

# DISTRIBUIÇÃO VOLUMÉTRICA E ESPECTRO DE GOTAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DE BAIXA DERIVA<sup>1</sup>

## *Volumetric Distribution and Droplet Spectrum by Low Drift Spray Nozzles*

VIANA, R.G.<sup>2</sup>, FERREIRA, L.R.<sup>3</sup>, FERREIRA, M.C.<sup>4</sup>, TEIXEIRA, M.M.<sup>5</sup>, ROSELL, J.R.<sup>6</sup>, TUFFI SANTOS, L.D.<sup>7</sup> e MACHADO, A.F.L.<sup>8</sup>

RESUMO - Objetivou-se neste trabalho avaliar a distribuição volumétrica e o espectro de gotas das pontas de pulverização de baixa deriva TTI110015, AI110015 e AVI11001 sob diferentes condições operacionais. A distribuição volumétrica foi determinada em bancada de ensaios padronizada analisando o coeficiente de variação (CV%) de uma barra simulada em computador, utilizando pressões de 200, 300 e 400 kPa, altura de 30, 40 e 50 cm em relação à bancada e espaçamento entre pontas de 40 a 100 cm. O espectro de gotas foi produzido utilizando-se apenas água como calda em um analisador de partículas em meio aquoso, nas pressões de 200, 300 e 400 kPa. Foram avaliados o DMV, a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 µm (%100 µm) e a amplitude relativa (AR). As pontas proporcionaram perfil descontínuo nas pressões de 300 e 400 kPa e uniforme a 200 kPa. Na pressão de 200 kPa, as pontas foram adequadas apenas para aplicação em faixa, e a 300 e 400 kPa, apenas para área total. Ocorreu menor CV (abaixo de 7%) com a maior pressão de trabalho e menor espaçamento entre pontas. À medida que se aumentou a pressão de trabalho, reduziu-se o DMV. As pontas TTI110015 e AI110015 em todas as pressões e a ponta AVI11001 na pressão de 200 kPa produziram gotas extremamente grossas e gotas grossas nas pressões de 300 e 400 kPa apenas para a ponta AVI11001. As pontas proporcionaram baixos valores de amplitude relativa (AR) e gotas de tamanho uniforme, bem como produziram baixa porcentagem de gotas menores que 100 µm, principalmente TTI110015 e AI110015, com menor risco de deriva.

**Palavras-chave:** bico com indução de ar, barra de pulverização, tecnologia de aplicação, deriva.

*ABSTRACT - This study aimed to evaluate the distribution profile and droplet spectra of low drift spray nozzles TTI110015, AI110015 and AVI11001 under different operational conditions. The volumetric distribution was determined on a test table (patternator), by analyzing the coefficient of variation (CV) of a computer simulated spraying boom at pressures 200, 300 and 400 kPa, height of 30, 40 and 50 cm in relation to the patternator and nozzle spacing from 40 to 100 cm. Volumetric Median Diameter (VMD), span (A.R.) and percentage of droplets below 100 µm (% 100 µm) diameter, at pressures 200, 300 and 400 kPa were evaluated. Nozzles were adequate at pressure 200 kPa only for band application and at pressures 300 and 400 kPa only for total area application. Satisfactory CV (under 7%) was obtained, when highest pressure and lowest space between nozzles were applied. Droplet size (VMD) was reduced as pressure was increased. Nozzles TTI110015 and AI110015 at all pressures and nozzle AVI11001, at 200 kPa, presented extra coarse droplets and coarse droplets with AVI11001 at pressures 300 and 400 kPa. Nozzles AI and TTI presented more uniform droplet size at the highest pressure than nozzle AVI, considering the span value. Nozzles presented a low percentage of droplets below % 100 µm, especially nozzles TTI110015 and AI110015, with reduced drift risk.*

**Keywords:** air induction nozzle, spraying boom, application technology, drift.

<sup>1</sup> Recebido para publicação em 21.2.2010 e na forma revisada em 15.6.2010.

<sup>2</sup> Doutorando em Fitotecnia da Universidade Federal de Viçosa – DFT/UFV, bolsista do CNPq. Avenida PH Holfs, SN. Bairro Centro, <rafaelgomesviana@yahoo.com.br>; <sup>3</sup> Professor, Dr., do Dep. de Fitotecnia, DFT/UFV; <sup>4</sup> Professor, Dr., do Dep. de Fitossanidade – UNESP/Jaboticabal; <sup>5</sup> Professor, Dr., Dep. de Engenharia Agrícola, DEA/UFV; <sup>6</sup> Professor, Dr., da Universitat de Lleida-Espanha; <sup>7</sup> Professor, Dr., do Instituto de Ciências Agrárias, UFMG; <sup>8</sup> Bolsista do Programa Nacional de Pós-Doutorado, Universidade Federal do Tocantins – UFT.



## INTRODUÇÃO

Uma correta 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, minimizando impactos ao ambiente (Matthews, 2002).

As pontas de pulverização são consideradas os principais componentes da pulverização hidráulica, pois promovem características que asseguram melhor segurança e efetividade no controle de pragas, doenças e plantas daninhas. O sucesso na aplicação de agrotóxico ocorre quando se dispõe de pontas de pulverização que propiciem distribuição transversal uniforme, espectro de gotas semelhante e de tamanho adequado (Cunha, 2003).

É provável que a distribuição uniforme de um determinado diâmetro e o número de gotas possibilitem o sucesso da operação, mesmo que se utilize a aplicação em volume baixo. Nesse caso, cresce a importância de se conhecer a melhor combinação de densidade e diâmetro de gotas, volume e concentração de ingrediente ativo na calda, para as principais pragas, cujo controle é realizado via pulverização (Ferreira, 2003).

A uniformidade de distribuição volumétrica das gotas da calda é uma característica que serve de referência para verificar a distribuição do ingrediente ativo no alvo. Essa uniformidade é diretamente alterada pelo espaçamento entre pontas, pressão de trabalho, altura da barra em relação ao alvo e ângulo de abertura do jato das pontas de pulverização. A uniformidade da distribuição é aferida pelo coeficiente de variação da sobreposição da deposição de um conjunto de pontas em uma barra (Bauer & Raetano, 2004). A uniformidade de distribuição preconizada pela norma UNE-EN 12761:2 (2002) estabelece que o coeficiente de variação (CV%) da sobreposição de jatos seja menor que 7% quando utilizados altura, espaçamento e pressão recomendados pelo fabricante e de até 9% em configuração distinta.

Distribuição desuniforme de calda, abaixo do volume mínimo exigido, produz controle insuficiente, e quantidades acima causam perdas financeiras, intoxicação nas culturas e danos ao ambiente (Cordeiro, 2001).

A determinação do espectro de gotas produzidas pelas pontas de pulverização é imprescindível para a aplicação de herbicidas. A partir dessa informação, efetua-se a escolha da ponta de acordo com o potencial de deriva, as características do herbicida e os riscos de volatilização e escorrimento de calda nas folhas das 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.

Em condições climáticas ótimas, gotas de pequeno diâmetro proporcionam maior densidade de gotas depositadas sobre o alvo. Contudo, aumenta-se o risco de contaminação ambiental por deriva em condições adversas, como temperatura elevada, baixa umidade relativa do ar e alta velocidade de vento (Cross et al., 2001). 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 terminar no solo (Teixeira, 1997).

Os parâmetros de maior importância para a determinação da população de gotas são o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$ . Essas características conjuntamente definem o potencial de deriva de gotas, a homogeneidade de gotas e o tamanho característico das gotas produzidas por um determinado bico de pulverização. Quanto maior o valor da amplitude relativa (AR), maior é a faixa de tamanho das gotas pulverizadas. Espectro de gotas homogêneo tem valor de amplitude relativa que tende a zero. Os valores de DMV e amplitude relativa devem ser analisados conjuntamente para a caracterização da pulverização. Isoladamente, o DMV é um valor de referência e não determina a dispersão dos dados em torno do valor.

A deriva de herbicidas não seletivos em plantações de culturas sensíveis pode resultar em intoxicações e danos às plantas cultivadas, afetar negativamente as características produtivas e reduzir a produtividade da cultura. Tuffi Santos et al. (2007) relatam mudanças no crescimento e na morfoanatomia foliar

em mudas de eucalipto submetidas à deriva de glyphosate, além de redução do potencial produtivo com sintomas acima de 30% de intoxicação. Rigoli et al. (2008) observaram danos no desenvolvimento e crescimento em plântulas de beterraba e cenoura; efeito similar foi observado em tomate (Figueredo et al., 2007) e em maracujazeiro-amarelo (Wagner Júnior et al., 2008), todos por efeito da deriva de glyphosate.

Com o intuito de reduzir a deriva de gotas de herbicidas não seletivos, recomendam-se pontas de pulverização com indução de ar para aplicações de herbicidas sistêmicos em pós-emergência. Essas pontas também são recomendadas para qualquer herbicida aplicado diretamente ao solo e em pré-emergência (Viana, 2007).

Um dos problemas de pontas de pulverização com indução de ar é que diversas das ofertadas no mercado não possuem informações sobre a população e tamanho de gotas produzidas, o risco potencial de deriva e a distribuição volumétrica. Segundo Viana et al. (2007), essas informações são indispensáveis para a escolha correta da ponta a fim de se obter maior capacidade operacional, eficiência na cobertura do alvo e menor risco ambiental.

Objetivou-se neste trabalho avaliar a distribuição volumétrica e o espectro de gotas das pontas de pulverização de baixa deriva TTI110015, AI110015 e AVI11001, sob diferentes condições operacionais.

## MATERIAL E MÉTODOS

A avaliação da distribuição volumétrica foi realizada no Centre de Mecanització Agrària de la Generalitat de Catalunya, no campus Universitário da Universitat de Lleida - Espanha, utilizando as pontas TTI110015, AI110015 e AVI11001.

Os perfis de distribuição foram determinados utilizando-se uma barra porta-bicos sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas em V, separadas entre si em 5 cm, padronizadas de acordo com a norma ISO 5682/1 (ISO, 1986).

Foram utilizadas 10 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 software (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 200, 300 e 400 kPa. Foram simulados espaçamentos entre pontas de 40, 45, 50, 80, 100 e 120 cm.

Por ocasião da análise do perfil de distribuição volumétrica, foi realizada a coleta de líquido de cada ponta em 60 segundos, para se avaliar a vazão. Os dados de vazão serviram para calcular o volume de calda gasto em uma situação hipotética com deslocamento de  $3 \text{ km h}^{-1}$  e altura de 50 cm do alvo.

A análise da população de gotas foi realizada no Laboratório de Análise de Partículas (LAPAR) da Universidade Estadual Paulista, campus de Jaboticabal, com o equipamento Mastersizer S Malvern Instruments Ltd., por difração da luz laser, utilizando apenas a água como líquido pulverizado.

Foram utilizadas cinco pontas de pulverização selecionadas ao acaso em um lote de 10, representando cada ponta uma repetição, em um delineamento inteiramente casualizado.

O feixe laser foi posicionado a 350 mm abaixo da ponta de pulverização, para se analisar em duas dimensões através do plano horizontal. Cada ponta foi instalada em um transportador radial, o que permitiu que o jato pulverizado passasse transversalmente através do feixe luminoso em três segundos. Foram utilizadas as pressões de 200, 300 e 400 kPa, proporcionadas por meio de um pulverizador pressurizado a ar comprimido (pressão constante). Foram determinados o diâmetro da mediana volumétrica (DMV), a amplitude relativa (AR) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$ .

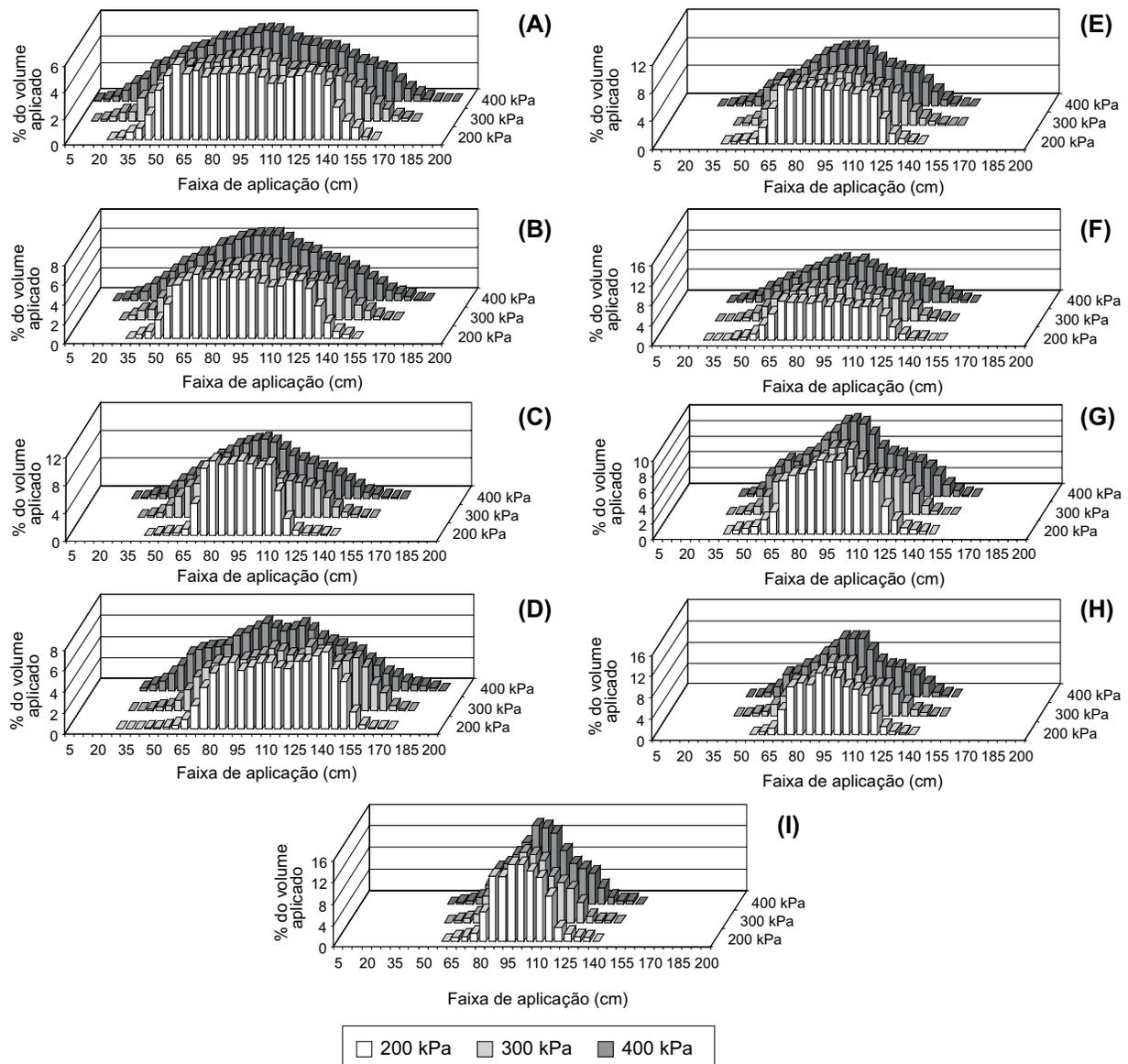


A análise da distribuição volumétrica das pontas de pulverização foi realizada pelo cálculo do coeficiente de variação (CV %) da sobreposição dos jatos; os dados de espectro de gotas e vazão foram submetidos à ANOVA, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

As pontas avaliadas nas pressões de 300 e 400 kPa proporcionaram perfis de distribuição

descontínuos, com maior acúmulo de líquido na parte central e decréscimo gradual nas extremidades (Figura 1). Pontas com esse perfil de distribuição são indicadas para aplicação em área total, com sobreposição de jatos (Matuo et al., 2001). Na pressão de 200 kPa, observa-se perfil de distribuição uniforme, com depósito de líquido semelhante na parte central e decréscimo abrupto nas extremidades. Pontas com esse perfil são indicadas para aplicação em faixa, sem a sobreposição de jatos (Matuo et al., 2001).



**Figura 1** - Perfis de distribuição das pontas TTI110015 a 50 (A), 40 (B) e 30 cm de altura (C), AI110015 a 50 (D), 40 (E) e 30 cm de altura (F) e AVI11001 a 50 (G), 40 (H) e 30 cm de altura (I), operando nas pressões de 200, 300 e 400 kPa.

Comportamentos semelhantes foram verificados por Viana et al. (2007) e Freitas et al. (2005), ao avaliarem o perfil de distribuição de pontas de jato plano. Na menor pressão avaliada (100 kPa) esses autores constataram perfis uniformes, com maiores CV(%) quando da sobreposição de jato das pontas. Esse comportamento é explicado em razão do menor ângulo do jato na pressão utilizada, o que resulta em menor faixa de aplicação e menor deslocamento das gotas para as extremidades. Por outro lado, com o incremento na pressão aumenta-se a faixa de aplicação e há maior deslocamento das gotas para as extremidades, devido ao aumento no ângulo do jato e redução no tamanho de gotas.

A faixa de aplicação, em todas as situações, foi reduzida na menor altura de barra em relação ao alvo.

Para a uniformidade de distribuição ao longo da barra, verifica-se que apenas a ponta TTI110015 a 50, 40 e 30 cm de altura e espaçamento entre pontas de 50, 40 e 45 cm, respectivamente, é indicada para aplicação em área total a 200 kPa (Tabela 1). No entanto, se houver variações na altura da barra

(trepidação), a distribuição proporcionada por essa ponta, nessas condições, pode se tornar desuniforme. Variações na altura da barra são muito comuns em aplicações em florestas de eucalipto, devido à irregularidade do terreno ou a obstáculos como tocos e resíduos, da cultura anterior. O alto CV da sobreposição dos jatos deve-se ao perfil de distribuição individual das pontas, que não favorece a sobreposição de jatos.

Na pressão de 300 kPa (Tabela 1), a ponta TTI110015 pode ser utilizada nos espaçamentos entre pontas de 45 e 50 cm em todas as alturas avaliadas. Destacam-se as alturas de 40 e 30 cm como uma maneira de reduzir a deriva de gotas sem, contudo, influenciar a distribuição de calda no alvo.

A ponta AI110015 a 300 kPa (Tabela 1) proporcionou distribuição uniforme a 50 cm do alvo no espaçamento entre pontas de 50 cm; na altura de 40 cm e espaçamento de 40 cm; e na altura de 30 cm com espaçamento de 45 cm. Para ponta AVI11001 na mesma pressão, é recomendado espaçamento entre pontas de 45 e 50 cm na altura de 50 cm e espaçamento entre pontas de 45 cm na altura de 40 cm.

**Tabela 1** - Coeficiente de variação (CV%) do perfil de distribuição das pontas de pulverização TTI 110015, AI 110015 e AVI 11001 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa a 50, 40 e 30 cm de altura de barra, espaçados em 40, 45, 50, 80, 90 e 100 cm na barra de pulverização

Pressão (kPa)	Espaçamento entre pontas (cm)	Coeficiente de Variação (CV%)*								
		TTI 110015			AI 110015			AVI 11001		
		Altura da barra (cm)								
		50	40	30	50	40	30	50	40	30
200	40	13	4	15	8	18	14	11	15	17
	45	9	8	5	15	21	20	14	9	29
	50	4	16	13	24	22	22	14	10	40
	80	26	8	63	10	34	24	38	62	86
	90	18	16	90	12	56	46	60	88	109
	100	23	31	92	39	65	55	67	90	112
300	40	39	37	37	11	5	37	57	56	56
	45	5	7	2	10	8	4	5	6	12
	50	7	4	6	7	12	8	3	10	17
	80	14	11	12	19	14	10	21	39	66
	90	15	9	25	14	32	24	35	59	86
	100	12	11	37	12	46	37	49	67	92
400	40	50	47	47	2	8	48	73	71	70
	45	1	3	5	3	6	5	12	6	10
	50	3	5	3	4	5	4	7	10	16
	80	6	5	11	6	13	10	19	39	58
	90	7	6	20	6	21	19	27	59	76
	100	9	9	30	9	34	29	37	67	83

\* Valores abaixo de 7% são considerados satisfatórios.



As poucas opções de configurações de espaçamento entre pontas e altura de barra para essas pontas podem estar relacionadas ao menor ângulo de pulverização. Isso ocorre, provavelmente, devido ao mecanismo de a ponta perder energia cinética das gotas, provocada pela indução de ar. Esse fato é relatado por Viana et al. (2007), que indicaram a possibilidade de perda de carga devido à indução de ar das pontas avaliadas, sendo necessário maior pressão de trabalho para que ocorra melhora na distribuição da calda. Ferreira et al. (2007) avaliaram a ponta ADGA 110015 e verificaram que o perfil de distribuição do jato foi simétrico nas pressões de trabalho de 207 e 310 kPa. Verificaram também que na maior pressão a barra poderia operar com menor altura ou com as pontas mais espaçadas entre si. Isso porque o maior ângulo de aspersão do jato resultou em diminuição do coeficiente de variação. Entretanto, na maior pressão houve redução significativa no diâmetro das gotas, aumentando o potencial de cobertura do alvo, bem como a suscetibilidade à deriva e à evaporação.

A maior quantidade de configurações da ponta TTI110015 na pressão de 300 kPa, em detrimento das demais pontas (Tabela 1), deve-se ao mecanismo de formação do jato. Nesse caso, há aumento no ângulo devido ao impacto dele em um plano inclinado e, por consequência, aumenta-se a sobreposição dos jatos. Viana et al. (2009) e Freitas et al. (2005) observaram que, mesmo em baixas pressões, as pontas de pulverização com sistema de impacto podem ser utilizadas em espaçamentos de até 1,0 m, o que favorece a redução no volume de calda e o aumento no rendimento operacional.

A pressão de 400 kPa (Tabela 1) proporcionou maior número de configurações adequadas à aplicação em área total para todas as pontas, em razão do aumento no ângulo do jato e, conseqüentemente, aumento na sobreposição de jato. A ponta TTI110015 a 50 e 40 cm do alvo proporcionou melhor distribuição nos espaçamentos entre 45 e 90 cm. Para a altura de 30 cm, os melhores espaçamentos foram de 45 e 50 cm. As configurações encontradas são excelentes para duas ocasiões. Nas alturas de 50 e 40 cm em relação ao alvo, pode-se aumentar o espaçamento entre pontas e, dessa maneira, reduzir o volume de caldo gasto e o

número de passadas do pulverizador por área e aumentar o rendimento operacional dos pulverizadores. Fato semelhante foi observado por Freitas et al. (2005) ao utilizarem a ponta TTI11002, que pode ser combinada com espaçamentos de até 120 cm e resulta em excelente distribuição e baixo volume de calda. Além disso, pode-se diminuir a altura da ponta TTI110015 para 30 cm e, assim, reduzir a distância da gota em relação ao alvo; dessa forma, reduz-se a deriva de gotas, porém com menor espaçamento e maior gasto de calda.

A ponta AI110015 na pressão de 400 kPa (Tabela 1) apresentou boa uniformidade na altura de 50 cm e espaçamento entre pontas de 40 a 90 cm; e na altura de 40 e 30 cm e espaçamento de 45 e 50 cm.

Observa-se na Tabela 2 aumento da vazão com o incremento na pressão. Quando se comparam as pontas na mesma pressão, observa-se que a ponta AVI11001 apresenta menor vazão, em concordância com as informações dos fabricantes.

As pontas proporcionaram tamanho de gotas semelhante e o mesmo comportamento. À medida que se aumentou a pressão, reduziu-se o tamanho de gota (Tabela 3).

O DMV (Tabela 3) proporcionado pelas pontas TTI110015 e AI110015 em todas as pressões e pela ponta AVI11001 na pressão de 200 kPa classifica as gotas como extremamente grossas e como gotas grossas para a ponta AVI11001 nas pressões de 300 e 400 kPa, segundo a classificação da British Crop Protection Council (Doble et al., 1985). O motivo do menor tamanho de gota gerado pela ponta AVI11001, em comparação com as

**Tabela 2** - Vazão das pontas de pulverização TTI110015, AI110015 e AVI11001 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa

Pressão (kPa)	Vazão (L min <sup>-1</sup> )		
	Ponta		
	TTI110015	AI110015	AVI11001
200	0,487 A c	0,520 A c	0,332 B c
300	0,622 A b	0,600 A b	0,375 B b
400	0,694 A a	0,696 A a	0,437 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.

**Tabela 3** - Diâmetro da mediana volumétrica (DMV), amplitude relativa (AR) e porcentagem do volume em gotas menores que 100  $\mu\text{m}$  (% 100) das pontas de pulverização TTI110015, AI110015 e AVI11001, nas pressões de 200, 300 e 400 kPa

Ponta	Pressão (kPa)	DMV* (mm)	AR	% 100 (mm)
TTI 110015	200	919 a A	1,43 a A	0,16 a B
	300	733 b A	1,37 a A	0,53 a C
	400	692 b A	1,57 a B	1,10 a C
AI 110015	200	769 a A	1,18 a A	1,41 b AB
	300	711 ab A	1,44 a A	2,57 ab B
	400	570 b A	1,60 a B	3,55 a B
AVI 11001	200	478 a B	2,12 b A	2,64 c A
	300	413 a B	2,27 b A	4,81 b A
	400	317 a B	4,31 a A	7,27 a A

Letras minúsculas comparam as três pressões dentro de uma mesma ponta; letras maiúsculas comparam a mesma pressão entre as três pontas. Médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, \* gota grossa = 250 a 375  $\mu\text{m}$ ; gota muito grossa = 375 a 450  $\mu\text{m}$ ; gota extremamente grossa = >450  $\mu\text{m}$ .

demais pontas avaliadas, é a baixa vazão desta ponta (menor orifício), o que provoca maior fragmentação do líquido e menor tamanho de gota.

Gotas extremamente grossas são indicadas para aplicação de herbicidas em pré-emergência e herbicidas sistêmicos em pós-emergência, como o glyphosate, nas culturas de eucalipto e café. Essas gotas também são indicadas para aplicações em outras atividades, como a dessecação em condições desfavoráveis, como baixa umidade relativa, alta temperatura e vento (Viana et al., 2007). Entretanto, dependendo de fatores inerentes à constituição química e física da folha de algumas plantas daninhas, existe o risco de escorrimento das gotas para fora do alvo. A ponta de pulverização que promoveu gotas grossas (AVI11001) nas pressões de 300 e 400 kPa (Tabela 4) resultaria em melhor cobertura do alvo, porém são mais propensas à deriva, razão pela qual se deve levar em conta a cobertura necessária e também as condições ambientais.

Observaram-se os menores valores de amplitude relativa para a menor pressão de trabalho utilizada (Tabela 3), com boa uniformidade nos conjuntos de gotas. A mesma tendência foi observada por Fernandes et al. (2007) quando avaliaram pontas de pulverização de

jato plano. Destacam-se como mais homogêneas as pontas TTI110015 e AI110015.

A porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$  (Tabela 3) para as três pontas nas pressões avaliadas está abaixo do padrão para risco de deriva. Segundo Cunha (2003), valores abaixo de 15% de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$  são adequados para aplicações seguras, com menor risco de deriva. A ponta TTI110015 proporcionou as menores porcentagens de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$  – por isso é a mais indicada em locais onde a deriva de gotas deve ser evitada. A ponta AVI11001 proporcionou as maiores porcentagens de gotas com diâmetro inferior a 100  $\mu\text{m}$ , motivo pelo qual apresenta maior risco de deriva.

As pontas avaliadas devem ser utilizadas para aplicação em área total com pressões de 300 e 400 kPa e em aplicação dirigida na pressão de 200 kPa. Elas promovem gotas com baixo potencial de deriva, sendo classificadas de grossas a extremamente grossas. Conforme a classificação das gotas, as pontas podem ser utilizadas para aplicação de herbicidas sistêmicos em pós-emergência e herbicidas em pré-emergência.

## 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.
- 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, MG, 2003.
- DOBLE, S. J. et al. A system for classifying hydraulic nozzles and other atomizers into categories of spray quality. **Brit. Crop Protec. Coun.**, v. 9, n. 1 p. 112-122, 1985.



- FERNANDES, A. P. et al. Caracterização do perfil de deposição e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Eng. Agríc.**, v. 27, n. 3, p. 728-733, 2007.
- FERREIRA, M. C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *Brevipalpus phoenicis* (G., 1939) em citros.** 2003. 64 f. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2003.
- FERREIRA, M. C. et al. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Eng. Agríc.**, v. 27, n. 2, p. 471-478, 2007.
- FIGUEREDO, S. S. et al. Influência de doses reduzidas do glyphosate no tomateiro (*Lycopersicon esculentum* Mill.). **Planta Daninha**, v. 25, n. 3, p. 849-857, 2007.
- 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.
- 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) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.
- RIGOLI, R. P. et al. Resposta de plantas de beterraba (*Beta vulgaris*) e de cenoura (*Daucus carota*) à deriva simulada de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 26, n. 2, p. 451-456, 2008.
- TUFFI SANTOS, L. D. et al. Crescimento do eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 133-137, 2007.
- UNE-EN. **Maquinaria agrícola y forestal – Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección medioambiental. Parte 2: Pulverizadores hidráulicos de barras para cultivos bajos.** 2002. (UNE-EN 12761-2:2002)
- VIANA, R. G. et al. Características técnicas de pontas de pulverização LA-1JC e SR-1. **Planta Daninha**, v. 25, n. 1, p. 211-218, 2007.
- VIANA, R. G. et al. Deposition transversal de líquido de las boquillas de doble abanico TTJ60-11004 y TTJ60-11002 en distintas condiciones operacionales. **Planta Daninha**, v. 27, n. 2, p. 397-403, 2009.
- WAGNER JÚNIOR, A. et al. Deriva simulada de formulações comerciais de glyphosate sobre maracujazeiro-amarelo. **Planta Daninha**, v. 26, n. 3, p. 677-683, 2008.
- WOMAC, A. R.; MAYNARD, R. A.; KIRK, I. W. Measurement variations in reference sprays for nozzle classification. **Trans. ASAE**, v. 42, n. 3, p. 609-616, 1999.

