



ESPECTRO DE GOTAS DE PONTAS DE PULVERIZAÇÃO DE JATO CÔNICO VAZIO

Edney Leandro da Vitória¹, Jorge Uberaldo Queiróz Leite²

1. Professor Doutor da Universidade Federal do Espírito Santo, Campus São Mateus (CEUNES/UFES), São Mateus-ES. edney.vitoria@ufes.br
2. Engenheiro Agrônomo, Mestrando em Agricultura Tropical, CEUNES/UFES, São Mateus-ES. leitejorge2010@hotmail.com

Recebido em: 12/04/2014 – Aprovado em: 27/05/2014 – Publicado em: 01/07/2014

RESUMO

Objetivou-se neste trabalho avaliar espectro de gotas das pontas de pulverização hidráulica sob diferentes condições operacionais. Avaliou-se o espectro de gotas, por meio de um analisador a laser de gotas em tempo real, nas pressões de 400; 600 e 800 kPa. Analisando os resultados das médias das vazões proporcionadas pelas pontas, para uma mesma pressão, houve diferença significativa na pressão de 800 kPa entre pontas. Os valores de vazão encontrados para as pontas usadas apresentaram vazão 10% acima daquela informado pelo fabricante. O coeficiente de variação da distribuição indicou que as melhores distribuições ocorrem para pontas com pressão de trabalho não superior a 400 kPa. Houve diferença significativa da vazão na pressão de 800 kPa entre pontas analisadas, sendo respectivamente 0,85 e 0,97 L min⁻¹.

PALAVRAS-CHAVE - Pressão de trabalho. Tamanho de gotas. Tecnologia de aplicação.

DROPLET SPECTRUM OF STANDARD HOLLOW CONE BY SPRAY NOZZLES

ABSTRACT

Abstract: This study aimed to evaluate the droplet spectra of low drift spray nozzles under different operational conditions. In laboratory, droplet spectrum, using a real time laser particle size analyzer, was measured with the operating pressure of 400, 600 and 800 kPa. Analyzing the results of the mean flow provided by spray nozzles, for the same pressure, there was a significant difference in pressure between 800 kPa nozzles. The flow values found for the spray nozzles used had flow 10% above that reported by the manufacturer. The coefficient of variation of the distribution indicated that the best distributions occur with new spray nozzles for working pressure not exceeding 400 kPa. There were significant differences in the flow pressure of 800 kPa between nozzles, being respectively 0.85 and 0.97 L min⁻¹.

KEYWORDS - application technology. droplet size. work pressure.

INTRODUÇÃO

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 (VIANA *et al.*, 2010).

É provável que mesmo utilizando a aplicação em volume baixo, a distribuição uniforme de um determinado diâmetro e o número de gotas possibilitem o sucesso da operação, desde que as pontas utilizadas estejam em perfeita condição de uso (FERREIRA, 2003).

A correta aplicação de defensivos agrícolas utilizando pulverizadores de barra tratorizados somente é possível quando se dispõe de pontas de pulverização que propiciem distribuição satisfatória e espectro de gotas uniforme e de tamanho adequado. Uma aplicação eficiente requer cobertura adequada da superfície-alvo com gotas de tamanho apropriado. No caso de serem produzidas gotas muito grossas, não ocorre boa cobertura da superfície, tampouco boa uniformidade de distribuição e deposição. Essas gotas, devido ao peso, normalmente não se aderem à superfície da folha e terminam no solo (SILVEIRA *et al.*, 2006).

No caso de gotas muito finas, geralmente, se consegue boa cobertura superficial e uniformidade de distribuição da calda, mas essas gotas podem evaporar em condições de baixa umidade relativa ou serem levadas pela corrente de ar. Alguns pesquisadores consideram que gotas menores que 100 μm são facilmente carregadas pelo vento, sofrendo mais intensamente a ação dos fenômenos climáticos (MURPHY *et al.*, 2000).

A determinação do espectro de gotas produzidas pelas pontas de pulverização é imprescindível para a aplicação de defensivos agrícolas. 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 CUNHA *et al.*, (2007), 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.

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 μm . 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 (CUNHA *et al.*, 2007).

Objetivou-se neste trabalho avaliar o espectro de gotas de um modelo de ponta de jato cônico sob diferentes condições operacionais.

MATERIAL E METODOS

Os experimentos foram realizados no Laboratório de Aplicação de Defensivos Agrícolas e Laboratório de Mecanização Agrícola do Departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Federal de Viçosa, Viçosa-MG, o município está localizado na zona da Mata de Minas Gerais, a uma altitude de 651 m, a 22° 33' de latitude sul e a 42° 52' de longitude oeste. A temperatura máxima média anual de 26 °C, a temperatura mínima média anual de 14 °C e a umidade relativa do ar situa-se entre 80 e 85%. A precipitação média anual é de 1341 mm e conforme classificação climática de Köppen, o clima regional é do tipo Cwb, mesotérmico úmido com verões chuvosos e invernos secos.

Foram avaliadas pontas de pulverização hidráulicas do tipo jato cônico vazio, fabricadas pela Magno Jet, série DDC2, disco difusor nº 31, confeccionados em poliacetal com núcleo de cerâmica a 99% de teor de alumina, indicadas para aplicações de fungicidas e inseticidas com pressão superior a 300 kPa.

Na avaliação do espectro de gotas, os tratamentos, distribuídos em delineamento ao acaso, em esquema fatorial 2 x 3, sendo duas condições de uso de ponta (nova e usada) e três pressões de trabalho (400, 600, 800 kPa), sendo seis repetições por tratamento. Os seguintes parâmetros foram avaliados: $D_{v0,1}$ – diâmetro de gota tal que 10% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, $D_{v0,5}$ – diâmetro de gota tal que 50% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor, também conhecido como diâmetro mediano volumétrico (DMV) –, $D_{v0,9}$ – diâmetro de gota tal que 90% do volume do líquido pulverizado é constituído de gotas de tamanho menor que esse valor –, e AR (amplitude relativa).

Utilizou-se um analisador de gotas em tempo real para determinação do espectro de gotas da população. Empregou-se o equipamento *Spraytec® (Malvern Spraytec Real Time Droplet Sizing System)*, com diâmetro do feixe do laser de 10 mm, lente focal de 200 mm, comprimento de onda do laser de 670 nm e ponte óptica de base longa. Inicialmente, verificou-se o alinhamento do feixe óptico para garantir o seu correto posicionamento no sistema detector; monitorou-se o sistema de fundo, segundo plano, medida da luz desviada no sistema óptico e da contaminação das janelas por partículas; e procedeu-se à calibração do aparelho, utilizando-se o retículo padrão RS-3, aprovado pelo ASTM (*American Society for Testing and Materials*) para calibração de instrumentos de análise de partículas baseados na técnica da difusão do laser. De acordo com o fabricante, o instrumento apresenta 3% de acurácia e 1% de precisão, quando se utiliza o retículo padrão.

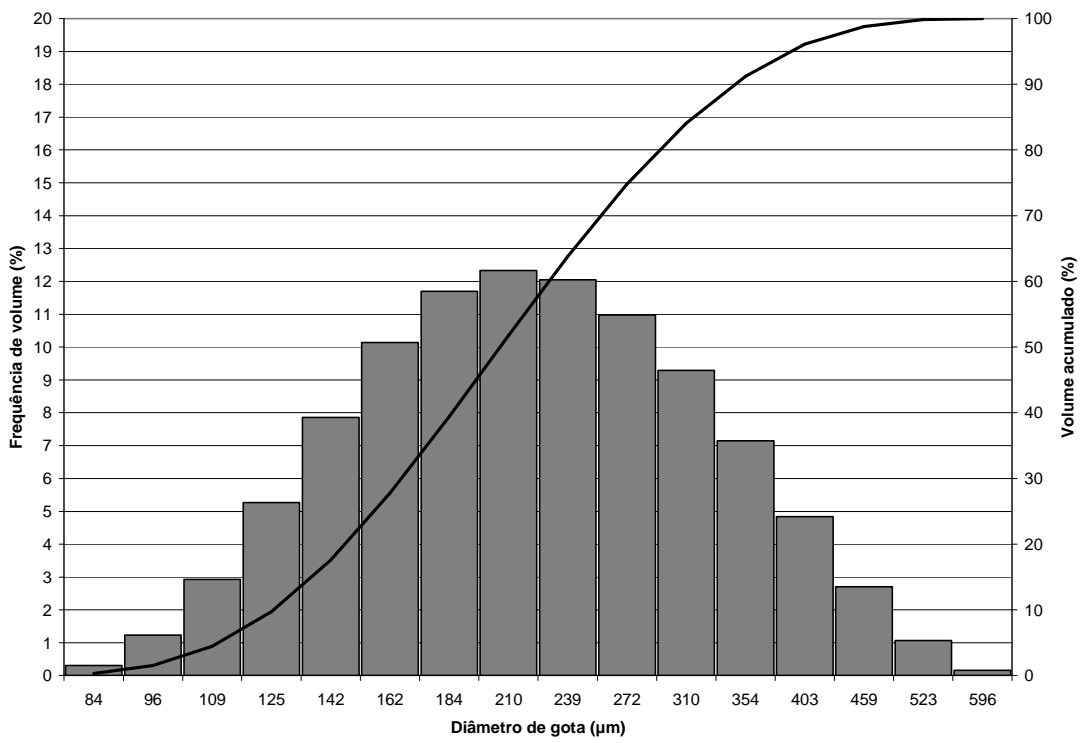
Durante a determinação do espectro de gotas, utilizou-se um equipamento de pulverização costal, a pressão constante (CO₂), montado de tal forma que todo o jato pulverizado passasse transversalmente através do feixe luminoso do analisador. Isso permitiu a obtenção direta do espectro de gotas para cada condição desejada. O bico de pulverização ficou posicionado 0,50 m acima do feixe óptico.

Os ensaios foram realizados em ambiente protegido. As condições ambientais foram: temperatura do ar inferior a 28°C, umidade relativa do ar superior a 50% e ausência de ventos. Os manômetros utilizados, com capacidade nominal de 2.059,4 kPa (21 kgf cm⁻²) e resolução de 98,1 kPa (1 kgf cm⁻²), foram previamente calibrados por meio de uma estrutura de reação dotada de massas-padrão.

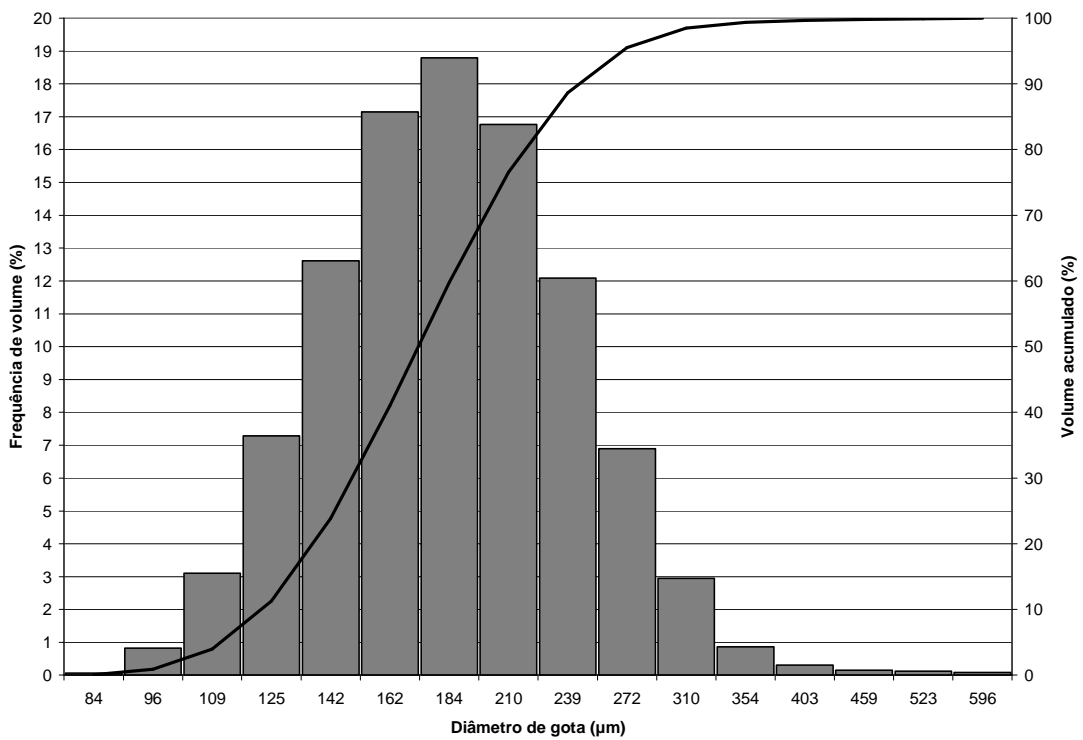
Os dados de espectro de gotas foram submetidos à análise de variância, e as médias, comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. O *software* R versão 3.0.2 (2013) foi utilizado na análise dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

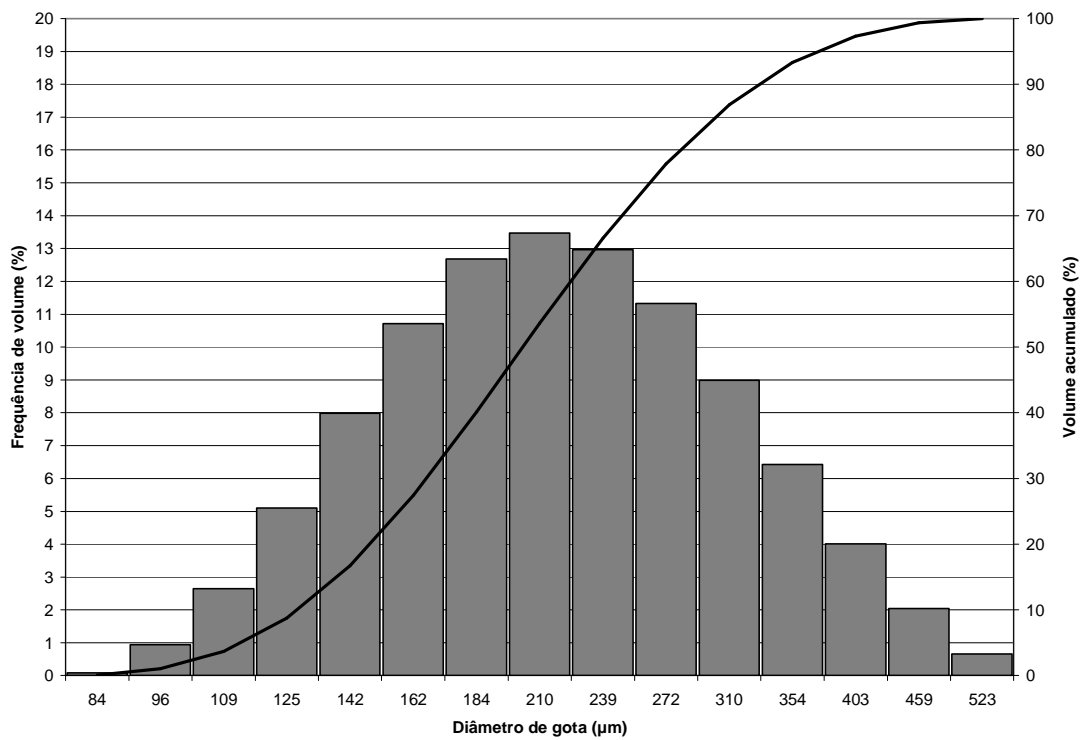
Nas Figuras 2 e 3 são apresentadas as distribuições das gotas por classe de tamanho para pulverização com as pontas de jato cônico novos e usadas, em diferentes pressões. A inclinação da curva de volume acumulado define tais distribuições. Uma pulverização hipotética com gotas de mesmo tamanho seria representada nos gráficos por uma linha vertical. De acordo com CUNHA et al (2004) quanto mais inclinada a curva, menor a variação do tamanho das gotas geradas.



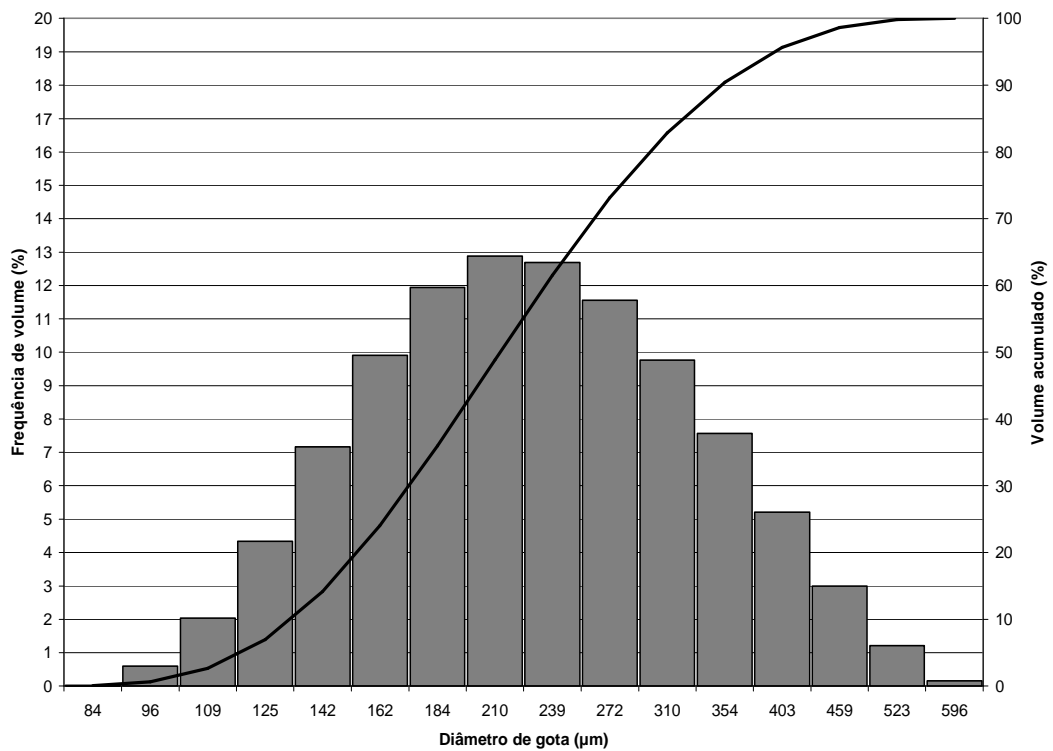
A



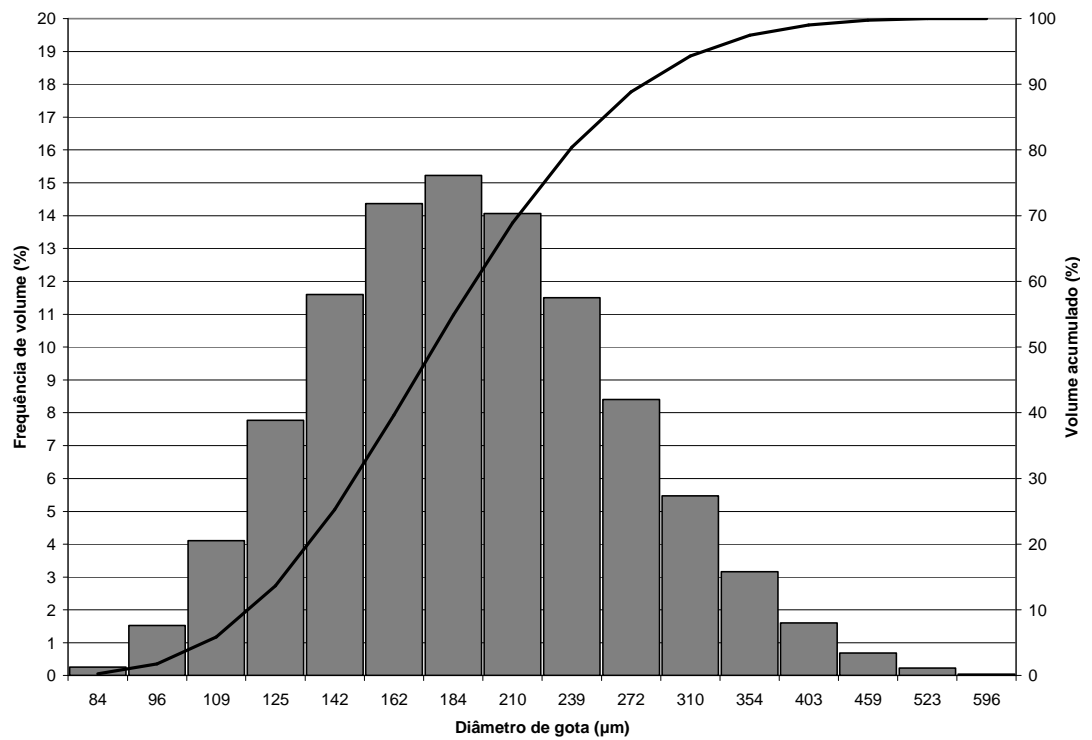
B



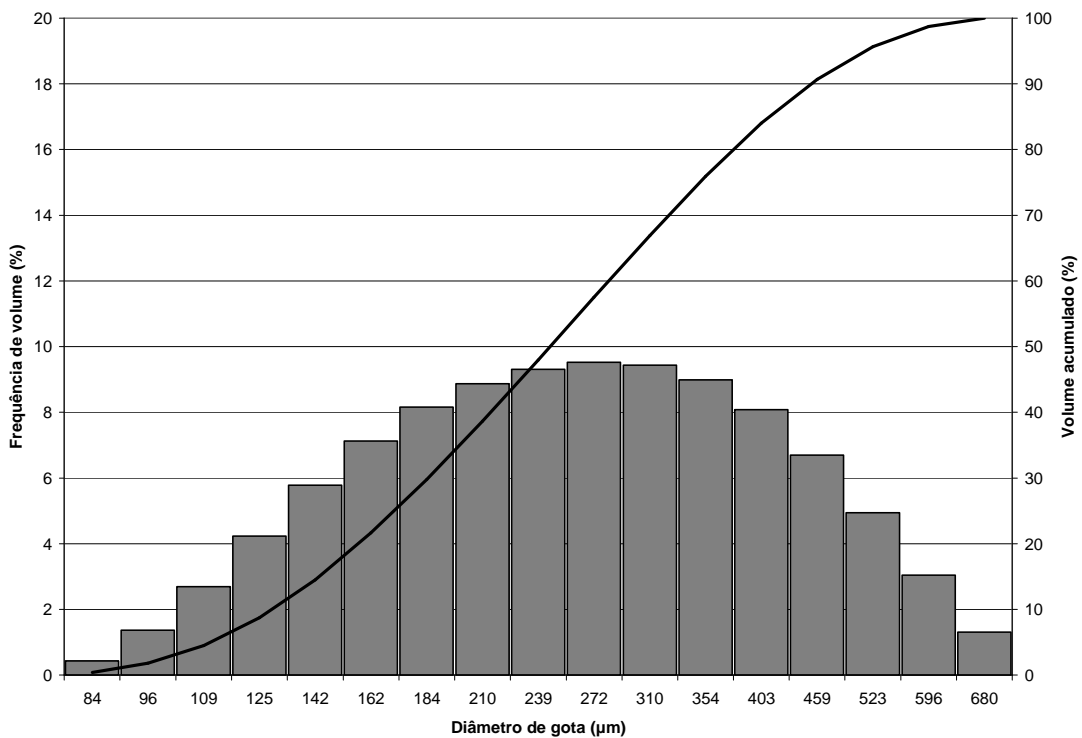
C
FIGURA 2. Espectro de gotas pulverizadas com as pontas hidráulicas de jato cônico vazio, novas e em diferentes pressões de trabalho. (A) Pressão de 400 kPa, (B) 600 kPa, (c) 800 kPa.



A



B



C

FIGURA 3. Espectro de gotas pulverizadas com as pontas hidráulicas de jato cônico vazio, usadas e em diferentes pressões de trabalho. (A) Pressão de 400 kPa, (B) 600 kPa, (cC) 800 kPa.

Os diâmetros medianos volumétricos ($D_{V0,5}$) variaram de 161,9 a 204,7 μm quando utilizados as pontas novas, e 180,2 a 243,6 μm , nas pontas usadas (Tabela 2). Devido à elevada percentagem de gotas finas, suscetíveis à deriva e ao padrão

de deposição típico, a utilização de pontas de jato cônico vazio pode ocasionar elevados valores de perda por deriva, fenômeno que pode ser diminuído com o uso de adjuvantes. CHECHETTO et al (2013) realizaram um experimento para estimar o potencial de deriva em túnel de vento com diferentes pontas de pulverização e diferentes concentrações de adjuvantes e concluíram que as pontas de pulverização e os adjuvantes testados alteram diretamente o potencial de deriva em túnel de vento para todos os tratamentos.

TABELA 2. Distribuição volumétrica por classe de tamanho e amplitude relativa (SPAN) de gotas pulverizadas com pontas, jato cônico, novas e usadas, em diferentes pressões.

Pressão (kPa)	$D_{v0,1}$		$D_{v0,5}$		$D_{v0,9}$		SPAN	
	Nova	Usada	Nova	Usada	Nova	Usada	Nova	Usada
400	125,5a A	146,7b A	204,7a A	243,6b A	401,1a A	446,9b A	1,27a A	2,22b A
600	122,4a A	139,9b A	164,5a B	183,5b B	375,5a B	423,5b B	1,34a A	2,29b A
800	119,7a A	132,4b A	161,9a B	180,2b B	344,0a C	400,0b C	1,39a A	2,27b A

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

As pontas novas e usadas apresentaram espectro de gotas semelhantes em relação a comportamento. Os diâmetros característicos das gotas ($D_{v0,1}$, $D_{v0,5}$ e $D_{v0,9}$) diminuíram com o incremento da pressão e seus valores foram significativamente diferentes quando comparadas as pontas novas com as pontas usadas. No entanto, $D_{v0,1}$ não apresentou diferença considerada significativa em relação a variação da pressão, o $D_{v0,5}$ apresentou maior valor à pressão de 400 kPa tanto para pontas novas quanto para as pontas usadas, enquanto às pressões de 600 e 800 kPa não apresentaram diferença significativa, o $D_{v0,9}$ mostrou ser a característica mais influenciada pela variação de pressão, sendo seu maior valor encontrado na pressão de 400 kPa, 401,1 e 446,9 kPa para as pontas novas e usadas, respectivamente. Resultado similar ao encontrado por CUNHA et al., (2004) que estudando pontas de jato cônico verificaram diminuição dos valores característicos com o aumento da pressão.

Variações no tamanho das gotas provenientes de bicos de jato cônico vazio com a variação da pressão do líquido também foram observadas por SCUDELER & RAETANO (2006). As pontas jato cônico se caracterizam por apresentarem faixa operacional de pressão maior. Portanto, para obter variações de tamanho de gotas deve-se aumentar muito a pressão, fato que não é desejável em função do desgaste do equipamento de pulverização.

Em relação a amplitude relativa (AR), observa-se na Tabela 2 que valor aumenta com o incremento da pressão, independente do estado da ponta. Porém, vale destacar que os valores de AR são maiores nas pontas usadas. Quanto maior o valor de SPAN maior será a faixa de tamanho de gotas pulverizadas. Espectro de gotas homogêneas tem valor de amplitude relativa tendendo a zero. Em todas as pressões o valor de SPAN para pontas usadas é significativamente maior, o que denota que a distribuição do tamanho de gotas é menos homogêneo para pontas usadas quando comparada às novas. Segundo CHRISTOFOLETTI (1999), os

valores de $D_{v0,5}$ e SPAN devem ser analisados conjuntamente para caracterização da pulverização, isoladamente o $D_{v0,5}$ fornece um valor de referência, sem indicar a dispersão dos dados em torno desse valor.

As pontas de jato cônico usadas apresentaram maior valor significativo de densidade de gotas depositadas sobre o alvo, quando comparados com as pontas novas, em virtude do desgaste devido ao tempo de uso (Tabela 3).

TABELA 3. Densidade de gotas proporcionada por pontas de pulverização novas e usadas, em diferentes pressões e velocidade de deslocamento de 1,5 m s^{-1} .

Pressão (kPa)	Densidade de gotas (n° gotas cm^{-2})	
	Ponta nova	Ponta usada
400	244 aA	250 aA
600	250 aA	261 bA
800	266 aA	280 bA

médias seguidas da mesma letra maiúscula, nas linhas, e minúscula, nas colunas, não diferem significativamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

Independente do estado da ponta não foi observado diferença significativa da densidade de gotas em função do incremento da pressão de trabalho. Nas pressões de 600 e 800 kPa, observa-se uma diferença significativa da densidade de gotas. A densidade de gotas não deve ser analisada isoladamente para definir a qualidade de pulverização, a uniformidade de distribuição de gotas deve ser estudada paralelamente, pois uma boa distribuição depende da análise conjunta destes fatores (OLIVEIRA et al., 2011; CUNHA, TEIXEIRA & FERNANDES et al., 2007; FREITAS et al., 2005).

CONCLUSÕES

O incremento da pressão de trabalho promoveu um aumento da depressão da zona central do perfil, independente do tempo de uso da ponta de pulverização. Os diâmetros medianos volumétricos ($D_{v0,5}$) variaram de 161,9 a 204,7 μm quando utilizados as pontas novas, e 180,2 a 243,6 μm , nas pontas usadas.

REFERÊNCIAS

CHECHETTO, R. G.; ANTUNIASSI, U. Espectro de gotas gerado por diferentes adjuvantes e pontas de pulverização. **Revista Energia na Agricultura**, Botucatu, vol. 27, n.3, p.130-142, 2012.

CHRISTOFOLETTI, J.C. **Considerações sobre tecnologia de aplicação de defensivos agrícolas**. São Paulo: Teejet, 1999. 15p.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; VIEIRA, R. F.; FERNANDES, H. C.; COURY, J. R. Espectro de gotas de bicos de pulverização hidráulicos de jato plano e de jato cônico vazio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.10, p.977-985, 2004.

CUNHA, J. P. A. R.; TEIXEIRA, M. M.; FERNANDES, H. C. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica da difração do raio laser. **Revista Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.27, n.esp., p.10-15, jan. 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.

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. **Revista Planta Daninha**, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

MURPHY, S.D.; MILLER, P.C.H; PARKIN, C.S. The effect of boom section and nozzle configuration on the risk of spray drift. **Journal of Agricultural Engineering Research, London**, v.75, n.2, p.127-37, 2000.

OLIVEIRA, V. A. B.; OLIVEIRA, G. M.; GIGLIOTTI, E. A.; IGARASHI, W. T. Desempenho de bicos rotativos e hidráulicos na aplicação aérea de fungicidas em cana-de-açúcar. **Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia**, v.4, n. 3 set/dez. 2011.

SCUDELER, F.; RAETANO, C.G. Spray deposition and losses in potato as a function of air-assistance and sprayer boom angle. **Scientia Agricola**, v.63, n.6, p.515-521, 2006.

SILVEIRA, J. C. M.; GABRIEL FILHO, A.; PEREIRA, J. O.; Silva, S. L.; MODOLO A. J. Avaliação qualitativa de pulverizadores da região de Cascavel, Estado do Paraná. **Revista Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 569-573, Oct./Dec., 2006.