

Distribuição volumétrica e diâmetro de gotas produzidas por pontas de pulverização com indução de ar na aplicação de herbicida com e sem adjuvantes

A. F. BARRÊTO, L. L. COSTA, J. C. JANINI, M. DA COSTA FERREIRA, G. DE NOBREGA ROMANI

Objetivou-se avaliar o espectro de gotas e o padrão de distribuição volumétrica de caldas herbicida com e sem o uso de dois adjuvantes comerciais (organo siliconado e óleo vegetal) aplicados com duas pontas de pulverização com indução de ar (AI e TTI 110 015) (TEEJET TECHNOLOGIES, 2008). Foi tomado como parâmetros na avaliação do espectro de gotas, Diâmetro mediano volumétrico (DMV), coeficiente de uniformidade (COEF) e porcentagem de gotas menores ou iguais a 100 µm, para tal utilizou-se de um medidor de partículas a laser. Para a confecção do perfil de distribuição das pontas com indução de ar, utilizou-se de uma mesa de distribuição com provetas graduadas, procedeu-se ainda o cálculo do coeficiente de variação para as pontas. Os resultados obtidos para o espectro de gotas foram comparados pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A adição de adjuvantes na calda herbicida proporcionou maiores gotas, ocasionando menores gotas sujeitas a deriva, o que foi constatado pelo maior valor de DMV e menor porcentagem de gotas sujeitas a deriva, essas características foram evidenciadas nas caldas contendo o adjuvante óleo vegetal aplicadas com a ponta TTI. A distribuição volumétrica das caldas de aplicação de ambas as pontas foram favorecidas, destacando-se a adição do adjuvante organo siliconado na calda.

A. F. BARRÊTO, L. L. COSTA, J. C. JANINI, M. DA COSTA FERREIRA, G. DE NOBREGA ROMANI. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (FCAV- UNESP Jaboticabal). Via de Acesso Professor Paulo Donato Castellane, s/n, zona rural, 14884-900, Jaboticabal, SP, Brasil. Departamento de Fitossanidade. E-mail: afbagro@yahoo.com.br, liliancosta@yahoo.com.br, mdacosta@fcav.unesp.br.

Palavras - chave: tecnologia de aplicação, surfatante, DMV.

INTRODUÇÃO

A ocorrência das plantas daninhas é um dos principais problemas fitossanitários, pois a produtividade das culturas sofre interferência direta através da competição por água, luz e nutrientes (LORENZI, 2000; DEUBER, 2003). Geralmente são eficientemente controladas por meio de aplicações de herbicidas, com custo financeiro inferior aos sistemas de controle físico e mecânico (DEUBER, 2003).

Nas pulverizações de herbicida, se realizada sem critério pode ocorrer a formação

de deriva, cuja consequência é a perda da eficiência do tratamento e aumento da contaminação ambiental. Desta forma, o estudo e desenvolvimento de novas tecnologias de aplicação tornam-se indispensáveis para a obtenção de melhores índices de eficiência de controle, que estão diretamente relacionados com a qualidade da aplicação (BAUER, RAETANO, 2000; BAUER, PEREIRA, 2005).

O uso de adjuvantes e pontas de pulverização com indução de ar tem sido importantes para a aplicação de produtos fitossanitários quanto à redução da deriva, por interfe-

rir diretamente no espectro de gotas e na distribuição volumétrica na barra de pulverização (FERREIRA, 2010). A utilização de pontas de pulverização com indução de ar possibilita realizar aplicações em condições climáticas menos propícias e desempenhar altas velocidades de deslocamento do conjunto trator-pulverizador na aplicação de herbicidas (BAUER, RAETANO, 2004; BAUER *et al.* 2006).

Várias pesquisas que avaliam os efeitos de adjuvantes demonstraram que o grupo químico e a dosagem dos adjuvantes também interferem nas propriedades físico-químicas das caldas de pulverização (IOST, 2008; QUEIROZ *et al.*, 2008; FERREIRA, 2010), além de reduzir em alguns casos a quantidade de produto no preparo da calda (DOURADO NETO *et al.*, 2004).

O uso de adjuvantes no preparo das caldas com herbicidas e aplicadas com pontas de pulverização com indução de ar podem proporcionar melhor uniformidade no espectro de gotas reduzindo a porcentagem de gotas sujeitas à deriva além de distribuir a calda de maneira mais uniforme na faixa de pulverização.

Com base no exposto, objetivou-se com esse trabalho, avaliar o perfil de distribuição volumétrica, determinar o espectro de gotas produzidas por pontas de pulverização hidráulica de jato plano com indução de ar AI 110015 e TTI 110015, utilizando-se calda contendo herbicida com e sem a adição de adjuvantes.

MATERIAL E MÉTODOS

Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização AI e TTI 110 015

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Análise do Tamanho de Partículas - LAPAR do Departamento de Fitossanidade da Universidade Estadual Paulista, UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, durante o período compreendido entre os meses de outubro a novembro de 2009.

Nas avaliações do espectro de gotas produzidas pelas pontas e caldas foram determinados de forma direta num instrumento medidor de tamanho de partículas em tempo real Modelo Malvern Mastersizer, versão 2.19, que foi ajustado para avaliar gotas de 0,5 a 900 μm , (lente 300 mm). Foi utilizado um exaustor tipo coifa sobre a região do equipamento onde são emitidas as gotas para retirar as partículas que ficam suspensas no ar podendo resultar em duplas medidas ou podendo se depositar sobre a lente do aparelho.

Preparou-se 4L de calda para cada tratamento distribuídos da seguinte maneira: C1: água + herbicida (diuron + hexazinona, Volcano agro ciências); C2: água + herbicida (diuron + hexazinona) + 0,1% do organo silicionado (Silwett L-77 Ag - Momentive) e C3: água + herbicida (diuron + hexazinona) + 1% de óleo vegetal (Veget Oil, Oxiquímica Agrociência, Ltda.). Foram utilizados três exemplares de cada modelo de ponta de jato plano com indução de ar Teejet AI 110 015 (TEEJET TECHNOLOGIES, 2008) e Teejet TTI 110 015 (TEEJET TECHNOLOGIES, 2008). Esses modelos de pontas são utilizados para aplicação de herbicidas, com espectro de gotas de muito grossa a extremamente grossa de acordo com seu fabricante.

Cada ponta hidráulica foi instalada a 40 cm do feixe de laser. Para manter a pressão constante de 400 kPa, utilizou-se o ar comprimido contido em reservatório e controlado por um regulador de pressão de precisão. Com a finalidade de analisar o jato produzido pela ponta foi utilizado um oscilador que faz com que o jato de calda atravesse transversalmente o feixe de laser durante a leitura pelo aparelho.

A análise foi repetida três vezes em cada um dos exemplares utilizados. Em seguida, foram feitas médias entre os valores encontrados. As condições ambientais observadas foram monitoradas, temperatura: 20°- 25°C, umidade relativa 30-40 % e ausência de ventos.

Foi determinado diâmetro mediano volumétrico (DMV); porcentagem do volume

aplicado cujas gotas possuem diâmetro inferior ou igual a $100\mu\text{m}$ (% gotas $\leq 100\mu\text{m}$) e o coeficiente de uniformidade (COEF). O coeficiente de uniformidade foi obtido na planilha de resultados expressa pelo programa específico do analisador de partícula.

Os valores obtidos de DMV, porcentagem de gotas menores ou iguais a $100\mu\text{m}$, e o coeficiente de uniformidade foram submetidos ao Teste F e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

Distribuição volumétrica de pontas de pulverização AI e TTI 110 015

O experimento foi realizado no Departamento de Fitossanidade da FCAV/UNESP, Câmpus de Jaboticabal, SP, no mesmo período das avaliações do espectro de gotas. Para as avaliações da distribuição volumétrica utilizou-se mesa de deposição para pontas de pulverização hidráulica, constituída de uma chapa de metal corrugado em 67 canaletas dispostas em formato “V” distantes 2,5 cm entre si, totalizando 167,5 cm de largura por 100 cm de comprimento. As canaletas possuem uma inclinação de 15° de modo que o volume pulverizado depositado em cada canaleta é escoado a tubos coletores graduados e numerados, correspondentes às respectivas canaletas.

Cada exemplar de ponta com indução de ar (AI e TTI) foi instalada isoladamente a uma altura de 50 cm em relação à superfície da mesa, de modo que o jato fosse pulverizado verticalmente (FAO, 1998). Após a instalação da ponta, iniciou-se a pulverização com pressão constante de 400 kPa e com as caldas previamente preparadas de forma semelhante as utilizadas na análise do espectro de gotas, permanecendo até que o fluxo do líquido estabilizasse.

Posteriormente quantificou-se a calda de cada um dos exemplares analisados através da coleta do líquido pulverizado, em provetas graduadas e numeradas de 100 mL, inseridas logo abaixo das canaletas, de modo que todo o volume pulverizado fosse coleta-

do por período de tempo fixo de 30 segundos, o que foi convertido para L min^{-1} .

Com base nos volumes médios coletados nas três repetições de cada tratamento, foi determinado o perfil de distribuição volumétrica em planilha eletrônica (Microsoft Excel®). Ainda foi determinada a uniformidade de distribuição ao longo da faixa aplicada avaliada com o cálculo do coeficiente de variação (FAO, 1998), para pontas espaçadas em 50 cm e a uma altura de 50 cm.

O delineamento utilizado foi inteiramente casualizado, distribuído em esquema fatorial 3×2 (3 caldas de aplicação e 2 pontas de pulverização) com três repetições. Os tratamentos foram o resultado da combinação das caldas de aplicação (C1 = água + herbicida sem adjuvante, C2 = água + herbicida + 0,1% de organo siliconado e C3 = água + herbicida + 1% de óleo vegetal com 2 pontas de pulverização de energia hidráulica de jato plano com indução de ar (AI 110 015 e TTI 110 015). Os resultados obtidos foram apresentados graficamente através do coeficiente de variação apresentados por cada modelo de ponta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização AI e TTI 110 015

Na Tabela 1 observou-se efeito significativo para os fatores independentes para a interação entre pontas e preparo de caldas, nos parâmetros DMV e (% gotas $\leq 100\mu\text{m}$), observa-se que não ocorreu diferença entre a uniformidade de gotas entre os tratamentos, evidenciado pelo coeficiente de uniformidade.

Verificou-se na Tabela 2 que as pontas TTI apresentaram o maior DMV e a menor porcentagem de gotas sujeiras a deriva, diferindo-se estatisticamente da ponta AI. Os resultados observados no presente trabalho devem-se ao maior DMV produzido pelas pontas com indução de ar nessa faixa de pressão. Diversos estudos têm sido realiza-

Tabela 1. Teste F para diâmetro mediano volumétrico (DMV), coeficiente de uniformidade (COEF) e percentual de gotas menores ou iguais a 100 µm, Jaboticabal, SP, 2009

	DMV	COEF	% gotas ≤100 µm
Pontas	70,76**	2,35 ^{NS}	40,07**
Preparo de calda	5,37*	1,66 ^{NS}	6,75**
Pontas x Preparo de caldas	5,04*	0,72 ^{NS}	5,01*
Coefficiente de Variação	6,75	14,30	30,81

** e * Significativo pelo teste F, a 1% e 5 % de probabilidade, respectivamente; NS - não significativo.

dos, constatando-se que essas pontas podem aumentar o diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas aspergidas e proporcionar maior cobertura (CUNHA, SILVA JÚNIOR, 2010); obter maior uniformidade com baixa porcentagem de gotas sujeitas a deriva (VIANA *et al.*, 2010), além de possibilitar realizar aplicações em condições climáticas menos propícias e com maior velocidades de deslocamento do conjunto trator-pulverizador (BAUER *et al.* 2006).

Quanto ao preparo de calda observou-se que a calda preparada com o herbicida + óleo vegetal proporcionou o maior DMV diferindo-se estatisticamente dos demais preparos de calda, o que evidenciou aumento do tamanho da gota pela adição desse adjuvante (Tabela 2). Os resultados obtidos nesse trabalho corroboram com os resultados encontrados por IOST (2008) que ob-

servou maior DMV em caldas com adição de adjuvantes, o mesmo autor relata que esse efeito se deve pela quebra da tensão superficial da água, que promove um desarranjo das moléculas de água que tendem a permanecer unidas na ausência desses surfactantes.

Observou-se ainda que a calda com óleo vegetal proporcionou a menor porcentagem de gotas sujeitas a deriva (1,84%) diferindo das caldas preparadas com o adjuvante orgânico siliconado. Resultados semelhantes foram encontrados por CAMARA *et al.* (2008), que ao avaliarem o espectro de gotas de pontas XR 110 03 (TEEJET TECHNOLOGIES, 2008) com a adição de adjuvante concluiu ocorreu o aumento do DMV com a adição de adjuvantes e que quanto maior o DMV menor é a porcentagem de gotas sujeitas a deriva.

Tabela 2. Resultados médios de diâmetro mediano volumétrico (DMV), coeficiente de uniformidade (COEF) e porcentagem de gotas ≤100 µm, Jaboticabal, SP, 2009

	DMV	COEF	% gotas ≤100 µm
Pontas			
AI	575,12 b	1,82	3,72 a
TTI	726,03 a	1,66	1,60 b
Dms	37,67	0,21	0,70
Preparo de calda			
Calda sem adjuvantes	627,01 b	1,71	3,33 ab
Herbicida + Silwett 77 Ag	632,69 b	1,64	2,82 a
Herbicida + Veget Oil	692,02 a	1,86	1,84 b
Dms	56,08	0,31	1,04

Herbicida = Diuron + hexazinone. Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey 5%. Dms - diferença mínima significativa.

É importante ressaltar que os modelos avaliados se enquadram na categoria de gotas extremamente grossas com suscetibilidade baixa à deriva, quando comparados à maioria dos modelos de gotas maciças (TEEJET TECHNOLOGIES, 2008, 2006).

As pontas TTI proporcionaram o maior DMV em todos os preparos de calda diferindo-se estatisticamente das pontas AI, essas mesmas pontas proporcionaram à menor porcentagem de gotas suscetíveis a deriva, independente do uso de adjuvantes ou com a adição do orgânico siliconado como se observa na Tabela 3.

Tabela 3. Resultados médios para a interação entre pontas e preparo de calda para os parâmetros, diâmetro mediano volumétrico e porcentagem de gotas menores ou iguais a 100 µm, Jaboticabal, SP, 2010

Pontas vs Preparo de calda	(DMV)		
	Calda sem adjuvantes	Herbicida+ Silwett	Herbicida+ Veget Oil
AI	511,25 B	576,78 B	637,33 B
TTI	742,77 A	688,78 A	746,70 A
Dms	65,25	65,25	65,25
Pontas vs Preparo de calda	(% gotas ≤100 µm)		
AI	3,80 A	3,80 A	2,30 A
TTI	1,85 B	1,85 B	1,38 A
Dms	1,22	1,22	1,22

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,05$). Dms - diferença mínima significativa.

Distribuição volumétrica de pontas de pulverização AI e TTI 110 015

Na Figura 1 verifica-se o perfil da distribuição volumétrica da ponta TTI 110 015, utilizado na aplicação com e sem adição de adjuvantes, trabalhando isoladamente a 50 cm de altura em uma pressão de 280 kpa.

Quando não se utiliza adjuvantes ou com a adição do adjuvante Silwett L-77 Ag, os espaçamentos que implicam em coeficientes de variação (CV) próximos a 10 % foram na faixa de 65 a 80 cm. Com a adição do Veget oil, a distribuição será uniforme até o espaçamento de 86,13cm. (Figura 1, Tabela 4).

De acordo com LANGENAKENS (1999), um coeficiente de variação da distribuição volumétrica superficial abaixo de 10% indica uniformidade satisfatória. Na Europa, em

condições de laboratório, para a pressão e altura estabelecidas pelo fabricante como ideais para cada ponta, o coeficiente de variação deve ser inferior a 7%. Para as demais pressões e alturas especificadas pelo fabricante como passíveis de uso, não deve exceder a 9% (ECS, 1997).

PERECIN *et al.* (1998) sugeriram para experimentos conduzidos em laboratórios deve-se considerar o CV de no máximo de 10%, uma vez que, em condições de campo, tais valores tendem a aumentar, quer pelas condições climáticas inerentes por ocasião da aplicação, quer pelos movimentos desordenados da barra de pulverização, conforme enfatizado por NATION (1982).

Na distribuição volumétrica com a ponta AI 110 015 (Figura 2) com e sem adjuvante também se pode confirmar que o adjuvante

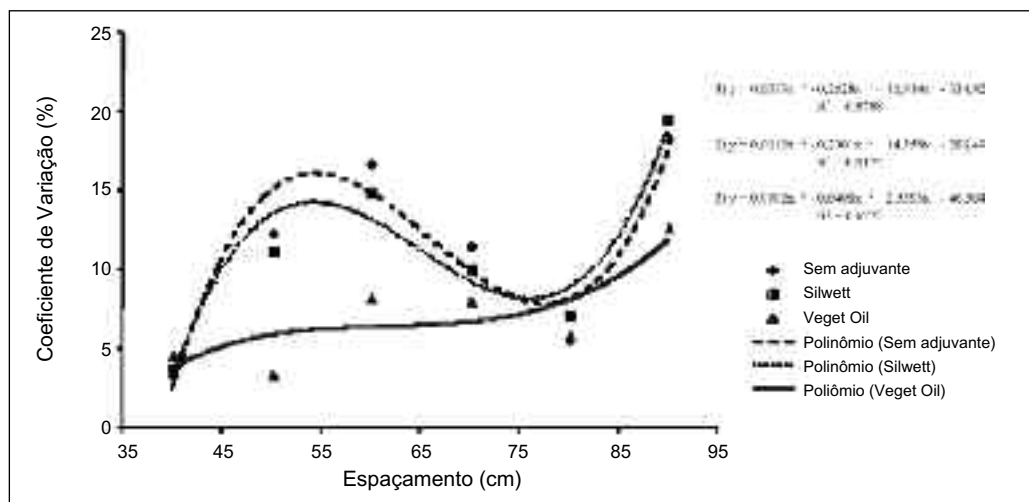


Figura 1. Perfis de distribuição volumétrica (Coeficiente de variação *versus* espaçamento) da ponta hidráulica de jato plano com indução de ar TTI 110 015

Tabela 4. Coeficiente de variação para as pontas de pulverização com indução de ar AI e TTI, com diferentes espaçamentos

Espaçamento entre pontas (cm)	Coeficiente de variação (%) para as pontas					
	AI 110 015			TTI 110 015		
	SA	Silwett	Veget Oil	SA	Silwett	Veget Oil
30	8,31	8,72	7,48	–	–	–
40	11,24	9,92	7,35	3,31	3,81	4,58
50	20,60	19,87	7,15	12,36	11,25	3,37
60	17,57	18,10	12,28	16,74	14,97	8,21
70	6,10	6,60	9,83	11,56	10,14	7,99
80	–	–	–	5,55	7,07	5,82
90	–	–	–	18,27	19,55	12,61

SA = Sem adjuvante.

apresentou uma distribuição mais uniforme e semelhante à calda sem adjuvante, sendo que a distância ideal entre essas pontas que permite uma distribuição mais uniforme encontra-se na faixa de 60 a 75 cm, (Figura 2, Tabela 4). Com a adição do óleo vegetal, a distribuição tem melhor uniformização na faixa de espaçamento entre 55 e 60 cm (Figura 2, Tabela 5). Com a adição do óleo ve-

getal verifica-se menor distribuição da calda em relação aos demais preparos. MATUO *et al.* 2001 recomenda que a instalação de pontas que apresentam padrão descontínuo em barras de pulverização, a necessidade de sobreposição consecutiva entre os jatos pulverizados.

Os produtos comumente denominados de espalhantes adesivos são adicionados a

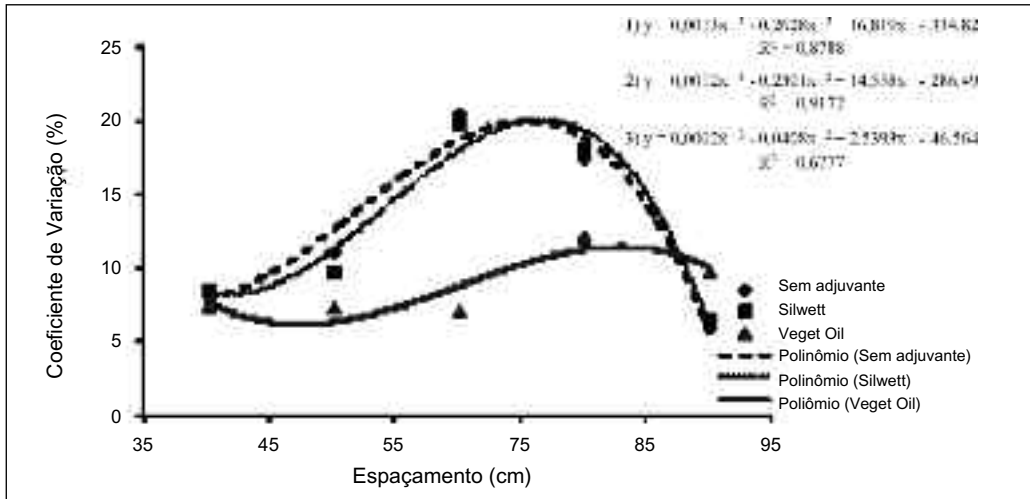


Figura 2. Perfis de distribuição volumétrica (Coeficiente de variação versus espaçamento) da ponta hidráulica de jato plano com indução de ar AI 110 015

calda de pulverização com o objetivo de reduzir a tensão superficial da água e aumentar o espalhamento da calda sobre a superfície tratada, o que possibilita diminuir o es-

paçamento dos bicos na barra de pulverização em função das diferentes pressões de trabalho (FERNANDES *et al.* 2007; CUNHA, RUAS, 2006).

RESUMEN

BARRÊTO, A. F., L. L. COSTA, J. C. JANINI, M. DA COSTA FERREIRA, G. DE NOBREGA ROMANI. 2011. Distribución del volumen y el diámetro de las gotas producidas por las boquillas de pulverización con inducción de aire en la aplicación de herbicidas con y sin adyuvantes. *Bol. San. Veg. Plagas*, 37: 281-289.

El objetivo fue evaluar el espectro de gotas y el patrón de distribución volumétrica del caldo herbicida con y sin el uso de dos comerciales adyuvantes (órgano silicón y óleo vegetal) aplicado con dos boquillas con inducción de aire (AI y TTI 110 015). Se tomaron como parámetros para evaluar el espectro de gotas, diámetro de volumen medio (DMV), coeficiente de uniformidad (COEF) y el porcentaje de las gotas de menor o igual a 100 micras, para ello se utilizó un medidor de partículas con láser. Para obtener el perfil de distribución de la boquilla con inducción de aire se utilizó una tabla de distribución con cilindros graduados y se llevó a cabo a través del cálculo del coeficiente de variación de las boquillas. Los resultados para el espectro de gotas se compararon mediante la prueba F y las medias con la prueba de Tukey al 5% de probabilidad. La adición de adyuvantes a la solución del herbicida proporciona gotas más grandes, lo que produce gotas más pequeñas propensas a la deriva, lo cual fue corroborado por el valor más alto de DMV y el porcentaje de gotas de menos propenso a la deriva, estas características fueron evidentes en la solución del aerosol que contiene el adyuvante óleo vegetal aplicado con la boquilla TTI. El volumen de distribución del caldo en la aplicación de las dos boquillas se vio favorecido, en especial con la adición de adyuvante silicón.

Palabras clave: tecnología de aplicación, surfactante, DMV.

ABSTRACT

BARRÊTO, A. F., L. L. COSTA, J. C. JANINI, M. DA COSTA FERREIRA, G. DE NOBREGA ROMANI. 2011. Distribution volume and diameter of droplets produced by spray nozzles with air induction in the herbicide application with and without adjuvants. *Bol. San. Veg. Plagas*, **37**: 281-289.

The objective was to evaluate the droplet spectrum and volumetric distribution pattern of the herbicide sprayed with and without the use of two adjuvants commercial (organ silicone and vegetable oil) applied with two nozzles with air induction (AI and TTI 110015). The droplet spectrum, volume median diameter (DMV), uniformity coefficient (COEF) and percentage of droplets smaller than or equal to 100 µm were taken as parameters evaluated, using a particle meter laser analyser. Was a table of distribution with graduated cylinders was used to make the distribution profile of the tip with air induction and, the coefficient of variation for the tips was calculated. The results for the droplet spectrum were compared by F test and the mean averages were compared by Tukey test at 5% probability. The addition of adjuvants in the herbicide spray solution provided larger droplets, resulting in smaller drift prone droplets, which was corroborated by the higher value of DMV and percentage of drift prone droplets, these characteristics were evident in the spray solution containing the adjuvant vegetable oil applied with TTI tip. The distribution volume of sprayed herbicide in the application of both nozzles were favored, with the addition of adjuvant organ silicone.

Key words: Application technology, surfactant, DMV.

REFERÊNCIAS

- BAUER, F. C., PEREIRA, F. A. R. 2005. Fitossanidade e produção agrícola. In: BAUER, F. C., VARGAS JÚNIOR, F. M. (Coord.) *Produção e gestão agroindustrial*. Campo Grande: Editora Uniderp, pp. 23-48.
- BAUER, F. C., RAETANO, C. G. 2000. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, SP, **57** (2): 271-276.
- BAUER, F. C., RAETANO, C. G. 2004. Distribuição volumétrica de calda produzida pelas pontas de pulverização XR, TP e TJ sob diferentes condições operacionais. *Planta Daninha*, Viçosa, **22** (2): 275-84.
- BAUER, F. C., RAETANO, C. G., PEREIRA, F. DE A. R. 2006. Padrões de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano 11002, com e sem indução de ar, sob diferentes espaçamentos e alturas. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, **26** (2): 546-551.
- CAMARA, F. T., SANTOS, J. L.; SILVA, E. A., FERREIRA; M. C. 2008. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de bicos hidráulicos de jato plano de faixa expandida XR 11003. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, **28** (4): 740-749.
- CUNHA, J. P. A. R., DA, SILVA JÚNIOR, A. D. DA S. 2010. Volumes de calda e pontas de pulverização no controle químico de *Spodoptera frugiperda* na cultura do sorgo forrageiro. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal SP, **30** (4): 692-699.
- CUNHA, J. P. A. R., RUAS, R. A. A. 2006. Uniformidade de distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, Brasília, **36** (1): 61-66.
- DEUBER, R. Métodos de manejo de plantas daninhas. In: DEUBER, R. *Ciência das plantas infestantes: fundamentos*. Jaboticabal: FUNEP. 2003, 2ed. Cap. IV, pp. 106-148.
- DOURADO NETO, D. D., DARIO, G. J. A., BONNECAR-RÉRE, R. A. G., MARTIN, T. N., MANFRON, P. A., CRESPO, P. E. N., FAGAN, E. B. 2004. Controle de plantas infestantes em semeadura direta com a adição de adjuvante ao herbicida glyphosate. *Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia*. Uruguaiana, **11** (1): 53-61.
- ECS- European Committee for Standardization - Agricultural and forestry machinery - Sprayers and liquid fertilizer distributors - Environmental protection - Part 2: Low crop sprayers. CEN, Brussels, 17 p., 1997. (EN 12761-2).
- FAO. FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. 1998. *Agricultural pesticide sprayers*. Rome, **2** (1): 62.
- FERNANDES, A. P., PARREIRA, R. S. FERREIRA. M. C., ROMANI, G. N., 2007. Caracterização do perfil de deposição e do diâmetro de gotas e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. *Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, **27** (3): 728-733.
- FERREIRA, M. C. 2010. Padrão do jato aspergido, arraste e distribuição de gotas em função da adição de adjuvantes à calda e à pressão de trabalho com diferentes pontas de pulverização de energia hidráulica. 73p. Tese (Livre Docente em Tratamento Fitossanitário) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal.
- IOST, C. A. R. 2008. *Efeito de adjuvantes nas propriedades físico-químicas da água e na redução de deriva em pulverizações sobre diferentes espécies de plantas daninhas*. 63f. Dissertação de Mestrado em

- Agronomia (Proteção de Plantas) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, SP, 2008.
- LANGENAKENS, J. 1999. Spraying nozzles: usability limits. American Society of Agricultural Engineers, St. Joseph, p. 9 (ASAE Paper n.99-1027).
- LORENZI, H. 2000. *Manual de identificação e controle de plantas infestantes: plantio direto e convencional*. 5ed. Nova Odessa: São Paulo.
- MATUO, T., PIO, L. C., RAMOS, H. H., FERREIRA, L. R. 2001. *Tecnologia de aplicação e equipamentos*. In: CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO POR TUTORIA A DISTÂNCIA - PROTEÇÃO DE PLANTAS, Brasília, 71 p.
- NATION, H. J. 1982. The dynamic behaviour of field sprayer booms. *Journal of Agricultural Engineering Research*, London, **36** (1): 61-70.
- PERECIN, D., PERESSIN, V. A., MATUO, T., BRAZ, B. A., PIO, L. C. 1998. Padrões de distribuição obtidos com bicos TF-VS4, TJ60-11006 e TQ15006 em mesa de prova. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, **33** (2): 175-182.
- QUEIROZ, A. A., MARTINS, J. A. S., CUNHA, J. P. A. R. DA. 2008. Adjuvantes e qualidade da água na aplicação de agrotóxicos. *Bioscience Journal*, Uberlândia, MG, **24** (4): 8-19.
- TEEJET TECHNOLOGIES, 2008. **Catálogo 50 A-P**. Wheaton, 192 p.
- VIANA, R. G., FERREIRA, L. R., FERREIRA, M. C., TEIXEIRA, M. M., ROSELL, J. R., TUFFI SANTOS, L. D., MACHADO, A. F. L. 2010. Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva. *Planta Daninha*, Viçosa, MG, **28** (2): 439-446.

(Recepción: 14 abril 2011)

(Aceptación: 11 octubre 2011)