	17
2.7 Literatura Citada.....	18
<b>3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO LA-1JC E SR-1</b> .....	22
3.1 Resumo.....	22
3.2 Abstract.....	23
3.3 Introdução.....	23
3.4 Material e Métodos.....	25
3.5 Resultados e Discussão.....	29
3.6 Conclusões.....	35
3.7 Literatura Citada.....	36
<b>4. CONSIDERAÇÕES FINAIS</b> .....	39
<b>5. CONCLUSÃO FINAL</b> .....	40
<b>6. ANEXOS</b> .....	41

## RESUMO

VIANA, Rafael Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, setembro de 2006. **Avaliação de pontas de pulverização sob diferentes condições operacionais.** Orientador: Lino Roberto Ferreira. Co-orientadores: Mauri Martins Teixeira e Paulo Roberto Cecon.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar diferentes pontas de pulverização em diferentes condições operacionais, visando fornecer subsídios para a seleção correta de pontas de pulverização para aplicação de agrotóxicos. O trabalho constou de dois experimentos. No primeiro foi avaliado a deposição de gotas no dossel da soja pelas pontas de pulverização XR11002 (XR), TXA-8002 (TX), TT11002 (TT) e TJ60-8002 (TJ), submetidas a pressões de 827, 552 e 276 kPa. Quantificou-se o diâmetro da mediana volumétrica (DMV) da população de gotas, densidade de gotas (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) e porcentagem de cobertura. A coleta das gotas foi realizada em três posições no dossel da soja: terço superior, médio e inferior da planta em esquema fatorial 4x3x3 (quatro pontas de pulverização, três pressões e três posições no dossel da planta) em um DBC com quatro repetições. No segundo experimento avaliou-se as características técnicas das pontas de pulverização LA-1JC e SR-1 sob diferentes condições operacionais. Avaliou-se o perfil de distribuição das pontas em bancada de ensaios padronizada seguindo a norma ISO 5682/2 em alturas de 30, 40 e 50 cm, determinou-se a vazão das pontas, o espectro de gotas, o ângulo de pulverização esquerdo, direito e total. Todas as características avaliadas foram submetidas as pressões de 100, 200 e 300 kPa. Observou-se no experimento de deposição de calda no dossel da soja, que a população de gotas apresentou maior DMV no terço superior da planta, entretanto a ponta TJ proporcionou gotas com DMV homogêneo nas posições avaliadas. Independente da ponta de pulverização utilizada, a pressão de 276 kPa permitiu deposição de gotas com tamanho uniforme nas três posições. Para as demais pressões, maior DMV foi obtido no terço superior da planta. A ponta TJ, proporcionou cobertura do alvo semelhante nos três terços e

cobertura superior as demais pontas no terço médio e inferior da planta. As pontas promoveram maior densidade de gotas no terço superior da planta, decrescendo à medida que se reduz a altura, exceto para ponta TJ, que apresentou densidade de gotas homogênea nas três posições. Avaliando as características técnicas das pontas SR-1e LA-1JC, observou-se perfil de distribuição contínuo para as pontas LA1-JC em todas as pressões e da SR-1 quando utilizado a pressão de 100 kPa, sendo indicado para aplicação em faixa. A ponta SR-1 nas pressões de 200 e 300 kPa apresentou perfil descontínuo, sendo indicado para aplicação em área total. Houve melhor uniformidade de distribuição (menor coeficiente de variação), com menor espaçamento entre pontas e maior altura de barra. Para ambas as pontas, à medida que se aumentou a pressão diminuiu-se o DMV. Independente da pressão de trabalho utilizada, as pontas LA-1JC e SR-1 proporcionaram gotas extremamente grossas. O CH está adequado aos padrões para pontas de jato plano (menor que 5), apresentando boa homogeneidade no espectro de gotas em todas as pressões de trabalho. A ponta LA-1JC apresentou maior vazão em relação a ponta SR-1, nas pressões de 200 e 300 kPa, não sendo verificada diferença quando utilizada a pressão de 100 kPa. O ângulo de pulverização esquerdo e direito foram simétricos não havendo diferenças entre pontas e pressão. Houve aumento no ângulo a medida que se aumentou a pressão para ambas as pontas.

## ABSTRACT

VIANA, Rafael Gomes, M.Sc., Universidade Federal de Viçosa, September 2006. **Evaluation of spray nozzle by different operational conditions.** Adviser: Lino Roberto Ferreira. Co-advisers: Mauri Martins Teixeira and Paulo Roberto Cecon.

This work had the objective to evaluate different spray nozzle by different operational conditions in order to have subsidies for the correct selection of spray nozzle for pesticide application. The work consisted of two experiments. On the first, it was evaluated the deposition of drops on the soybean canopy by spray nozzle XR11002 (XR), TXA8002 (TX), TT11002 (TT) and TJ60-8002 (TJ) exposed to pressure of 827, 552 and 276 kPa. It was quantified the volume median diameter (DMV) of the drop population, density of drops (drops  $\text{cm}^{-2}$ ) and covering percentage. The drops were collected in three positions on the soybean canopy: superior third, medium and inferior of the plant by factorial scheme 4x3x3 (four spray nozzle, three pressure and three positions on the soybean canopy) in a totally occasional sketch with four repetitions. On the second experiment, the technical characteristics of spray nozzle LA-1JC and SR-1 were evaluated by different operational conditions. It was evaluated the pattern check of spray nozzle in test workbench following the pattern ISO 5682/2 on heights of 30, 40 and 50 cm, determining spray nozzle outflow, drops spectrum, left, right and total angle spray. All characteristics analyzed were submitted to pressure of 100, 200 and 300 KPa. In the experiment about the deposition of drops on the soybean canopy, it was realized that the drop population showed higher DMV on the superior third of the plant. However, the nozzle TJ provided drops with homogeneous DMV in the evaluated positions. Independent of spray nozzle utilized, the pressure of 276 KPa allowed deposition of drops with same size on the three positions. For the other pressures, it was obtained higher pressure on the superior third of the plant. The TJ nozzle provided similar covering of the aim on the three third and superior covering on the other nozzle of the medium third and

inferior of the plant. The nozzles promoted higher density of drops on the superior third of the plant, decreasing in proportion to reduce the height, except TJ nozzle which showed homogeneous density in the three positions. Analyzing technical characteristics of SR-1 and LA-1JC nozzles, it was observed continuous pattern check to the LAI-JC nozzles in all pressure and SR-1 when utilized pressure of 100kPa that was indicated for stripe. SR nozzle showed discontinued pattern in the pressure of 200 and 300 kPa, which is indicated for application in total area. There was better uniformity in the distribution (lower rate of variation), with lower set at intervals on the nozzles and higher bar height. For both nozzles DMV decreased in proportion to the increase of the pressure. Independent of the work pressure utilized, LA-1JC and SR-1 nozzles provided extremely dense drops. CH is adequate to the patterns of jet plane nozzle (lower than 5) showing great homogeneity in the drops spectrum in every work pressure. LA-1JC nozzle showed higher outflow than SR1, on the pressure of 200 and 300 kPa, having no difference observed when 100 kPa pressure was utilized. The left and right angle of pulverization were symmetrical that there weren't differences between nozzle and pressure. There was increasing on the angle in proportion to the pressure improvement on the nozzle. It is indicated TJ nozzle for pesticides application in adequate climate conditions.

## **1. INTRODUÇÃO GERAL**

Uma das maneiras de maximizar a eficiência na aplicação e minimizar os riscos de contaminação provocados por agrotóxicos é utilizar tecnologia de aplicação adequada a cada tipo de situação, com base nas características inerentes à interação de fatores climáticos, biológicos e econômicos. Para isso, é necessário o emprego de todas as tecnologias que proporcionem a correta colocação do produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com o mínimo de contaminação de outras áreas (Matuo et al., 2001).

Dentre as várias técnicas de aplicação, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, devido à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (Teixeira, 1997). Nesse tipo de pulverização, o componente de maior importância são as pontas de pulverização, cujas características determinam a qualidade e eficiência na aplicação, como: tamanho de gota, porcentagem de cobertura do alvo, densidade de gotas, distribuição volumétrica, ângulo do jato de pulverização, entre outros (Miller & Elis, 2000)

A escolha das pontas de pulverização é baseada nas características técnicas destas e nas avaliações da penetração de gotas no dossel das plantas. A partir dessas características, realiza-se a escolha da ponta em função de fatores climáticos, formulação do agrotóxico, do alvo biológico e sua localização e dos riscos inerentes à deriva que podem causar intoxicação a culturas adjacentes e contaminação da água, do solo e do aplicador.

Miller (2004) conceitua deriva como o movimento de um produto no ar, durante ou depois da aplicação, para um local diferente do planejado, sendo transportado da área-alvo na forma de gotas, vapor ou escorrimento da gota ao solo. O risco de deriva aumenta devido a condições climáticas adversas (baixa ou alta intensidade de vento, baixa umidade relativa do ar e alta temperatura), características técnicas das pontas de pulverização (menor tamanho de gota), distância do alvo e pressão de trabalho, sendo maior o risco com o incremento na pressão.

A deriva é tida como sério problema em muitas áreas (Hemphill & Montgomery, 1981), principalmente no setor florestal e cafeeiro, onde é realizado o controle de plantas daninhas por meio de herbicidas não-seletivos, acarretando intoxicação da cultura. Tuffi Santos et al. (2005), ao simularem o efeito da deriva de glyphosate em clones de eucalipto, observaram mudanças anatômicas e morfológicas em mudas de eucalipto e redução no tamanho e diâmetro do caule durante o desenvolvimento das plantas, comparado a plantas que não foram expostas à deriva.

Preconiza-se utilizar pontas que proporcionem maior tamanho de gota, pois estas se depositam no alvo em menor tempo e sofrem menor ação de fatores climáticos adversos, como o vento. Pontas com indução de ar apresentam tamanho de gotas ideal para essa finalidade, no entanto a maioria das que existem no mercado não apresenta de maneira clara as características técnicas e seus potenciais meios de utilização.

Outro fator de extrema importância na aplicação hidráulica de agrotóxicos é a seleção correta de pontas em função da deposição de calda no dossel das plantas. A cultura da soja (*Glycine max*) é sensível à interferência de diversas pragas e patógenos, que se localizam em diferentes partes da planta e da folha e comumente são controlados com produtos químicos com diferentes níveis de translocação requerendo cobertura diferenciada. A escolha das pontas de pulverização para aplicação desses produtos muitas vezes, é inadequada, devido à carência de informações sobre a deposição de calda na planta e o respectivo efeito na atividade do agrotóxico.

Diversos autores (Cunha, 2003; Farooq et al., 2001; Barry, 1993) afirmam que é imprescindível o conhecimento das características técnicas e de deposição de gotas nas plantas para reduzir falhas no controle e a contaminação ambiental.

Objetivou-se neste trabalho avaliar diferentes pontas de pulverização hidráulica, sob diferentes condições operacionais, para aplicação de agrotóxicos.



## 1.1 LITERATURA CITADA

BARRY, J.W. Aerial application to Forest. **In: application technology for Crop Protection**. Eds: G.A. Matthews & E.C. Hislop. North Hampton, England: CAB International. p.241-273, 1993.

CUNHA, J.P.A.R. Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro. 2003. 81 p. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

FAROOQ, M.; BALACHANDAR, R.; WULFSOHN, D.; WOLF, T.M. Agriculture sprays in cross-flow and drift. **Journal Agric. Eng. Res.**, v. 78, n. 4, p. 347-358, 2001.

HEMPHILL JR., D.D.; MONTGOMERY, M.L. Response of vegetable crops to sub lethal application of 2,4-D. **Weed Science**, v.29, n.6, p. 632-635, 1981.

MATUO, T.; PIO, L. C; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: **ABEAS - Curso de proteção de plantas**. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.

MILLER, P.C.H. Reducing the risk of drift from boom sprayers. In: RAETANO, C.G.; ANTUNIASSI, U.R. **Qualidade em tecnologia de aplicação**. Botucatu: Fepaf, 2004. p. 110-124.

MILLER, P.C.H.; ELLIS M.C. B. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop protection**. v.19, p. 609-615, 2000.

TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica.** 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; MEIRA, R.M.S.A.; BARROS, N.F.; FERREIRA, L.R.; MACHADO A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

## 2. DEPOSIÇÃO DE GOTAS NO DOSEL DA SOJA POR DIFERENTES PONTAS DE PULVERIZAÇÃO HIDRÁULICA E PRESSÕES DE TRABALHO

Evaluation of drops deposition over soybean crop by different hydraulic spray  
nozzles at different pressures

**2.1 RESUMO:** Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a deposição de calda no dossel da cultura da soja por meio de diferentes pontas de pulverização e pressões de trabalho. Foram utilizadas quatro pontas de pulverização (XR11002, TXA-8002, TT11002 e TJ60-8002), submetidas a três pressões de trabalho (827, 552 e 276 kPa). Foi realizada a coleta das gotas em etiquetas plásticas, em três posições de amostragem no dossel da soja (terços superior, médio e inferior), para posterior análise do diâmetro da mediana volumétrica (DMV), da densidade de gotas e da cobertura do alvo. A cobertura do alvo, a densidade de gotas e o DMV foram influenciados pela posição de amostragem, com valores decrescentes para as posições inferiores nas folhas da planta. As pontas XR11002, TT11002 e TXA-8002 proporcionaram maior cobertura e DMV nas posições superiores da planta. A ponta TJ60-8002 proporcionou cobertura e DMV homogêneo nas três posições avaliadas. Diferentes níveis de cobertura foram observados, variando com o tipo de ponta, a posição de amostragem e a pressão de trabalho.

**Palavras-chave:** tecnologia de aplicação, população de gotas, cobertura foliar

**2.2 ABSTRACT:** This work was conducted in order to evaluate spray solution deposition in soybean crop by different spray nozzle at different pressures. Four nozzles (XR11002, TXA-8002, TT11002 and TJ60-8002) were used at three pressures (827, 552 and 276 kPa). Drops were collected in plastic labels in three sample position in ground tissue (superior, medium and inferior) to a later analysis of volume median diameter (VMD), drops density and coverage. Higher coverage and VMD on superior position of plants were in XR11002, TXA-8002 and TT11002. In TJ60-8002 the coverage and VMD were uniform in the three positions. Pressure increase provided different coverage levels, varying to the nozzle type and sample position.

**Key-words:** application technology, drop spectrum and foliar coverage

### 2.3 INTRODUÇÃO

O objetivo da tecnologia de aplicação de agrotóxicos é colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, afetando o mínimo o meio ambiente (Matthews, 2002). Entretanto, existem vários casos de aplicações ineficientes, com excesso ou déficit de ingrediente ativo no alvo, com sérios problemas para o ambiente e para a eficácia biológica do agrotóxico aplicado (Derksen & Breth, 1994). Essa ineficiência das aplicações pode ser atribuída à baixa penetração do líquido no dossel da planta, ao desvio da trajetória das gotas ou à ineficiência dos equipamentos e à utilização inadequada. Na maioria das vezes, o transporte do ingrediente ativo para o interior do dossel da planta é condição básica para o controle eficaz de várias pragas e doenças (Rodrigues, 2005).

Segundo Walklate et al. (2000), a estrutura do alvo é um dos fatores mais importantes a serem considerados. Qualquer quantidade do produto aplicado que não atinja esse alvo representa perdas.

Uma aplicação eficiente requer cobertura adequada da superfície-alvo, com gotas de tamanho apropriado, pois o tamanho destas afeta o movimento do jato em direção ao alvo e a deposição da calda (Farooq et al., 2001). O conhecimento da população de gotas é fator de extrema importância. As gotas de diâmetro reduzido são biologicamente mais eficazes, porém pouco seguras do ponto de vista ambiental (Cunha, 2003).

Para determinar a porcentagem de cobertura e a deposição de calda nas folhas ou outras partes da planta, é imprescindível coletar, medir e avaliar a penetração das gotas no dossel (Barry, 1993). Cross et al. (2001) estudaram a influência da variação do tamanho de gotas na deposição de agrotóxicos em alvos naturais e encontraram cobertura do alvo semelhante quando do uso de gotas na faixa de diâmetro da mediana volumétrica entre 156 e 237  $\mu\text{m}$ . Isso ocorreu devido às perdas das gotas pequenas provocadas por deriva e evaporação.

Velloso et al. (1984) relataram que pontas de jato cônico, em razão de produzirem gotas com diâmetros de 100 a 200  $\mu\text{m}$ , são as mais indicadas para pulverizações de fungicidas, por proporcionar maior cobertura do alvo. A utilização de gotas finas (diâmetro de 101 a 200  $\mu\text{m}$ ) pode propiciar melhores coberturas e deposições, todavia, dependendo de efeitos climáticos e orientação da ponta de pulverização devem-se utilizar gotas mais grossas (maior que 300  $\mu\text{m}$ ) (Matthews, 1992; Abi Saab, 1996).

Pelo exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar a deposição de gotas no dossel da soja submetida a diferentes pontas de pulverização hidráulica e pressões de trabalho.

## **2.4 MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado na Universidade Federal de Viçosa, MG, em área experimental do Departamento de Fitotecnia. Durante a aplicação, a velocidade média do vento foi de 2,0  $\text{km h}^{-1}$ . A umidade relativa do ar, a

temperatura e a precipitação foram de 92,5%, 23,3 °C e 0 mm, respectivamente.

O cultivar de soja utilizado foi o UFV-16 (Capinópolis), de ciclo médio. Cada parcela foi constituída de oito linhas, espaçadas entre si de 50 cm, com 5 metros de comprimento, tendo como área útil 4 m<sup>2</sup> (duas linhas centrais menos 0,5 m das extremidades).

O experimento foi realizado em esquema fatorial 4x3x3 (quatro tipos de pontas de pulverização: XR11002, TT11002, TXA-8002 e TJ60-8002; três pressões de trabalho: 276, 552 e 827 kPa; e três alturas de amostragem no dossel da planta: terços superior, médio e inferior da planta), em um delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os volumes de calda pulverizados foram iguais para todas as pontas, variando de acordo com a pressão de trabalho (186, 257 e 315 L ha<sup>-1</sup>, respectivamente para 276, 552 e 827 kPa).

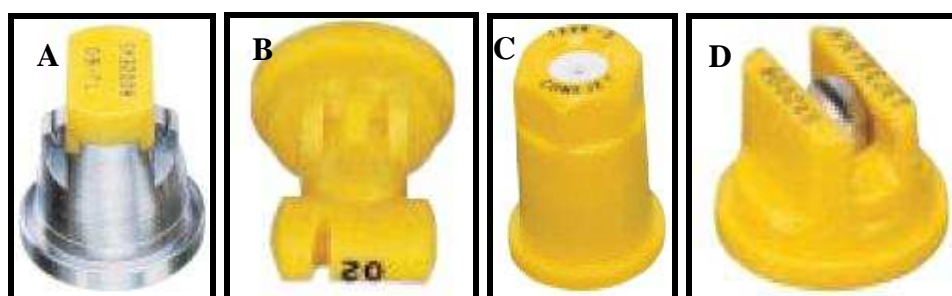
As características das pontas de pulverização avaliadas estão descritas na Tabela 1, de acordo com dados obtidos com o fabricante (Spraying Systems CO, 1999). A classificação de gotas das pontas XR11002 e TJ60-8002, utilizando pressão de trabalho acima de 500 kPa, assim como a da ponta TT11002, utilizando pressão acima de 800 kPa, não foram fornecidas pelo fabricante. É importante frisar que a classificação de gotas aferida pelo fabricante é feita pela fragmentação do líquido com as gotas no ar e não depositadas sobre alvos.

Tabela 1 – Caracterização das pontas, segundo o fabricante

<b>Pontas de pulverização</b>	<b>Tipo de jato</b>	<b>Pressão (kPa)</b>	<b>DMV (µm)*</b>	<b>Classificação</b>
XR11002	Plano (leque)	100 a 200	281 a 429	Média
		250 a 400	183 a 280	Fina
TT11002	Plano (leque)	150 a 250	430 a 531	Grossa
		300 a 600	281 a 429	Média
TXA-8002	Cônico vazio	500 a 2000	183 a 280	Fina
TJ60-8002	Duplo leque	200 a 400	183 a 280	Fina

Fonte: Spraying Systems CO, 1999.

A população de gotas foi caracterizada a partir dos seguintes parâmetros: densidade de gotas (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ), porcentagem de área coberta pelas gotas e diâmetro da mediana volumétrica (diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como DMV).

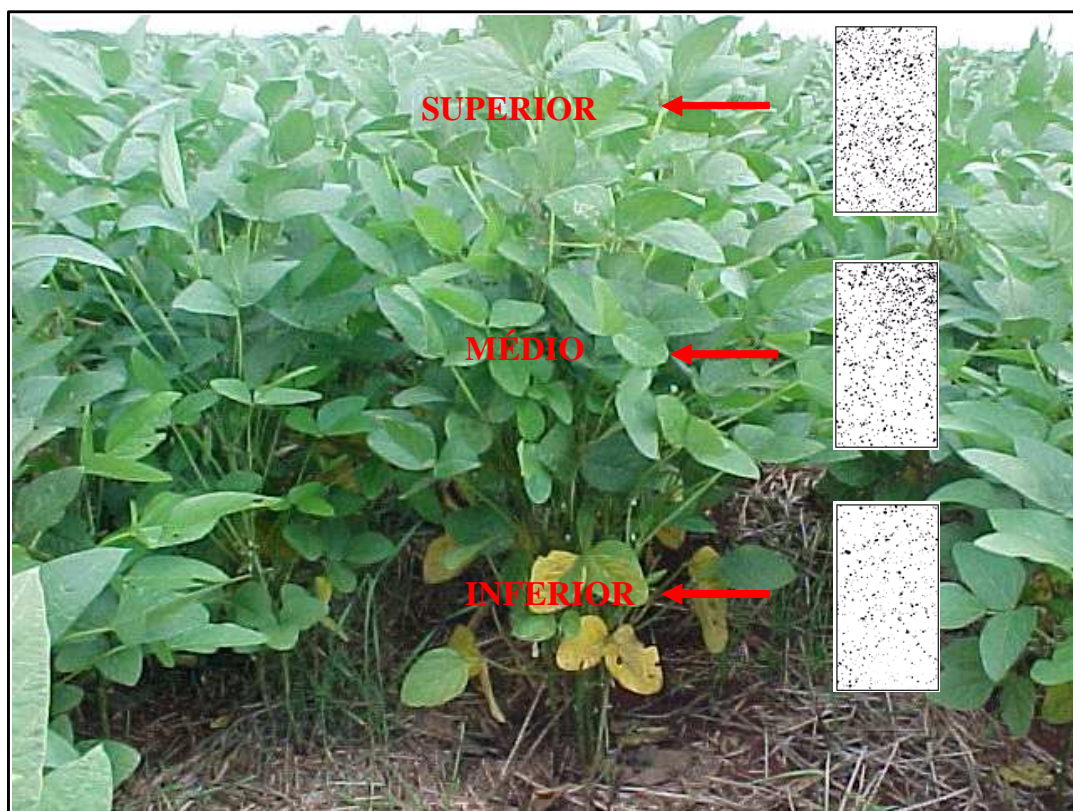


**Figura 1** - Pontas de pulverização TJ60-8002 (A), TT11002 (B), TXA-8002 (C) e XR11002 (D).

Na aplicação, utilizou-se um pulverizador hidráulico estacionário S-12, da marca Yamaha, acionado por um motor a gasolina de 3,5 cv, acoplado a uma mangueira de 50 m de comprimento, para que fosse feita a movimentação da barra durante a aplicação. A pressão de trabalho foi mensurada em manômetro acoplado à barra porta-bicos.

Para coleta das gotas, foram confeccionadas etiquetas de cartolina revestidas por papel plástico (marca Contact) com 7,5 x 2,5 cm, de acordo com a técnica descrita por Rodrigues (2005). As etiquetas foram dispostas em três posições de amostragem: terços superior, médio e inferior da planta de soja, simulando a superfície adaxial da folha (Figura 2). As etiquetas foram presas às plantas por meio de clipe metálico nas referidas posições. Para melhor contraste, foi utilizado um corante líquido à base de água, preto (marca comercial Coral Dulux), dissolvido à calda de pulverização na proporção de 5  $\text{ml L}^{-1}$ .

Foram escolhidas ao acaso quatro plantas, das duas linhas centrais da parcela, nas quais foram posicionadas as etiquetas, sendo cada planta uma repetição. As plantas foram pulverizadas no estágio R 5.5, seguindo a escala de Fehr & Caviness (1977).



**Figura 2** - Posicionamento das etiquetas plásticas nos terços superior, médio e inferior na planta de soja.

Após a pulverização de cada tratamento, as etiquetas foram coletadas e posteriormente digitalizadas em *scanner* com resolução de 600 dpi. A caracterização das gotas foi feita no software “Image Tool” versão 3.0.

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias dos tratamentos comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 2.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve interação tripla (pressão x ponta de pulverização x altura de amostragem) em nenhum dos tratamentos aplicados conforme observado nas Tabelas 1A, 2A e 3A (Anexo A), sendo verificados somente interações duplas.

Observou-se deposição de gotas de maior diâmetro no terço superior da planta (Tabela 2) para as pontas XR11002, TT11002 e TXA-8002 possivelmente influenciados pelo efeito da massa foliar do terço superior,



corroborando os resultados de Silva et al. (1997), que estudaram a população de gotas na cultura do algodão com diferentes pontas de pulverização. O maior DMV encontrado no terço superior para as pontas TT11002, XR11002 e TXA-8002 é importante para indicar quando o alvo biológico encontra-se nesta posição, devido a maior concentração de princípio ativo (maior tamanho de gota). Vale lembrar que não houve interação significativa com a pressão de trabalho (Anexo, Tabela 1A) sendo observado os mesmos valores para qualquer pressão de trabalho utilizada nesse experimento.

A ponta TJ60-8002 proporcionou tamanho de gotas homogêneo nas três posições de amostragem (Tabela 2), em razão, provavelmente, da população de gotas produzido e do formato de jato em duplo leque, que possibilita maior penetração da calda no alvo, dificultando a coalescência de outras gotas menores.

Quando se comparam as pontas dentro de cada posição de amostragem (Tabela 2), observa-se que a ponta TT11002 apresentou maior tamanho de gota nas três posições de amostragem, porém foi a única a proporcionar tamanho de gotas conforme classificação do fabricante (Tabela 1). Essa informação indica que possivelmente não há desvio de trajetória das gotas da saída da ponta até o alvo, sendo essa característica importante na redução de deriva, na volatilização da calda e na utilização de fungicidas sistêmicos, em que não é exigido alto percentual de cobertura, corroborando o trabalho de Boller et al. (2004), os quais não observaram diferenças no controle de oídio com o uso de diferentes pontas, na aplicação de um fungicida sistêmico, indicando a possibilidade de utilizar aquelas com menor risco de deriva.

Além disso, segundo Freitas (2005), essa ponta apresenta ótimo padrão de deposição de calda quando utilizada em barra, podendo ser usada mais próxima ao alvo, reduzindo a deriva e a conseqüente contaminação ambiental e desperdício de agrotóxicos.

O DMV das pontas XR11002, TXA-8002 e TJ60-8002 não diferiram dentro de cada posição de amostragem, sendo importante ressaltar que o DMV proporcionado por essas pontas no alvo (Tabela 2) classifica as gotas como

média, contradizendo a informação obtida pelo fabricante (Tabela 1). Esse fato ocorreu possivelmente devido à coalescência de várias gotas menores ou à perda das gotas menores por deriva. Cunha (2005), avaliando a deposição de calda e deriva no feijoeiro com pontas de pulverização de jato plano API11002 e API11004 e jato cônico ATR Brow e ATR Red, observou que pontas que apresentam gotas com menor DMV, como as pontas de jato cônico vazio, apresentaram maior deposição de gotas fora da área-alvo provocado pela deriva.

**Tabela 2** - Influência das pontas de pulverização e alturas de amostragem nas médias do DMV ( $\mu\text{m}$ )

Ponta de pulverização	Posição de amostragem (Terço)					
	Superior		Médio		Inferior	
XR 11002	474	A b	320	B b	325	B b
TT 11002	646	A a	476	B a	524	B a
TXA-8002	428	A bc	328	B b	311	B b
TJ60-8002	358	A c	359	A b	360	A b

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Conforme observado na Tabela 3, a utilização da menor pressão de trabalho manteve o tamanho de gotas homogêneo no dossel da planta não havendo interação com as pontas de pulverização conforme observado no Anexo A (Tabela 1A). Esse fato é importante, pois o tamanho da gota influencia a quantidade de calda depositada, e conseqüentemente a concentração do agrotóxico na planta.

**Tabela 3** - Influência da posição de amostragem e pressão de trabalho nas médias de Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV)

Pressão (kPa)	Volume de calda ( $\text{L ha}^{-1}$ )	Posição de amostragem (Terço)					
		Superior		Médio		Inferior	
276	186	416	A b	381	A a	408	A a
552	287	549	A a	379	B a	356	B a
827	315	465	A b	353	B a	376	B a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

As pressões de 552 e 827 kPa (Tabela 3) promoveram maior tamanho de gota no terço superior da planta, possivelmente promovido por coalescência de várias gotas menores. Nos terços médio e inferior o diâmetro de gotas foi menor, porém não diferiu nas duas maiores pressões.

A ponta TJ60-8002 proporcionou cobertura de gotas homogênea nas três posições de amostragem, acompanhando a tendência de homogeneidade no tamanho de gotas (Tabelas 2 e 4). As demais pontas avaliadas proporcionaram maior cobertura na posição superior da planta, também influenciada por retenção de gotas maiores nessa posição (Tabela 3) e pela maior exposição do alvo no terço superior independente da pressão de trabalho utilizada (Anexo A, Tabela 2A). Nos terços médio e inferior a cobertura foi menor, exceto para TJ60-8002, cuja cobertura foi semelhante nas três posições avaliadas, em razão, possivelmente, do formato do jato em duplo leque.

**Tabela 4** - Percentagens de cobertura proporcionadas por diferentes pontas de pulverização em função da posição de amostragem na planta de soja

Ponta de pulverização	Posição de amostragem (Terço)					
	Superior		Médio		Inferior	
XR 11002	16,06	A a	5,62	B b	7,05	B ab
TT 11002	16,25	A a	5,91	B b	4,99	B b
TXA-8002	16,15	A a	7,34	B ab	4,61	B b
TJ60-8002	10,35	A b	10,02	A a	10,16	A a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Devido à maior cobertura do alvo nos terços médio e inferior, a ponta TJ60-8002 (Tabela 4) deve ser utilizada na aplicação de calda fungicida visando o controle de patógenos que iniciam a infecção nas posições inferiores da planta, como o fungo *Phakopsora pachyrhizi*, causador da ferrugem asiática da soja, que, segundo Yorinori (2004), inicia o processo de infecção nas posições inferiores da planta. Souza (2006) indica esta ponta de pulverização para aplicação de tebuconazole, utilizando a pressão de 276 kPa

como efetiva no controle da ferrugem asiática, promovendo melhor viabilidade de sementes de soja.

Quando avaliada a influência da ponta de pulverização e pressão de trabalho nas médias de cobertura (Tabela 5), observa-se que há diferenças de cobertura para cada tipo de ponta de pulverização, devido às suas características técnicas, independente da posição de amostragem (Anexo A, Tabela 2A).

A ponta TJ60-8002 apresentou melhor cobertura do alvo quando utilizada a pressão de 276 kPa (Tabela 6). Esperava-se que o incremento na pressão aumentasse a cobertura do alvo para essa ponta, pois aumentaria a densidade de gotas e reduziria o tamanho destas; contudo, provavelmente ocorreu deposição dessas gotas fora da área-alvo interferindo na análise dos dados, mesmo com velocidades de vento adequados no momento da aplicação.

Para as demais pontas, o incremento na pressão proporcionou maior cobertura do alvo, porém não houve diferença da cobertura entre as pontas quando se utilizou a pressão de 827 kPa (Tabela 5).

**Tabela 5** - Porcentagens de cobertura do alvo proporcionadas por diferentes pontas de pulverização em função da pressão de trabalho

Ponta de pulverização	Pressão de Trabalho (kPa)							
	276		552		827			
XR11002	7,25	B a b	12,20	A a	9,28	AB	a	
TT11002	6,09	B b	9,55	A B a b	11,52	A	a	
TXA-8002	9,12	A B a b	7,31	B b	11,67	A	a	
TJ60-8002	12,40	A a	9,76	A B a b	8,37	B	a	

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Na Tabela 6 encontram-se as médias de densidade de gotas nas três posições de amostragem em função das pontas de pulverização independente da pressão de trabalho utilizada (Anexo A, Tabela 3A). Observa-se que há tendência de se depositar maior número de gotas na posição superior. Houve redução na densidade de gotas nos terços médio e inferior para todas as

pontas, exceto para a ponta TJ60-8002, que proporcionou densidade de gotas homogênea nas três posições, acompanhando a tendência de homogeneidade do tamanho de gotas (Tabela 2) e cobertura do alvo (Tabela 4). Isso pode ser explicado pelo fato de o formato de jato da ponta TJ60-8002 proporcionar maior penetração da calda no dossel da planta.

A maior densidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  na posição superior da planta (Tabela 6) é ocasionada pela maior exposição do alvo à pulverização da calda, e a menor deposição de gotas nas posições inferiores é relacionada ao maior volume foliar da posição superior da planta de soja, que dificulta a penetração das gotas, interferindo no número de gotas nas posições inferiores. Silva et al. (1997) também relatam que há sensível declínio na densidade de gotas depositadas nas posições inferiores do algodoeiro quando se utilizam diferentes pontas de pulverização e pressões de trabalho. Gazziero et al. (2006), estudando a deposição de calda em soja transgênica, obtiveram maior retenção de glyphosate na parte aérea da planta, sendo o mesmo descrito por Tomazella (1997) utilizando *Brachiaria plantaginea*.

A densidade de gotas proporcionada por todas as pontas nas três posições de amostragem (Tabela 6) está adequada para pulverização de fungicidas sistêmicos e de contato, com exceção da ponta TT11002 nos terços médio e inferior e da ponta TXA-8002 na posição inferior. Ozeki & Kunz (1998) recomendam uma densidade de 30 a 50 gotas  $\text{cm}^{-2}$  para fungicidas sistêmicos e acima de 70 gotas  $\text{cm}^{-2}$  para fungicidas protetores.

**Tabela 6** - Influência da ponta de pulverização na densidade de gotas (gotas  $\text{cm}^{-2}$ ) em função da altura de amostragem.

Ponta de pulverização	Posição de amostragem (Terço)								
	Superior			Médio			Inferior		
XR 11002	141	A	ab	96	B	b	105	B	ab
TT 11002	93	A	c	52	B	c	47	B	c
TX 8002	172	A	a	101	B	b	64	B	b
TJ 11002	124	A	b	125	A	a	120	A	a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Há necessidade de realizar experimentos levando em consideração, além das características avaliadas neste trabalho, a influência das formulações dos agrotóxicos, o uso de adjuvantes e sua interação com o alvo biológico, uma vez que diversos autores (Souza, 2006; Cunha, 2003; Boller et al., 2004) não encontraram diferenças significativas nos dados de produtividade quando utilizaram diferentes pontas de pulverização e pressões de trabalho, sendo influenciado possivelmente pela formulação do agrotóxico.

## **2.6 CONCLUSÕES**

De acordo com os resultados chegou-se às seguinte conclusões:

- Todas as pontas promoveram deposição de gotas nas três posições de amostragem da planta.
- A ponta TJ60-8002 proporcionou deposição de gotas homogênea no dossel da soja.
- A ponta TJ60-8002 deve ser indicada quando o alvo se encontra no terço inferior da planta e em condições climáticas adequadas.
- A ponta TT11002 deve ser usada em condições climáticas adversas.
- Todas as pontas podem ser utilizadas quando o alvo se encontra no terço superior da planta de soja.
- Para todas as pontas, deve-se utilizar a menor pressão (276 kPa).

## 2.7 LITERATURA CITADA

ABI SAAB, O.J.G. **Avaliação de um sistema de aplicação de defensivos utilizado em videiras no Município de Londrina/PR.** 1996. 65p. Tese (Mestrado em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, 1996.

BARRY, J.W. Aerial application to Forest. **In: application technology for Crop Protection.** Eds: G.A. Matthews & E.C. Hislop. North Hampton, England: CAB International. p.241-273, 1993.

BOLLER, W.; FORCELINI, C.A.; HAGEMANN, A.; TRES, I. Aplicação de fungicida para o controle de oídio em soja, com diferentes pontas de pulverização e volumes de calda. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE TECNOLOGIA DE APLICAÇÃO DE AGROTÓXICOS, 3. **Resumos...** Botucatu: 2004. p. 17 – 20.

CROSS, J.V.; WALKLATE, P.J.; MURRAY, R.A.; RICHARDSON, G.M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer. **Crop Protection**, v. 20, p. 333-343, 2001.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M., VIEIRA, R. F. & FERNANDES, H. C. Deposição e deriva de calda fungica aplicada em feijoeiro, em função de bico de pulverização e de volume de calda. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 9, n. 1, p. 133-138, 2005.

CUNHA, J.P.A.R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro.** 2003. 81 p. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

DERKSEN, R.C.; BRETH, D.I. Orchard air-carrier spray application accuracy and spray coverage evaluations. **App.Eng. Agri.**, v.10. n.4, p. 463-470, 1994.

FAROOQ, M.; BALACHANDAR, R. WULFSOHN, D., WOLF, T.M. Agriculture sprays in cross-flow and drift. **Journal Agric. Eng. Res.**, v. 78, n. 4, p. 347-358, 2001.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11p. (Special Report, 80).

FREITAS, F.C.L.; TEIXEIRA, M.M.; FERREIRA, L.R.; FERREIRA, F.A.; MACHADO A.F.L.; VIANA, R.G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização Turbo Teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

GAZZIERO, D.L.P.; MACIEL, C.D.G.; SOUZA, R.T.; VELINI, E.D.; PRETE, C.E.C.; OLIVEIRA NETO, W. Deposição de glyphosate aplicado para o controle de plantas daninhas em soja transgênica. **Planta Daninha**, v. 24, n. 1, p. 173-181, 2006.

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

MATTHEWS, G.A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J.M.; LENNÉ, J.M.; WALLER, S.J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p.345-353.

OZEKI, Y.; KUNZ, R.P. Tecnologia de aplicação aérea: aspectos práticos. In: **Tecnologia e segurança na aplicação de agrotóxicos: novas tecnologias**, 2



ed. 1998. Santa Maria: Departamento de Defesa Fitossanitária, Sociedade de Agronomia de Santa Maria, 1998. p. 65-78.

RODRIGUES, G.J. **Crítérios rastreáveis na aplicação de inseticida no controle do bicho mineiro do cafeeiro.** 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Mecanização agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005.

SILVA, O.R.R.F da; MARQUES, L.; CARVALHO, O.S.; VIEIRA, R.de M. Avaliação do depósito de gotas obtidos através da pulverização eletrostática e da convencional sobre a cultura do algodoeiro. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 1, n. 2 p. 101-105, 1997.

SOUZA, G.V.R. **Tecnologia de aplicação de tebuconazole para controle da ferrugem asiática da soja.** 2006. 61 f. Tese (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

SPRAYING SYSTEMS CO. **Produtos de pulverização para agricultura – Catálogo 46M-BR/P**, 1999.

TOMAZELLA, M. S. **Avaliação da deposição da calda de pulverização em função da densidade populacional de *Brachiaria plantaginea* (Link) wicth, volume e ângulo de aplicação.** 1997. 78 f. Tese (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Botucatu, 1997.

VELLOSO, J.A.RO.; GASSEN, D.N.; JACOBSEN, L.A. **Tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas com pulverizador de barras.** Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1984, 50p.

YORINORI, J.T. **Ferrugem da soja: panorama geral.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA, 3. **Proceedings...** Florianópolis: 2004. p. 1299-1307.

WALKLATE, P.J.; RICHARDSON, G.M.; CROSS, J. V.; MURRAY, R.A.  
Relationship between orchard tree crop structure and performance  
characteristics of an axial fan sprayer. In: **Pesticide application: Aspects of  
Applied Biology** CROSS, J.V.; GILBERT, A.J.; GLASS, C.R. ; TAULOR,  
W.A.; WALKLATE, P.J.; WESTERN, N.M.; (eds.) WARWICK, U.K.:  
Wellesbourne. 2000. v.57. p. 285-292.

### 3. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO LA-1JC E SR-1

Technical characteristics of LA-1JC and SR-1 spray nozzles

**3.1 RESUMO:** Objetivou-se neste estudo avaliar as características técnicas das pontas do tipo espuma LA-1JC e SR-1, sob diferentes pressões de trabalho e altura de barra de pulverização. Foram avaliados, nas pressões de 100, 200 e 300 kPa, o perfil de distribuição de cada ponta, o coeficiente de variação da distribuição volumétrica, a vazão, o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o diâmetro da mediana numérica (DMN), o coeficiente de homogeneidade (CH), o índice de simetria das pontas e o ângulo de abertura dos jatos esquerdo, direito e total. A ponta LA-1JC, em todas as pressões, e a ponta SR-1, na pressão de 100 kPa, apresentaram perfil de distribuição contínuo. Para as pressões de 200 e 300 kPa, a ponta SR-1 perfil de distribuição descontínuo. Ambas as pontas mostraram melhor perfil de distribuição com menor espaçamento entre pontas, maior pressão e maior altura da barra. Houve aumento na abertura do ângulo e vazão com incremento na pressão para ambas as pontas. A população de gotas obtida é adequada para aplicação de herbicidas sistêmicos em pós-emergência e para todos os herbicidas aplicados em pré-emergência. As pontas LA-1JC, na pressão de 100 kPa, e SR-1, em todas as pressões, não devem ser utilizadas com sobreposição de jatos.

**Palavras-chave:** bico espuma, deriva, gotas, tecnologia de aplicação

**3.2 ABSTRACT:** This study aimed to evaluate technical characteristics of LA-1JC and SR-1 skim nozzle, at different pressures and spray boom heights. It was evaluated, at 100, 200 and 300 kPa, each nozzle pattern, quotient of volumetric distribution in one spray boom, rate, volume median diameter (VMD), number median diameter (NMD), quotient of homogeneity, nozzle symmetry index and the left, right and total opening angle. Nozzles showed symmetric individual triangular profile with some depression and hard fall on boundaries at 100 kPa. Normal distribution profile was at 200 and 300 kPa. The best profile was when the nozzles were smaller and boom height was higher. There was increasing in opening angle and in rate when increasing pressure in both nozzles. The drop spectrum obtained is adequate to systemic herbicide application in post-emergence and to all herbicide applied in pre-emergency. LA-1JC and SR-1 should be not used in nozzle overlapping at 100 kPa.

**Keywords:** skim nozzle, spray drift, drops, application technology

### 3.3 INTRODUÇÃO

O uso da tecnologia de aplicação de agrotóxicos visa colocar a quantidade certa de ingrediente ativo no alvo, com a máxima eficiência e da maneira mais econômica possível, afetando o mínimo o ambiente (Matthews, 2002).

A ponta de pulverização é o principal componente da aplicação hidráulica. É importante definir a sua característica, uma vez que esta influencia de maneira direta a qualidade da deposição (Miller & Elis, 2000). O sucesso na aplicação de agrotóxico só é possível quando se dispõe de pontas de pulverização que propiciem distribuição transversal uniforme e espectro de gotas semelhante e de tamanho adequado (Cunha, 2003).

A uniformidade de distribuição volumétrica da calda, ao longo da barra de pulverização, é dada por condições de espaçamento entre pontas, altura da

barra, ângulo de abertura das pontas e pressão de trabalho, sendo avaliada pelo coeficiente de variação da resultante da sobreposição de distribuição do conjunto de pontas colocados na barra (Bauer & Raetano, 2004). A recomendação de uniformidade de distribuição utilizada em países da comunidade europeia estabelece que o coeficiente de variação seja menor que 7%. Distribuição desuniforme, abaixo do volume mínimo exigido, produz controle insuficiente, e quantidades acima causam perdas financeiras, toxidez nas culturas e danos ao ambiente (Cordeiro, 2001).

O conhecimento da população de gotas produzidas pelas pontas de pulverização é imprescindível para aplicação de herbicidas. A partir dessa informação, efetua-se a escolha da ponta em função do potencial de deriva, das características do herbicida e dos riscos de volatilização e escorrimento de calda na folha de plantas daninhas. Segundo Womac et al. (1999), os fatores que influenciam a população de gotas produzidas por determinada ponta de pulverização são: vazão nominal, ângulo de descarga, pressão de operação, propriedades da calda e tipo de ponta de pulverização.

Cross et al. (2001) relatam que, em condições ótimas, gotas de pequeno diâmetro proporcionam maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo, porém aumenta-se o risco de contaminação ambiental por deriva quando utilizado em condições climáticas adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento. A utilização de gotas com maior diâmetro diminui o risco de deriva, porém, devido ao seu peso, elas podem não aderir às superfícies das folhas e terminarem no solo (Teixeira, 1997).

O maior problema do uso de glyphosate em plantações de eucalipto é a interceptação, que compromete o controle das plantas daninhas e leva ao aumento compensatório da dose, elevando os gastos e causando prejuízos às espécies não-alvo, como o eucalipto, e ao ambiente (Hemphill Júnior & Montgomery, 1981). Tuffi Santos et al. (2005) relatam mudanças no crescimento e na morfoanatomia foliar em mudas de eucalipto submetidas à deriva de glyphosate.

Com o intuito de minimizar problemas por deriva e escorrimento de calda na folha, tem-se indicado a utilização de pontas com indução de ar para aplicação de herbicidas que demandam menor cobertura do alvo, como os aplicados em pré-emergência e produtos sistêmicos. Pontas com indução de ar são popularmente chamadas de bico espuma; isso se deve à turbulência que a calda sofre dentro da ponta, provocada pela entrada de ar nas pontas. A formação de espuma depende da constituição química da calda pulverizada.

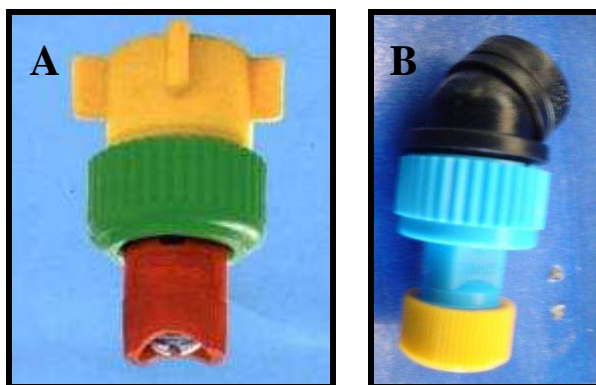
As pontas do tipo espuma Coreano (LA-1JC) e Japonês (SR-1) vêm sendo comumente usadas na aplicação de herbicidas sistêmicos e não-seletivos, como o glyphosate, em cafezais e eucaliptais, visando minimizar a intoxicação das plantas não-alvo pela menor propensão à deriva. Contudo, há falta de informações sobre as pontas LA-1JC e SR-1 no tocante às características técnicas e seus potenciais meios de utilização.

Pelo exposto, objetivou-se com este trabalho avaliar as características técnicas das pontas de pulverização LA-1JC e SR-1, sob diferentes pressões de trabalho e altura da barra, com o fim de fornecer subsídios para correta seleção dessas pontas de pulverização.

### **3.4 MATERIAL E MÉTODOS**

Os ensaios foram realizados no Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa. Foram utilizadas pontas de pulverização hidráulica, tipo leque, com indução de ar LA-1JC (Coreano) e SR-1 (Japonês) (Figura 1).

Para caracterização das pontas, foram avaliados o perfil de distribuição individual, o coeficiente de variação da distribuição volumétrica de uma barra de pulverização simulada, a vazão, o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), o diâmetro da mediana numérica (DMN), o coeficiente de homogeneidade do tamanho das gotas (CH), o ângulo de abertura e o índice de simetria do jato (IS).



**Figura 1** - Ponta de pulverização tipo espuma Coreano LA-1JC (A) e Japonês SR-1 (B).

Para determinação dos perfis de distribuição utilizou-se uma barra porta-bicos sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica (Figura 2), composta por canaletas em “V”, separadas entre si em cinco centímetros, padronizadas de acordo com a norma ISO 5682/1 (ISO, 1986).

Foram utilizadas dez unidades de cada ponta, instaladas isoladamente no centro da mesa, de modo que o jato fosse lançado na posição vertical. Para cada ponta realizaram-se cinco amostragens. Durante 60 segundos, foi coletado o líquido em provetas graduadas, alinhadas com cada canaleta ao longo da faixa de deposição. Com base nos volumes médios coletados nas repetições, em cada tratamento, foram determinados os perfis de distribuição volumétrica de cada ponta, com posterior simulação do padrão médio de distribuição volumétrica ao longo da barra de pulverização, o qual foi determinado em programa computacional (Microsoft Excel), conforme realizado por Freitas et al. (2005). Trabalhou-se com altura da barra de 30, 40 e 50 cm em relação à bancada e pressões de 100, 200 e 300 kPa. Foram simulados espaçamentos entre pontas de 40, 45, 50, 80, 100 e 120 cm.

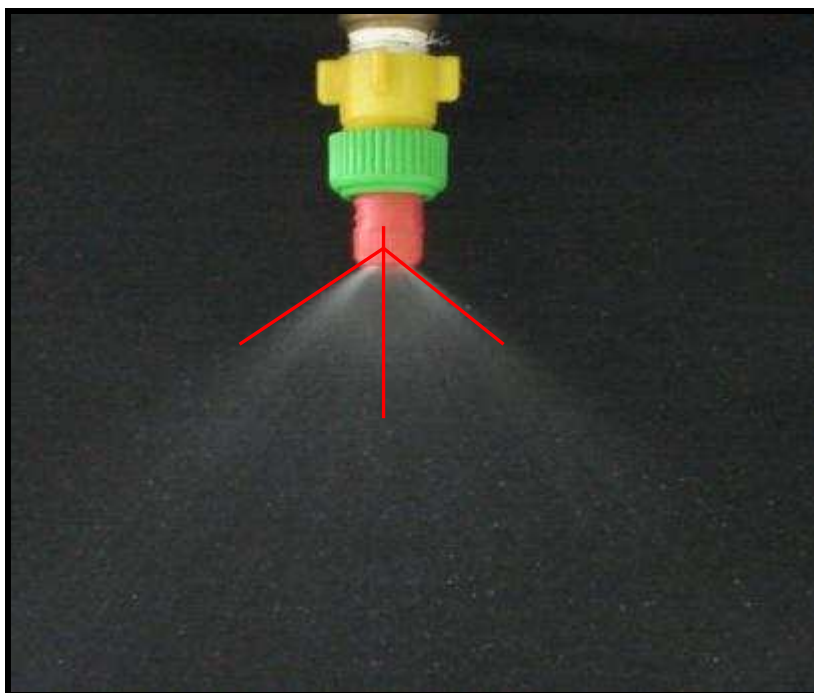


**Figura 2** - Bancada de ensaios de uniformidade de distribuição volumétrica.

A determinação do ângulo do jato foi feita por meio de imagens frontais das pontas de pulverização (Figura 3), obtidas com câmera digital com resolução de 3.1 megapixels (MP) e analisadas no programa computacional Image Tool versão 3.0. O ângulo de abertura foi medido a partir das projeções delimitadas tangencialmente às bordas do jato. Para estudo da simetria do jato, mediu-se o ângulo em duas partes em relação ao plano vertical esquerdo e direito, e determinou-se o índice de simetria (IS), dado pela razão entre o ângulo direito e o ângulo esquerdo. O ângulo total das pontas foi calculado pela soma dos ângulos esquerdo e direito.

As análises da população de gotas foram feitas a partir das impressões das gotas recolhidas em etiquetas plásticas da marca Contact, com dimensões de 2,5 por 7,5 cm, seguindo a técnica descrita por Rodrigues (2005). Para melhor contraste, foi utilizado um corante preto hidrossolúvel, dissolvido na calda de pulverização na concentração de 5 ml L<sup>-1</sup>.





**Figura 3** - Modelo de imagem utilizada para determinação do ângulo de abertura das pontas de pulverização

Foram posicionadas cinco etiquetas ao longo da faixa de aplicação, dispostas transversalmente à direção de avanço do pulverizador costal à pressão constante ( $\text{CO}_2$ ). A altura da ponta em relação às etiquetas foi de 50 cm, utilizando as pressões de 100, 200 e 300 kPa a uma velocidade constante de  $4 \text{ km h}^{-1}$ . Após a passagem do pulverizador, as etiquetas foram imediatamente digitalizadas por câmera digital com resolução de 3.1 MP, para posterior análise, no programa computacional Image Tool 3.0. Determinou-se o DMV, DMN e CH.

Para a análise estatística dos dados de população de gotas, vazão e ângulo de abertura total em função da pressão para cada ponta, utilizou-se um delineamento inteiramente casualizado, com cinco repetições. A análise da uniformidade de distribuição volumétrica foi feita utilizando-se um esquema fatorial  $3 \times 3$  (três pressões e três alturas da barra), com cinco repetições em delineamento inteiramente casualizado,. O estudo de simetria do jato foi feito comparando-se o ângulo de abertura do jato esquerdo com o direito,

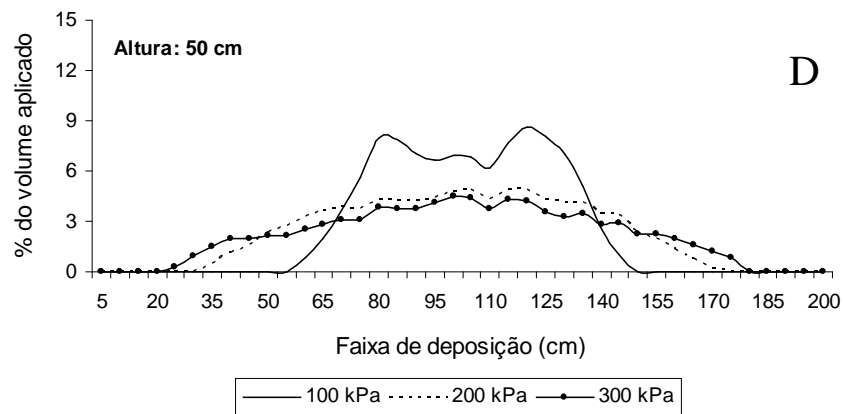
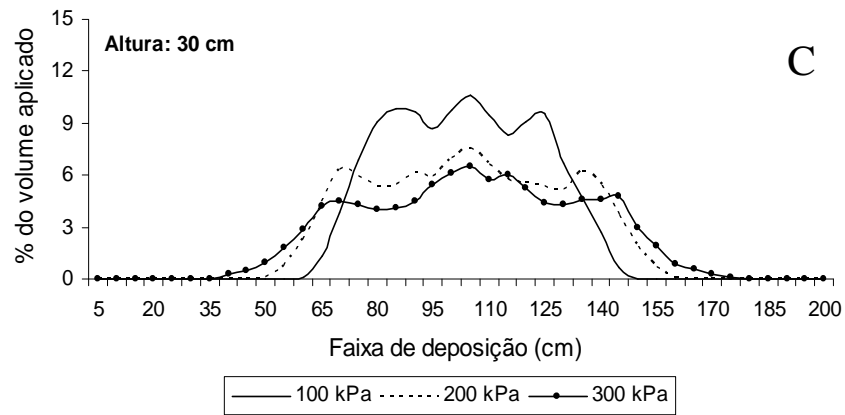
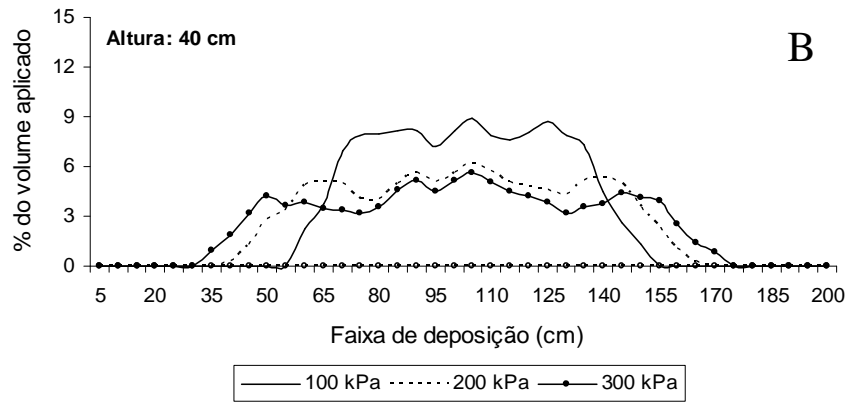
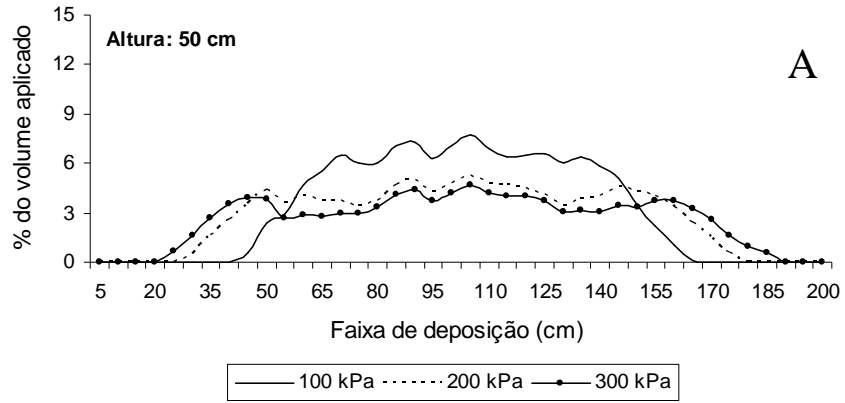
utilizando-se cinco repetições. Adotou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias.

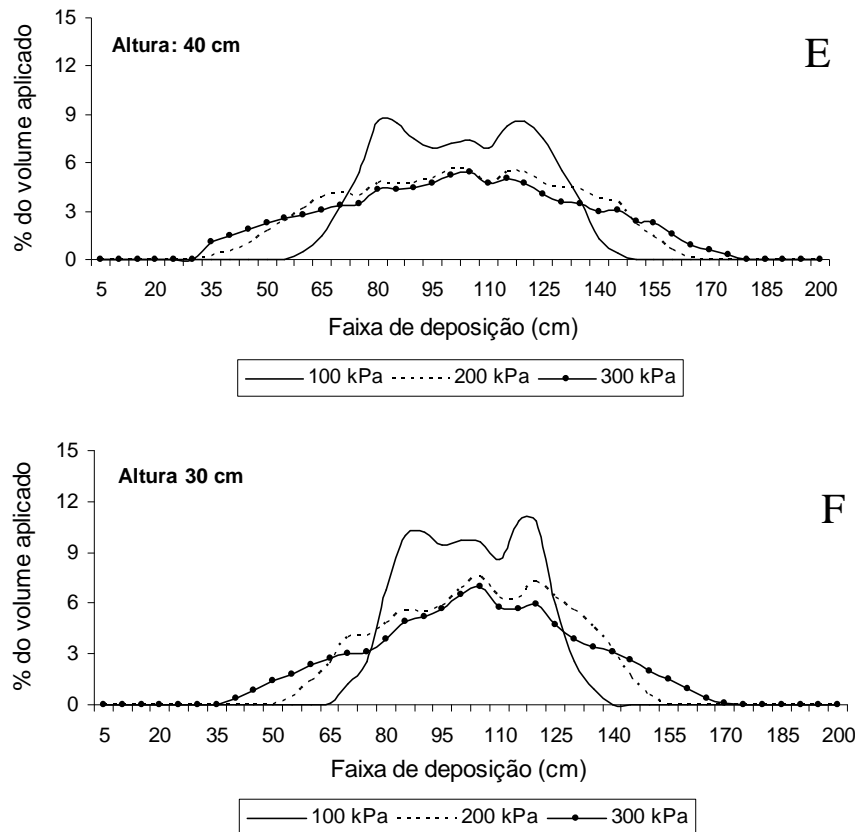
### **3.5 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

As pontas de pulverização proporcionaram perfil dependente de sua vazão nominal, do ângulo de abertura e da altura da barra sobre o alvo (Figura 4). Verifica-se que a pontas LA-1JC em todas as pressões e SR-1 na pressão de 100 kPa, para todas as alturas de barra, proporcionaram perfil de distribuição contínuo, com volume razoavelmente uniforme no centro e quedas bruscas na extremidade. Perfil de distribuição semelhante foi obtido por Freitas et al. (2005), utilizando a ponta TT11002 na pressão de 100 kPa. Segundo Matuo et al. (2001), pontas com esse padrão de distribuição são indicadas para aplicação em faixa, sem haver sobreposição com outras pontas.

Para as pressões de 200 e 300 kPa em todas as alturas de barra, a ponta SR-1 apresentou perfil de distribuição descontínuo, com maior deposição de líquido na parte central, decrescendo gradativamente do centro para as extremidades (Figura 4). Perfil de distribuição semelhante foi obtido por Freitas et al. (2005), trabalhando com a ponta de jato plano TT11002 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa. Pontas com esse padrão de distribuição são recomendadas para trabalhar em barras de pulverização, havendo sobreposição de jatos (Matuo et al., 2001).

À medida que foram aumentadas a pressão e a altura de trabalho, ocorreu alongamento do perfil, com menor concentração de líquido na parte central. Característica semelhante foi encontrada por Cunha & Teixeira (2001), trabalhando com pontas de jato plano 110-SF-02, 02-F-110 e 110-SF-03 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa, e Bauer & Raetano (2004) com as pontas XR 8004 e TP 8004 nas pressões de 200 e 300 kPa.





**Figura 4** - Perfis de distribuição de líquido das pontas LA-1JC (A, B e C) e SR-1 (D, E e F), operando nas pressões de 100, 200 e 300 kPa, a 30, 40 e 50 cm de altura.

As melhores condições de uniformidade ocorreram à medida que se aumentou a altura da barra, promovidas pelo alongamento do perfil individual da ponta de pulverização (Figura 4 A e D) que assegurou melhor deposição nos espaçamentos entre as pontas.

O coeficiente de variação (CV%) oscilou de acordo com o espaçamento entre pontas em todas as condições avaliadas (Tabela 1), por causa do perfil individual irregular da ponta com picos de deposição do líquido na parte central (Figura 4), principalmente para a ponta LA-1JC, devido ao padrão de distribuição contínuo. Os melhores resultados foram obtidos com maior altura de barra e maior pressão de trabalho, porém somente algumas configurações proporcionaram resultados considerados satisfatórios, com CV abaixo de 7%.

Em razão da intensa oscilação do CV (%) encontrado para a ponta LA1-JC (Tabela 1), esta não deve ser utilizada com sobreposição de jatos, sendo utilizada somente para aplicação em faixa.

A ponta SR-1 deve ser usada na aplicação em faixa somente na pressão de 100 kPa. Esse resultado foi influenciado por um menor ângulo de pulverização total na pressão de 100 kPa (Tabela 2) e também pelo maior tamanho de gota (Tabela 3). Segundo Teixeira (1997), pontas que promovem gotas com maior diâmetro apresentam distribuição de calda desuniforme, em comparação com aquelas que produzem gotas de menor diâmetro

A ponta SR-1 apresentou melhores resultados na uniformidade de distribuição (CV menor que 7%) operando em pressões acima de 200 kPa.

**Tabela 1** - Coeficiente de variação (CV%) da uniformidade de distribuição das pontas de pulverização LA-1JC (Coreano) e SR-1 (Japonês) nas pressões de 100, 200 e 300 kPa a 50, 40 e 30 cm de altura de barra, espaçados de 40, 45, 50, 80 e 100 cm na barra de pulverização

Pressão (kPa)	Espaçamento entre pontas (cm)	Coeficiente de variação (CV%)*					
		LA-1JC			SR-1		
		Altura da barra (cm)					
		50	40	30	50	40	30
100	40	9,91	4,54	16,20	20,02	23,59	23,28
	45	7,52	15,6	21,27	27,36	27,73	14,89
	50	3,85	22,48	21,13	28,66	25,44	10,75
	80	17,88	8,33	35,91	27,24	37,27	67,54
	90	10,14	26,60	50,44	43,01	51,15	76,72
	100	9,88	41,48	60,92	54,84	61,56	84,76
200	40	5,33	15,72	14,27	3,99	6,70	5,03
	45	7,64	17,67	4,89	5,12	6,39	9,27
	50	17,27	11,82	10,43	5,13	3,85	14,47
	80	16,62	26,15	15,81	15,75	13,45	18,72
	90	22,91	23,37	14,26	11,60	8,59	34,10
	100	26,41	12,90	29,73	7,23	12,36	46,38
300	40	10,89	4,29	15,66	6,26	4,45	6,08
	45	6,60	15,13	13,15	4,32	4,69	8,22
	50	8,26	22,80	8,56	4,53	8,33	8,65
	80	11,20	15,51	18,84	8,60	7,85	10,87
	90	15,32	17,12	25,91	8,97	9,52	17,15
	100	21,70	27,81	16,60	8,54	10,48	28,49

\* Valores abaixo de 7% são considerados satisfatórios.

Na escolha da pressão de trabalho devem-se levar em conta o grau de cobertura do alvo que se pretende alcançar e os riscos inerentes à deriva

promovidos por condições ambientais adversas, como temperaturas elevadas, baixa umidade relativa do ar e alta intensidade de vento.

Na pressão de 200 kPa, a ponta SR-1 deve ser utilizada no espaçamento de 40 a 50 cm, com altura de barra de 40 a 50 cm, ou no espaçamento de 40 cm e altura de barra de 30 cm. Sob pressão de 300 kPa, essa ponta poderá ser usada no espaçamento de 40 a 50 cm, com altura de barra de 50 cm; no espaçamento de 40 a 45 cm, com altura de barra de 40 cm; e no espaçamento de 40 cm, com altura de barra de 30 cm. A utilização da barra a uma distância de 30 cm do alvo é bastante válida na aplicação de herbicidas não-seletivos em culturas sensíveis, como eucalipto e café, a fim de reduzir problemas inerentes à deriva, contaminação ambiental e danos à saúde do aplicador.

De maneira geral, de acordo com os resultados (Tabela 1), são indicados menores espaçamentos entre pontas de pulverização, pois se verifica distribuição volumétrica mais estável e com menor influência por variações de altura, pressão e na uniformidade de distribuição, corroborando o trabalho de Bauer & Raetano (2004).

A análise de variância da vazão, ângulo de abertura do jato, índice de simetria e população de gotas encontram-se no Anexo B, nas tabelas 1B, 2B, 3B e 4B).

Houve aumento da vazão (Tabela 2) e do ângulo de abertura das pontas com o incremento na pressão (Tabela 3). A vazão da ponta SR-1, nas pressões de 200 e 300 kPa, foi superior à vazão registrada pela ponta LA-1JC, com exceção da pressão de 100 kPa, em que não houve diferença entre as pontas.

**Tabela 2** - Médias de vazão das pontas de pulverização LA-1JC e SR-1 nas pressões de 100, 200 e 300 kPa

Pressão (kPa)	Vazão (L min <sup>-1</sup> )			
	Ponta			
	LA-1JC		SR-1	
100	0,449	A c	0,452	A c
200	0,571	A b	0,557	B b
300	0,684	A a	0,668	B a

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O ângulo total de ambas as pontas aumentou com o incremento na pressão (Tabela 3). A alteração no ângulo interfere na faixa de deposição da ponta; por esse motivo, Cunha (2001) afirma que a ponta deve manter o ângulo o mais constante possível.

O ângulo de abertura dos jatos esquerdo e direito de ambas as pontas, em todas as pressões avaliadas, foi bastante simétrico, resultando em índice de simetria do jato (IS) próximo a um (Tabela 3). Este índice é importante na simetria de deposição de calda, quando avaliado o perfil isolado da ponta e na sobreposição destas.

**Tabela 3** - Médias do ângulo de abertura do jato de pulverização, considerando o lado esquerdo e direito em relação ao plano vertical e índice de simetria do jato (IS) das pontas de pulverização LA-1JC e SR-1 nas pressões de 100, 200 e 300 kPa

Pressão (kPa)	Ângulo de abertura dos jatos (°)						IS	
	Esquerdo		Direito		Total		LA-1JC	SR-1
	LA-1JC	SR-1	LA-1JC	SR-1	LA-1JC	SR-1		
100	54,3 Ab	48,1 Bc	53,4 Ab	47,8 Bc	107,7 Ac	95,9 Bc	0,98	0,99
200	58,2 Aa	57,2 Ab	56,9 Aa	53,8 Bb	115,1 Ab	111 Bb	0,96	0,94
300	61,0 Aa	61,4 Aa	59,3 Aa	57,6 Aa	120,3 Aa	119 Aa	0,97	0,93

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Médias com ausência de letras não são significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade.

Os valores do CH variaram de 3,06 a 4,99 (Tabela 3), indicando que o tamanho de gotas produzido é homogêneo, estando nas condições aceitáveis para pontas de pulverização do tipo leque, que, segundo a recomendação de Carrero (1996) se encontra entre 2 e 5. Essa informação torna-se relevante, pois o risco de as pontas produzirem gotas propensas à deriva é reduzido.

O DMV proporcionado pelas pontas (Tabela 3) permite enquadrar as gotas como extremamente grossas, segundo a classificação da British Crop Protection Council (Doble et al., 1985). Gotas com essa classificação são indicadas para evitar perdas por deriva e volatilização, sendo ideal para aplicação de herbicidas em pré-emergência e herbicidas sistêmicos em pós-emergência, como o glyphosate, nas culturas de eucalipto e café. Entretanto,

dependendo de fatores inerentes à constituição química e física da folha de algumas plantas daninhas, há potencial risco de escorrimento das gotas, interferindo no controle destas.

**Tabela 4** - Médias de diâmetro da mediana volumétrica (DMV), diâmetro da mediana numérica (DMN) e coeficiente de homogeneidade (CH) das pontas LA-1JC e SR-1 submetidas as pressões de 100, 200 e 300 kPa

Pressão (kPa)	DMV ( $\mu\text{m}$ )				DMN ( $\mu\text{m}$ )				CH	
	Ponta				Ponta				Ponta	
	LA-1JC		SR-1		LA-1JC		SR-1		LA-1JC	SR-1
100	1363	A a	1369	A a	272	B a	447	A a	4,99	3,06
200	846	A b	687	Ab	219	A a	216	A b	3,85	3,17
300	677	A b	658	Ab	184	A a	175	A b	3,66	3,75

Médias seguidas de mesmas letras maiúsculas, na linha, e minúsculas, na coluna, não diferem significativamente a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey. Médias com ausência de letras não são significativas entre si pelo teste F a 5% de probabilidade

### 3.6 CONCLUSÕES

Os resultados permitiram as seguintes conclusões:

- A ponta de pulverização LA-1JC deve ser utilizada para aplicação em faixa, sem sobreposição de jatos.
- A ponta SR-1 deve ser utilizada para aplicação em faixa na pressão de 100 kPa e aplicação em área total nas pressões de 200 e 300 kPa, com sobreposição de jatos.
- A uniformidade de distribuição do volume pulverizado é dependente da altura de barra, do espaçamento entre pontas e da pressão de trabalho.
- As pontas apresentam gotas extremamente grossas.
- As pontas LA-1JC e SR-1 são adequadas para aplicação de agrotóxicos que demandem baixa cobertura do alvo e/ou problemas com deriva.



### 3.7 LITERATURA CITADA

BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 22, n. 2, p. 275-284, 2004.

CARRERO, J.M. **Maquinaria para tratamientos fitosanitarios**. Madrid: Mundi-Prensa, 1996. 159p.

CORDEIRO, A.M.C. Como a tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários pode contribuir para o controle de pragas, doenças e plantas daninhas. In: ZAMBOLIM, L. **Manejo integrado: fitossanidade, cultivo protegido, pivô central e plantio direto**. Viçosa-MG: UFV, 2001. p. 683-721.

CROSS, J.V.; WALKLATE, P.J.; MURRAY, R.A.; RICHARDSON, G.M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. **Crop Protection**, v. 20, n. 2, p. 333-343, 2001.

CUNHA, J.P.A.R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

CUNHA, J.P.A.R.; TEIXEIRA, M.M. Características técnicas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 2, p. 344-348, 2001.

DOBLE, S.J.; MATTHEWS, G.A.; RUTHERFORD, I.; SOUTHCORBE E.S.E. A system for classifying hydraulic nozzles and other atomizers into

categories of spray quality. **Brit. Crop Prot. Coun.**, v. 9, n. 1 p. 112-122, 1985.

FREITAS, F.C.L., TEIXEIRA, M.M., FERREIRA, L.R., FERREIRA, F.A., MACHADO, A.F.L. & VIANA, R.G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

HEMPHILL JR., D. D.; MONTGOMERY, M. L. Response of vegetable crops to sub lethal application of 2,4-D. **Weed Sci.**, v. 29, n. 6, p. 632-635, 1981.

ISO – International Organization for Standardization. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: ISO, 1986. 5 p. (ISO 5682/2).

MATTHEWS, G.A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J.M.; LENNÉ, J.M.; WALLER, S.J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.

MATUO, T.; PIO, L. C; RAMOS, H. H.; FERREIRA, L. R. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: **ABEAS - Curso de proteção de plantas**. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.

MILLER, P.C.H.; ELLIS M.C. B. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop protection**. v.19, p. 609-615, 2000.

RODRIGUES, G.J. **Critérios rastreáveis na aplicação de inseticida no controle do bicho mineiro do cafeeiro**. 2005. 108 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2005

TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica.** 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrônomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

TUFFI SANTOS, L.D.; FERREIRA, F.A.; MEIRA, R.M.S.A.; BARROS, N.F.; FERREIRA, L.R.; MACHADO A.F.L. Crescimento e morfoanatomia foliar de eucalipto sob efeito de deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 133-142, 2005.

WOMAC, A.R.; MAYNARD, R.A.; KIRK, I.W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Transactions of the ASAE**, v. 42, n.3, p. 609-616, 1999.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

As pontas de pulverização XR11002, TT11002, TJ60-8002 e TXA-8002 apresentaram deposição de calda nas três posições de amostragem no dossel da soja, porém com diferentes peculiaridades. A ponta TJ60-8002 mostrou-se eficiente em proporcionar densidade de gotas, porcentagem de cobertura e tamanho de gota semelhante no dossel da planta, apresentando ainda cobertura superior no terço inferior da planta, em comparação as demais pontas.

A ponta TT11002 apresentou maior DMV, menor densidade de gotas e cobertura que as demais pontas. As pontas TT11002, XR11002 e TXA-8002 proporcionaram cobertura superior à da ponta TJ60-8002 no terço superior da planta, porém com menor cobertura nos terços médio e inferior. Independentemente da ponta de pulverização utilizada, observou-se que a utilização da menor pressão de trabalho promoveu DMV semelhante nos três terços da planta.

Nos ensaios realizados para caracterização técnica das pontas LA-1JC e SR-1, observou-se que as pontas apresentaram perfil individual dependente da pressão de trabalho utilizada. À pressão de 100 kPa, observa-se que as pontas mostraram perfil de distribuição contínuo, indicado para aplicação em faixa, sem sobreposições de jatos. Na pressão de 200 kPa, as pontas apresentaram perfil de distribuição descontínuo, sendo ideal para aplicação em área total, com sobreposição de jatos.

A distribuição volumétrica das pontas mostrou melhores resultados nas pressões de 200 e 300 kPa, com maior altura de barra e menor espaçamento entre pontas. O ângulo de abertura dos jatos, a vazão e o tamanho de gotas de ambas as pontas aumentaram com o incremento na pressão. O tamanho de gotas obtido (DMV) se enquadra na classificação de extremamente grossas. O coeficiente de homogeneidade das gotas está adequado para pontas de pulverização de jato plano (menor que 5).

## **5. CONCLUSÃO FINAL**

As pontas de pulverização XR11002, TT11002 e TXA-8002 devem ser utilizadas para aplicação de agrotóxicos quando o alvo se encontra no terço superior da planta de soja. Já a ponta TJ60-8002 deve ser usada na aplicação de agrotóxicos quando o alvo se encontra no terço inferior da planta de soja, em condições climáticas adequadas.

As pontas de pulverização LA-1JC e SR-1 são eficientes na aplicação tanto em faixa (sem sobreposição de jatos) quanto em área total (com sobreposição de jatos). Ambas as pontas apresentam melhor uniformidade de distribuição quanto maior o aumento na altura de barra, menor o espaçamento entre pontas e maior a pressão de trabalho. As pontas proporcionam gotas extremamente grossas.

## **6. ANEXOS**

## ANEXO A

**Tabela 1A** - Análise de variância do diâmetro da mediana volumétrica das pontas de pulverização XR11002, TT11002, TXA-8002 e TJ60-8002, submetidas as pressões de 276, 552 e 827 kPa

FV	GL	SQ	QM
Repetição	3	26075,09	8691,696
Altura	2	328591,5	164295,7**
Ponta	3	942564,3	314188,1**
Altura x Ponta	6	134591,8	22431,96*
Pressão	2	26319,14	13159,57 <sup>ns</sup>
Pressão x Ponta	6	73934,82	12322,47 <sup>ns</sup>
Altura x Pressão	4	147572,5	36893,13**
Altura x Pressão x Ponta	12	169978,8	14164,90 <sup>ns</sup>
Resíduo	99	920928,8	9302,311
CV(%)	23		

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 2A** - Análise de variância da porcentagem de cobertura proporcionada pelas pontas de pulverização XR11002, TT11002, TXA-8002 e TJ60-8002, submetidas as pressões de 276, 552 e 827 kPa

FV	GL	SQ	QM
Repetição	3	50,92189	16,97396
Altura	2	1922,238	961,1189**
Ponta	3	24,20764	8,069213 <sup>ns</sup>
Altura x Ponta	6	657,5662	109,5944**
Pressão	2	55,46521	27,73260 <sup>ns</sup>
Pressão x Ponta	6	489,8905	81,64841*
Altura x Pressão	4	230,1331	57,53327 <sup>ns</sup>
Altura x Pressão x Ponta	12	655,6549	54,63790 <sup>ns</sup>
Resíduo	99	2845,803	28,74549
CV(%)	56		

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 3A** - Análise de variância da densidade de gotas  $\text{cm}^{-2}$  proporcionadas pelas pontas de pulverização XR11002, TT11002, TXA-8002 e TJ60-8002, submetidas às pressões de 276, 552 e 827 kPa

<b>FV</b>	<b>GL</b>	<b>SQ</b>	<b>QM</b>
Repetição	3	1537,303	512,4344
Altura	2	80395,79	40197,90 <sup>ns</sup>
Ponta	3	64500,99	21500,33 <sup>ns</sup>
Altura x Ponta	6	31462,69	5243,782**
Pressão	2	24797,54	12398,77**
Pressão x Ponta	6	16744,91	2790,818*
Altura x Pressão	4	3948,804	987,2011 <sup>ns</sup>
Altura x Pressão x Ponta	12	14519,54	1209,961 <sup>ns</sup>
Resíduo	99	150513,6	1520,340
CV(%)	38		

\*\* e \* Significativo a 1% e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.



## ANEXO B

**Tabela 1B** - Análise de variância das médias de vazão das pontas de pulverização LA-1JC e SR-1

FV	GL	SQ	QM
Ponta de pulv.	1	1302,004	1302,004**
Pressão	2	508961,6	254480,8**
Ponta X pressão	2	1144,427	27,64398**
Resíduo	45	1060,219	23,56042
CV(%)	0,861		

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 2B** - Análise de variância das médias de diâmetro da mediana volumétrica (DMV) das pontas LA-1JC e SR-1 submetidas às pressões de 100, 200 e 300 kPa.

FV	GL	SQ	QM
Ponta	1	19635,49	19635,49**
Pressão	2	2283891,0	1141946**
Ponta X Pressão	2	31944,24	15972,12**
Resíduo	15	1038375	69224,98**
CV(%)	28,176		

\*\* Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 3B** - Análise de variância das médias de diâmetro da mediana numérica (DMN) das pontas LA-1JC e SR-1 submetidas às pressões de 100, 200 e 300 kPa.

FV	GL	SQ	QM
Ponta	1	30042,76	30042,76*
Pressão	2	104140,3	52070,14*
Ponta X Pressão	2	70819,18	35409,59*
Resíduo	15	88807,44	5920496*
CV(%)	31,459		

\* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

**Tabela 4B** - Análise de variância das médias do coeficiente de homogeneidade (CH) das pontas LA-1JC e SR-1 submetidas às pressões de 100, 200 e 300 kPa.

FV	GL	SQ	QM
Ponta	1	11,22187	11,22187 <sup>ns</sup>
Pressão	2	43,43893	21,71947 <sup>ns</sup>
Ponta X Pressão	2	15,90579	7,952893 <sup>ns</sup>
Resíduo	15	61,35831	4,090554
CV(%)	42,066		

<sup>ns</sup> Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.