

# CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO LA-1JC E SR-1<sup>1</sup>

## *Technical Characteristics of LA-1JC and SR-1 Spray Nozzles*

VIANA, R.G.<sup>2</sup>, FERREIRA, L.R.<sup>3</sup>, TEIXEIRA, M.M.<sup>4</sup>, CECON, P.R.<sup>5</sup>, FREITAS, F.C.L.<sup>6</sup>, QUIRINO, A.L.S.<sup>7</sup> e SANTOS, M.V.<sup>8</sup>

RESUMO - Objetivou-se neste trabalho avaliar as características técnicas das pontas de pulverização tipo espuma LA-1JC e SR-1, sob diferentes pressões de trabalho e altura de barra de pulverização. Avaliaram-se, 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 os ângulos de abertura 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. Nas pressões de 200 e 300 kPa a ponta SR-1 apresentou perfil de distribuição descontínuo. Ambas as pontas apresentaram 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 em ambas as pontas. O espectro de gotas obtido é adequado para aplicação de herbicidas sistêmicos em pós-emergência e para 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.

*ABSTRACT - This study aimed to evaluate the technical characteristics of LA-1JC and SR-1 skim nozzles, at different pressures and spray boom heights. Each nozzle distribution profile, volumetric distribution quotient in one spray boom, rate, volumetric median diameter (VMD), numeric median diameter (NMD), coefficient of homogeneity, nozzle symmetry index and left, right and total opening angles were evaluated at 100, 200, and 300 kPa. Nozzles showed continuous profile at 100 kPa for SR-1 nozzle and at all pressures for LA-1JC nozzle. The SR-1 nozzle showed discontinuous distribution profile at pressures 200 and 300 kPa. The best profile for both nozzles was verified when nozzles were smaller, and pressures and boom height were higher. Increased opening angle and rate were observed with increased pressure in both nozzles. The drop spectrum obtained is adequate to systemic herbicide application in post-emergence and to herbicide applied in pre-emergence. LA-1JC at 100 kPa and SR-1 at all pressures should not be used in nozzle overlapping at 100 kPa.*

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

---

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 5.6.2006 e na forma revisada em 27.2.2007.

<sup>2</sup> Eng.-Agr., M.S., Doutorando em Fitotecnia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – DFT/UFV, 36570-000 Viçosa-MG, Bolsista CNPq, <rafaelgomesviana@yahoo.com.br>; <sup>3</sup> Prof. Associado – DFT/UFV; <sup>4</sup> Prof. do Dep. de Engenharia Agrícola – DEA/UFV; <sup>5</sup> Prof. do Dep. de Informática – DPI/UFV; <sup>6</sup> Prof. de Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-árido/UFERSA; <sup>7</sup> Graduando do curso de Agronomia – UFV; <sup>8</sup> Doutoranda em Zootecnia da UFV.



## 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 da calda (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 pelo 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 européia 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 do espectro 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 o espectro 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. No entanto, em condições

climáticas adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento, aumenta-se o risco de contaminação ambiental por deriva. Por outro lado, 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 terminar no solo (Teixeira, 1997).

Com o intuito de minimizar problemas por deriva e o escorrimento de calda na folha, têm sido indicadas as 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, e 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 do produto que está sendo aplicado.

As pontas de ar induzido LA-1JC (Coreano) e SR-1 (Japonês) vêm sendo comumente utilizadas na aplicação de herbicidas sistêmicos e não-seletivos, como o glyphosate, em cafezais, eucaliptais e em frutíferas em geral, 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 que se refere 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 objetivo de fornecer subsídios para correta seleção dessas pontas de pulverização.

## 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).

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).

Na determinação dos perfis de distribuição utilizou-se uma barra porta-bicos sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas em V, separadas entre si em cinco centímetros, padronizada 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 coletou-se o líquido em provetas graduadas, alinhadas com cada canaleta ao longo da faixa de deposição. Com base nos volumes médios coletados, 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, conforme proposto 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.

A determinação do ângulo do jato foi feita por meio de imagens frontais das pontas de pulverização obtidas com câmera digital com resolução de 3.1 Mega Pixel (MP), 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 do espectro 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 corante preto hidrossolúvel, dissolvido em calda de pulverização na concentração de 5 mL L<sup>-1</sup>.

Foram posicionadas cinco etiquetas ao longo da faixa de aplicação, dispostas transversalmente à direção de avanço do pulverizador costal, em pressão constante, mantida por CO<sub>2</sub> comprimido. 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 km h<sup>-1</sup>. 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. Determinaram-se o DMV, DMN e CH.

Para análise estatística dos dados de espectro 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 esquema fatorial 3 x 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 do direito, utilizando-se cinco repetições. Adotou-se o teste de Tukey a 5% para comparação das médias.

## 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 1). Verificou-se que as 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 1). Perfil de distribuição semelhante foi obtido por Freitas et al. (2005),

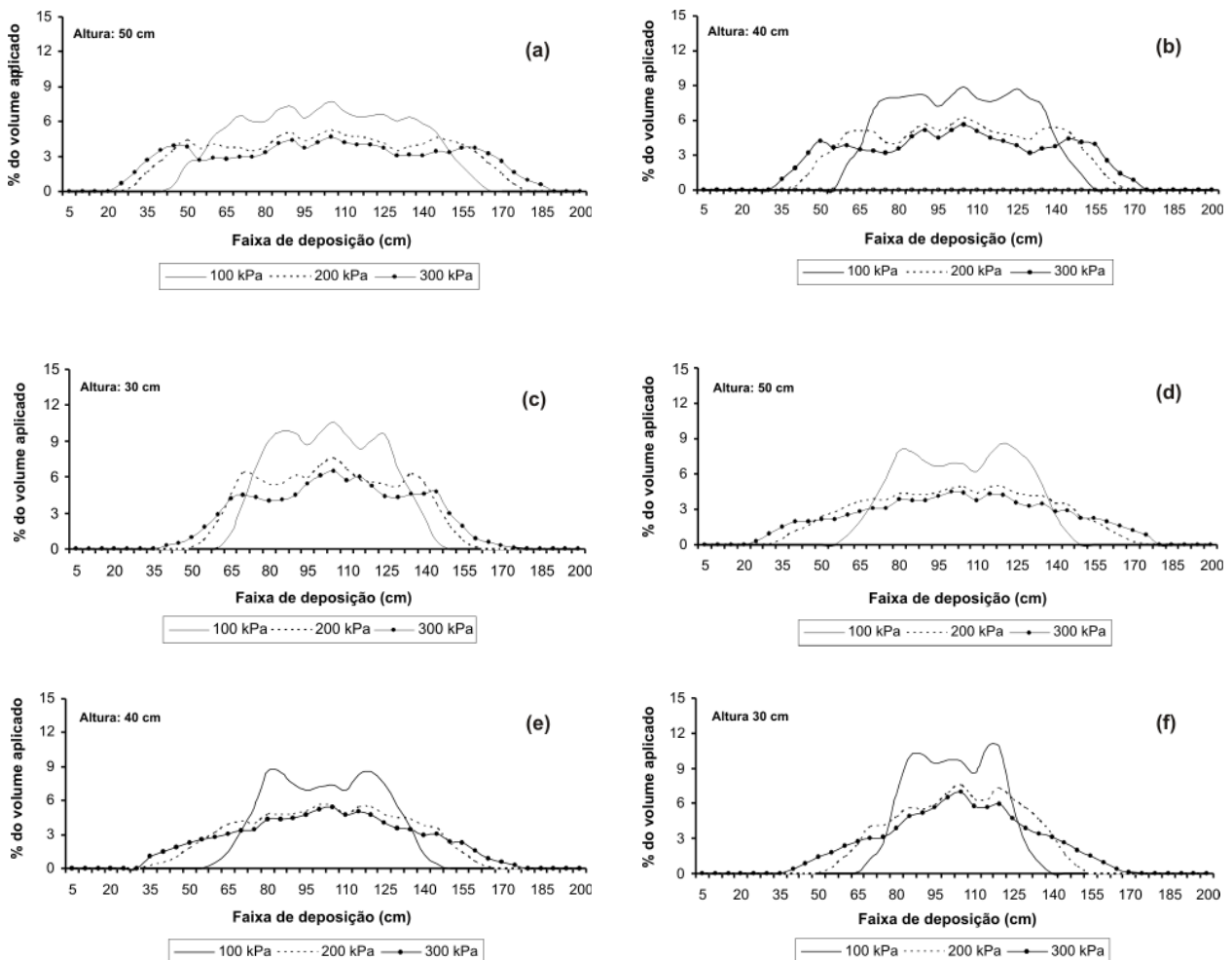


trabalhando com a ponta de jato plano TT11002 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa. Pontas com esse padrão de distribuição são recomendadas para pulverização em área total, havendo sobreposição de jatos (Matuo et al., 2001).

À medida que se aumentou 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. O alongamento no perfil,

favorecido por maior pressão e altura de barra, melhora a uniformidade de distribuição ao longo da barra, porém aumentam os riscos de deriva proporcionados por redução no tamanho de gotas e maior distância percorrida da gota até o alvo.

Melhor uniformidade ocorreu à medida que se aumentou a altura da barra, promovida pelo alongamento do perfil individual da ponta de pulverização (Figura 1), que assegurou melhor deposição nos espaçamentos entre as pontas; contudo a utilização de maior altura de barra pode ocasionar riscos à deriva, como já comentado anteriormente, sendo necessário avaliar as condições climáticas para escolha da altura de barra.



**Figura 1** - Perfis de distribuição de líquido das pontas LA-1JC (a, b, c) e SR-1 (d, e, f), operando nas pressões de 100, 200 e 300 kPa, a 30, 40 e 50 cm de altura em relação ao alvo.

O coeficiente de variação (CV%) oscilou de acordo com o espaçamento entre pontas em todas as condições avaliadas (Tabela 1), o que pode ser atribuído ao perfil individual irregular da ponta com picos de deposição do líquido na parte central (Figura 1), 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%, conforme adotado por países da União Européia (Cordeiro, 2001).

Devido à intensa oscilação do CV (%) encontrado para a ponta LA1-JC (Tabela 1), esta não deve ser utilizada com sobreposição de jatos, e sim, apenas, na aplicação em faixa.

A ponta SR-1 deve ser usada na aplicação em faixa somente à pressão de 100 kPa. Esse resultado foi influenciado por um menor

ângulo de pulverização total na pressão de 100 kPa (Tabelas 2 e 3) e também pelo maior tamanho de gota (Tabela 4). Segundo Teixeira (1997), pontas que promovem gotas com maior diâmetro apresentam distribuição de calda desuniforme em comparação àquelas 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).

Na escolha da pressão de trabalho deve-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 velocidade de vento.

Na pressão de 200 kPa, a ponta SR-1 deve ser utilizada com espaçamento entre pontas de 40, 45 e 50 cm na altura de barra de 40 e

**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.



50 cm, e com espaçamento entre pontas de 40 cm na 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 dirigida de herbicidas não-seletivos em culturas sensíveis, como eucalipto, café e frutíferas, a fim

de reduzir problemas inerentes à deriva, a contaminação ambiental e os 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 das variações de altura, pressão e na uniformidade de distribuição, corroborando o trabalho de Bauer & Raetano (2004).

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 registrada pela ponta LA-1JC, com exceção da pressão de 100 kPa, em que não houve diferença entre as pontas. Portanto, o volume de calda aplicado para uma mesma área e mesma velocidade de deslocamento será superior para ponta SR-1 nas pressões de 200 e 300 kPa.

**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 Ac	0,452 Ac
200	0,571 Ab	0,557 Bb
300	0,684 Aa	0,668 Ba

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

**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.

**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 às pressões de 100, 200 e 300 kPa

Pressão (kPa)	DMV (µm)		DMN (µm)		CH	
	Ponta		Ponta		Ponta	
	LA-1JC	SR-1	LA-1JC	SR-1	LA-1JC	SR-1
100	1.363 Aa	1.369 Aa	272 Ba	447 Aa	4,99	3,06
200	846 A b	687 Ab	219 Aa	216 Ab	3,85	3,17
300	677 A b	658 Ab	184 Aa	175 Ab	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.

Em comparação a outras pontas de pulverização com indução de ar, como: TTI 110015, AI 95015EVS, AVI 110015 e AVI 11001, verifica-se que as pontas SR-1 e LA-1JC apresentam vazão superior, tendo com consequência maior volume de calda quando utilizada mesma área pulverizada e velocidade de deslocamento. No entanto, as demais características técnicas devem ser analisadas conjuntamente para eficiente escolha da ponta de pulverização.

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 & Teixeira (2001) relatam 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). Esse índice é importante na simetria de deposição de calda, quando avaliado o perfil isolado da ponta e na sobreposição delas.

Os valores do CH variaram de 3,06 a 4,99 (Tabela 4), 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 4) permite enquadrar as gotas como extremamente grossas, conforme 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.

De acordo com as características técnicas avaliadas neste trabalho, as pontas LA-1JC e SR-1 são importantes ferramentas para

aplicação de defensivos agrícolas em áreas em que haja possíveis problemas por deriva.

## 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. 159 p.

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: Universidade Federal de Viçosa, 2001. p. 683-721.

CROSS, J. V. et al. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer: 2. Effects of spray quality. **Crop Protec.**, 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. **R. Bras. Eng. Agríc. Amb.**, v. 5, n. 2, p. 344-348, 2001.

DOBLE S. J. et al. A system for classifying hydraulic nozzles and other atomizers into categories of spray quality. **Brit. Crop Prot. Council**, v. 9, n. 1 p. 112-122, 1985.

FREITAS, F. C. L. et al. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo teejet 11002 em diferentes condições operacionais. **Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION – ISO. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: 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. et al. 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 Protec.**, 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.** 1997. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.

WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Trans. Am. Soc. Agric. Eng.**, v. 42, n. 3, p. 609-616, 1999.