

RAFAEL GOMES VIANA

**SIMULAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE LÍQUIDO E AVALIAÇÃO DE
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS**

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

VIÇOSA
MINAS GERAIS – BRASIL
2010

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

T

V614s
2010

Viana, Rafael Gomes, 1981-

Simulação da deposição de líquido e avaliação de pontas de pulverização para aplicação de herbicidas / Rafael Gomes Viana. – Viçosa, MG, 2010.
xvii, 54f. : il. ; 29cm.

Orientador: Lino Roberto Ferreira.

Tese (doutorado) - Universidade Federal de Viçosa.

Inclui bibliografia:

1. Pulverização. 2. Produtos químicos agrícolas - Aplicação. 3. Equipamento de pulverização. 4. Herbicidas. 5. Ervas daninhas. 6. Engenharia agrícola. 7. Florestas. I. Universidade Federal de Viçosa. II. Título.

CDD 22.ed. 632.94

RAFAEL GOMES VIANA

**SIMULAÇÃO DA DEPOSIÇÃO DE LÍQUIDO E AVALIAÇÃO DE
PONTAS DE PULVERIZAÇÃO PARA APLICAÇÃO DE HERBICIDAS**

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

APROVADA: 18 de junho de 2010.

Prof. Mauri Martins Teixeira
(Co-orientador)

Prof. Francisco Affonso Ferreira
(Co-orientador)

Prof. Leonardo David Tuffi Santos

Prof. Francisco Claudio Lopes de Freitas

Prof. Lino Roberto Ferreira
(Orientador)

A persistência é o caminho do êxito.

Charles Chaplin

*Aos meus pais, Manoel Viana Neto e René Gomes Viana.
Ao meu irmão, Marcos Viana, pelo exemplo acadêmico a ser seguido.
A minha amada esposa, Joseane Viana, a motivação da minha vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

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

À Universidade Federal de Viçosa e ao Departamento de Fitotecnia, por tornar possível a realização deste curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudo no país e no exterior respectivamente.

Ao meu amigo e orientador prof. Lino Roberto Ferreira, pela confiança, pela amizade, pelo incentivo e pela orientação no desenvolvimento desta tese e de minha formação acadêmica. Muito obrigado, por acreditar em um paraense recém chegado a Viçosa.

Ao meu orientador no exterior, prof. Joan Rossel, o qual me recebeu e orientou na maravilhosa Universitat de Lleida (Moltes gràcies).

Ao Centré de Mecanització Agrária por ceder equipamentos, espaço físico e orientação para a realização de experimentos.

Aos Co-orientadores prof. Mauri Martins Teixeira e prof. Francisco Affonso Ferreira, pelas valiosas contribuições e sugestões.

Aos membros da Banca Examinadora, Prof. Leonardo David Tuffi Santos e prof. Francisco Cláudio Lopes de Freitas, pelas sugestões e eterna amizade.

Aos amigos da Universidade Federal de Viçosa: Miler Machado, Amanda Machado, Siumar Tironi, Alessandra Belo, Gigelle, Cintia, Alexandre, Leandro Galon, Paulo Igor, Paulão, Aroldo Machado, Marcelo, Fredin, Evander Alves, Prof. Antônio Alberto, Luís Henrique, Ray, Maria Lita, Edson Santos, Marcelo Cléon pela ajuda, paciência e companheirismo durante o curso.

A mis amics de Lleida-Catalunya: Àngel, Aléx Escolà, Pere (moltes gràcies per la seva amistad), Jaume, Ferrán, Maité, Francesc Solanelles, Felip Gràcia (grande exemplo de caráter e amizade), Laia, Salvador, Ignácio, Eduard, Ricardo Sanz, Antonio, Andreu Taberner, Vicenç, Daniel Babot, Octavi Domingo, Àngel Domingo, Oriol, Eduardo y Murat. Vysca Catalunya!

Aos meus familiares: Raí (Madrinha a bença), Fernando Messias, Murilo Lins, Dora Lins (a bença Doralice), Binda, Netinho (*in memoriam*), Chiquinho (o Fagner da Amazônia), Eliete, Joana d’Arc (*in memoriam*), Raimundo, Paizinha, Sineto, Joaquim Moutinho, Auzenir e Antônia. Meus primos e primas: Ricardo (o zangado mais gente boa de BH), Geane Cleide, Geane Viana, as gabis das geges, Everton Cauper, Fernanda Cauper, Favinha, Andrei (o guerreiro de Dudinka), Cristian, Ralf (não são os cantores), Chico, Ana, Helena, Laurinha, Adriano, Fernanda Messias, Juliana (jujuba), Cadú (o intrépido explorador das savanas africanas), Isabela (belinha a mais nova prima), Kalyane e Karina Silva (mais uma companheira Agrônoma na família). Conforme o último senso Viana, eram quase 100 primos, portanto sintam-se todos agradecidos e muito obrigado por fazerem parte dessa família fantástica. As minhas sobrinhas: Laisa, Gabriela e Juliana.

Aos amigos de Viçosa: Régis, Digão, Reinaldo, Ritinha, Rodrigo Tavares, Montanha, Prof. Tunico careca, Patrícia, Márcia, André e Severino.

Aos eternos amigos do Pará: Cibele Alencar, Christiane Pereira, Fábio Antunes, Diego Gusmão, Reno Noblath, Leonardo Mendonça, Priscila Naiff, Fabiane, Odilon Cardoso, Oscar Barbosa, Calico, Kemper (Tossinho), Marcela, Bruno “Osso”, Sidharta, Neruda, Luis Carlos, Dona Maria José (Marião), Elier, Dani, Dênia, Junior, aos vagas Ricardo “Burns” e Junior “Cabelo”, Lana e Renata.

Aos inesquecíveis companheiros da UFRA, *homo sapiens* de primeira categoria. Os Agroardentes: Waldemiro Junior, Raimundo Cunha, Luís Kinji, Pedro Pedrosa, Marcos Ferreira (cara de pipa), Wilson Leonardo (o inseto). Rogel Paiva (*in memoriam*), Rui Sabaa Srur, Wagner “Pedra doída”, Flamarion, Andréia (cacareco), Augusto, professora Elizabeth Cardoso e Maurício Cardoso (Ozodrak).

Aos Professores da UFRA Kédson Raul Lima, Paulo Santos, Sérgio Pinheiro, Coqueirinho, a Pesquisadora do Museu Paraense Emílio Goeldi Dra. Raimunda Vilhena Potiguara pela orientação em Iniciação Científica e ao Msc. Amaury Bendahan pela orientação em estágio.

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

Finalmente agradeço a companhia do meu contrabaixo de corda enferrujada e ao torresmo com carne do buteco dos taião.

BIOGRAFIA

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

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

Em setembro de 2006, concluiu o curso de pós-graduação em Fitotecnia, em nível de Mestrado, pela Universidade Federal de Viçosa, na área de Plantas Daninhas, Alelopatia, Herbicidas e Resíduos. Em outubro de 2006, ingressou no curso de Doutorado na mesma linha de pesquisa, submetendo-se à defesa de tese em junho de 2010.

SUMÁRIO

LISTA DE TABELAS.....	x
LISTA DE FIGURAS.....	xii
RESUMO.....	xiv
ABSTRACT.....	xvi
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva.....	7
Resumo.....	7
Abstract.....	8
1. Introdução.....	9
2. Material e métodos.....	11
3. Resultados e discussão.....	12
4. Conclusão.....	18
5. Referências bibliográficas.....	18
Distribuição de líquido da ponta de pulverização com indução de ar e jato excêntrico AIUB8502 sob diferentes condições.....	21
Resumo.....	21
Abstract.....	22
1. Introdução.....	23
2. Material e métodos.....	25
3. Resultados e discussão.....	26

4. Conclusão.....	32
5. Referências bibliográficas.....	33
Deposição de líquido na aplicação de herbicidas em faixa.....	35
Resumo.....	35
Abstract.....	36
1. Introdução.....	37
2. Material e métodos.....	38
3. Resultados e discussão.....	40
4. Conclusão.....	42
5. Referências bibliográficas.....	42
Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance.....	44
Resumo.....	44
Abstract.....	45
1. Introdução.....	46
2. Material e métodos.....	47
3. Resultados e discussão.....	47
4. Conclusão.....	52
5. Referências bibliográficas.....	52
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	54

LISTA DE TABELAS

Página

Primeiro capítulo

- | | | |
|---|---|----|
| 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..... | 15 |
| 2 | Vazão das pontas de pulverização TTI110015, AI110015 e AVI11001 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa..... | 16 |
| 3 | Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), amplitude relativa (A.R.) e percentagem do volume em gotas menores que 100 μm (% 100) das pontas de pulverização TTI110015, AI110015 e AVI11001 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa..... | 17 |

Segundo capítulo

- | | | |
|---|---|----|
| 1 | Coeficiente de variação (CV%) do perfil de distribuição e faixa de deposição central avaliada da ponta de pulverização AIUB 8502 em diferentes pressões de trabalho, alturas da barra e espaçamentos entre pontas na barra de pulverização..... | 29 |
| 2 | Médias de vazão e de ângulo de abertura do jato considerando o lado normal e excêntrico em relação ao plano vertical operando nas diferentes pressões..... | 32 |

Terceiro capítulo

1	Coeficiente de Variação (CV%) da sobreposição de jatos em uma barra simulada com duas pontas de pulverização AIUB 8502, intercaladas pelas pontas TTI11002, AIXR11002 e AIRMIX11002.....	41
2	Vazão das pontas de pulverização AIUB, TTI, AIXR e AIRMIX na pressão de 300 kPa.....	41
3	Média do volume de calda gasto para pulverização de 1 ha a uma velocidade de 5 km h ⁻¹ , considerando o volume total da barra.....	42

Quarto capítulo

1	Faixa de aplicação avaliada e coeficiente de variação da faixa central do perfil.....	51
---	---	----

LISTA DE FIGURAS

	Página
Primeiro capítulo	
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.....	13
Segundo capítulo	
1 Perfis de distribuição de líquido da ponta de pulverização AIUB8502 operando nas pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa a 50 cm (A), 40 cm (B) e 30 cm (C) de altura em relação ao alvo.....	27
2 Distribuição volumétrica de duas pontas de pulverização AIUB8502 simulando uma barra de pulverização sob diferentes condições operacionais.....	31
Terceiro capítulo	
1 Sobreposição de jatos das pontas de pulverização AIUB8502 intercaladas pelas pontas TTI11002 a 100 (A), 120 (B) e 150 cm (C); AIXR11002 intercaladas em 100 (D), 120 (E) e 150 cm (F) e AIRMIX intercaladas em 100 (G), 120 (H) e 150 cm (I).....	40

Quarto capítulo

- 1 Perfis de distribuição das pontas de pulverização XT10 a 40 (A), 60 (B) e 90 cm (C); XP10 a 40 (D), 60 (E) e 90 cm (F) e XP20 a 40 (G), 60 (H) e 90 cm (I) nas pressões de 200, 300 e 400 kPa..... 48

RESUMO

VIANA, Rafael Gomes, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, junho de 2010. **Simulação da deposição de líquido e avaliação de pontas de pulverização para aplicação de herbicidas.** Orientador: Lino Roberto Ferreira. Co-orientadores: Mauri Martins Teixeira e Francisco Affonso Ferreira.

Objetivou-se, com este trabalho, realizar a simulação da deposição de líquido e avaliação de pontas de pulverização para aplicação de herbicidas. Foram realizados quatro experimentos com o objetivo de avaliar a distribuição volumétrica e o espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva; a distribuição de líquido da ponta de pulverização com indução de ar e jato excêntrico AIUB 8502 sob diferentes condições; a simulação da deposição de líquido de uma barra para aplicação de herbicidas em faixa em áreas florestais com diferentes pontas de pulverização; e a distribuição volumétrica de pontas de pulverização de longo alcance. Todas as análises foram realizadas nos laboratórios do Centre de Mecanització Agrària de la Generalitat de Catalunya no campus Universitário da Universitat de Lleida – Espanha. No experimento 1 observou-se que as pontas proporcionaram perfil descontínuo nas pressões de 300 e 400 kPa e uniforme a 200 kPa. Ocorre menor CV (abaixo de 7%) com maior pressão de trabalho e menor espaçamento entre pontas. À medida que se aumenta a pressão de trabalho, reduz-se o DMV. As pontas TTI110015 e AI110015 em todas as pressões e a ponta AVI11001, na pressão de 200 kPa, produzem gotas extremamente grossas e gotas grossas nas pressões de 300 e 400 kPa apenas para a ponta AVI11001. As pontas proporcionam baixos valores de amplitude relativa (A.R.) e gotas de tamanho uniforme.

As pontas produzem baixa porcentagem de gotas menores que 100 μm , principalmente as pontas TTI110015 e AI110015, com menor risco de deriva. Foi observado no experimento 2 que a ponta AIUB 8502 apresentou distribuição de líquido excêntrica com um lado descontínuo e extremidade oposta excêntrica, com queda abrupta do volume de líquido. À medida que se aumentou a altura da barra e a pressão de trabalho, alongou-se o perfil do jato. O maior número de configurações uniformes foi obtido na altura de 50 cm decrescendo nas alturas de 40 e 30 cm. A vazão e o ângulo do jato excêntrico aumentaram com o incremento na pressão, não havendo diferença entre o ângulo do jato descontínuo e total entre as pressões de 400 e 500 kPa, e 200 e 300 kPa. No experimento 3 somente foi observado perfil uniforme da barra para a ponta AIXR nos espaçamentos de 100 e 120 cm e da ponta AIRMIX no espaçamento de 100 cm. Todas as pontas apresentaram vazão de acordo com a norma ISSO 5682-1 de codificação por cores. No experimento 4 foram observados que as pontas XT010 e XP10 apresentaram perfil irregular em todas as condições avaliadas com picos de deposição próxima a localização da ponta. A ponta XP20 apresentou perfil ligeiramente mais uniforme, com maior deposição de líquido na faixa central e redução abrupta nas extremidades. Foram observados CV% com valores entre 24,74 a 59,91%. A ponta XP20 apresentou sete configurações com CV% abaixo de 40% e as pontas XT010 e XP10 seis e duas respectivamente. O incremento na pressão e na altura promoveu alongamento do perfil e aumento da faixa de aplicação pulverizada, com valores entre 1,95 até 5,00 m. Essas pontas apresentam potencial uso na aplicação de herbicidas que não exigem boa cobertura e uniformidade do alvo como, os herbicidas sistêmicos aplicados em pós-emergência e herbicidas aplicados em pré-emergência.

ABSTRACT

VIANA, Rafael Gomes, D. Sc., Universidade Federal de Viçosa, June, 2010. **Simulation of liquid deposition and spray nozzle evaluation for herbicide application.** Adviser: Lino Roberto Ferreira. Co-advisers: Mauri Martins Teixeira and Francisco Affonso Ferreira.

This work had the objective to simulate the liquid deposition and spray nozzles to herbicides application. Therefore, was conducted four experiments to evaluate: 1) the volumetric distribution and droplet spectra by low drift spray nozzles; 2) liquid distribution of air induction and off-center spray nozzle under different conditions; 3) simulation of liquid deposition of a spray boom to herbicide application in tracks in forests areas with different spray nozzles and 4) volumetric distribution of long range eccentric spray nozzles. All tests were performed in the laboratories of the Centre de Mecanització Agrària de la Generalitat de Catalunya on the campus of the Universitat de Lleida – Spain. In experiment 1 showed the nozzles provided discontinuous profile in 300 and 400 kPa and uniform profile at 200 kPa. Satisfactory CV (under 7%) obtained, when it was used highest pressure and lowest space between nozzles. The droplet size (VMD) was reduced as pressure was increased. Nozzles TTI110015 and AI11015 in all pressures and nozzle AVI11001, in 200 kPa had presented extra coarse droplets and coarse droplets with AVI11001 under 300 and 400 kPa pressures. The nozzles (AI and TTI) had presented more uniformity of droplet size on the highest pressure than AVI, considering the value of span. Nozzles had presented low % 100 μm , out standing the nozzle TTI110015 and AI110015 with smaller value, therefore

with smallest drift risk. Was observed in experiment 2, the nozzle AIUB 8502, presented an eccentric distribution of liquid with a discontinuous side and eccentric opposing end, with sharp decrease in the volume of liquid. Increases in the height of the bar and the working pressure extended up the profile distribution. The largest number of uniform configurations was obtained in the height of 50 cm, decreasing in the heights of 40 and 30 cm. The angle and flow rate of the off-center nozzle increased with the increase in pressure, with no differences between discontinuous and total angles between 400 and 500 kPa, and 200 and 300 kPa pressure ranges. Experiment 3 was only observed uniform profile of the bar with the nozzle AIXR spaced in 100 and 120 cm and the nozzle AIRMIX spaced in 100 cm. All nozzles presented flow rate according to ISO 5682-1 color-coding. In experiment 4 it is observed irregular profile in all conditions to the nozzles XT010 and XP10 with peaks of deposition near to the tip location. The nozzle profile XP20 has slightly more uniform, with greater deposition of liquid in the central belt and abrupt reduction in the extremities. CV% was observed with values ranging from 24.74 to 59.91%. The nozzle XP20 presented seven configurations with CV% below 40% and nozzles XT010 and XP10 with six and two respectively. The increase in pressure and height promoted elongation of the profile and increase the range of spray application, ranging from 1.95 to 5.00 m. The spray nozzles have potential for use in the application of herbicides that do not require good coverage and uniformity of the target as the systemic herbicides applied in post-emergency and herbicides applied in pre-emergency.

1. INTRODUÇÃO GERAL

A aplicação de herbicidas em diversas atividades muitas vezes torna-se um problema de questões econômicas e ambientais devido ao emprego de técnicas inadequadas de aplicação, sendo comum a ocorrência de contaminações de organismos não-alvo (EDWARDS, 1989; MOORMAN e DOWLER, 1991; SILVA *et al.*, 2006; SANTOS *et al.*, 2003, 2004, 2005) de culturas sensíveis ao herbicida (TUFFI SANTOS *et al.*, 2008; RIGOLI *et al.*, 2008; FIGUEREDO *et al.*, 2007), baixo rendimento operacional (FREITAS *et al.*, 2005; FERREIRA *et al.*, 2009; COSTA *et al.*, 2007; VIANA *et al.*, 2009) e baixa eficiência de controle de plantas (PROKOP e VEVERKA, 2003).

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

Dentre as várias técnicas de aplicação, as que se baseiam na pulverização hidráulica são as mais difundidas, devido à flexibilidade que oferecem em diferentes situações (TEIXEIRA, 1997). Nesse tipo de pulverização, o componente de maior importância são as pontas de pulverização, cujas características determinam a qualidade e eficiência na aplicação, como: tamanho de gota, porcentagem de cobertura do alvo,

densidade de gotas, distribuição volumétrica, ângulo do jato de pulverização, entre outros (MILLER e ELIS, 2000; BAUER e RAETANO, 2004)

A escolha da ponta de pulverização é baseada nas características intrínsecas a aplicação do herbicida, levando-se em conta a dinâmica do produto no ambiente, mecanismo de ação, fatores climáticos, localização da aplicação, biologia da planta daninha, entre outros. Portanto a correta seleção de pontas deve ser realizada com o conhecimento prévio dos atributos de cada ponta como: o tamanho de gotas, ângulo do jato, altura da ponta em relação ao alvo, espaçamento entre pontas, distribuição volumétrica e tipo de jato.

Para tanto, diversos autores se utilizam da avaliação de pontas de pulverização em laboratório, como intuito de ofertar informações precisas quanto às características técnicas das pontas de pulverização e do dimensionamento de barras para aplicação de herbicidas sendo simuladas diferentes condições operacionais (ETHERIDGE *et al.*, 1999; FERREIRA *et al.*, 2009; FERREIRA, *et al.*, 2007; FURLANETTI *et al.*, 2001; CUNHA *et al.*, 2007; CUNHA e RUAS, 2006; RODRIGUES *et al.*, 2004; FREITAS *et al.*, 2005; VIANA *et al.*, 2009; SOLANELLES, 2009).

Diversas áreas agrícolas e não-agrícolas em que se utiliza a aplicação de herbicidas requerem especial atenção devido às características de plantio, localização e sensibilidade da cultura ao herbicida. Algumas dessas situações são as aplicações de herbicidas em áreas florestais jovens e adultas, controle de plantas na linha ou entrelinha de plantio de culturas perenes, aplicações em rodovias, ferrovias e em fruticultura.

Nessas condições a escolha das pontas de pulverização e o dimensionamento de barras se dão pela adaptação de barras utilizadas em cultivos tradicionais o que muitas vezes é realizada de maneira inadequada devido à falta de conhecimento de fatores como a correta pressão de trabalho, altura da ponta em relação ao alvo, espaçamento entre pontas, combinação apropriada entre pontas de jato excêntrico e jato convencional, faixa de aplicação uniforme e rendimento operacional.

Um dos problemas ocasionados pela má regulagem de pulverizadores e montagem inadequada de barras para aplicação de herbicidas em áreas florestais pode ser constatada pela deriva de glyphosate. Mesmo em empresas que adotam elevado nível tecnológico verifica-se a ocorrência de deriva do glyphosate durante as aplicações dirigidas para o controle de plantas daninhas, que atinge principalmente os ramos mais baixos das plantas de eucalipto. Isso tem causado, com frequência, ocorrência de intoxicação na parte aérea das plantas de eucalipto. O efeito maléfico da deriva de

glyphosate foi observado por Tuffi Santos *et al.* (2007), no crescimento e na morfoanatomia foliar em mudas de eucalipto submetidas à deriva de glyphosate além de reduzir o 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 em tomate (FIGUEREDO *et al.*, 2007) e em maracujazeiro amarelo (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2008).

Além disso, as injúrias causadas pelo glyphosate nas folhas podem funcionar como porta de entrada a penetração de patógenos na planta (TUFFI SANTOS *et al.*, 2006) e provocar alterações metabólicas pela interferência na síntese de lignina, fitoalexinas (LÉVESQUE e RAHE, 1992; RIZZARDI *et al.*, 2003) e de outros compostos, como o ácido salicílico, ligados aos mecanismos de defesa das plantas (DUKE *et al.*, 2006).

Em plantios adultos de espécies florestais, ferrovias, rodovias e em demais espécies frutícolas arbóreas, é comum a aplicação de herbicida não seletivo em área total com pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance, devido ao impedimento da utilização de barra convencional. Informações sobre a faixa de deposição e altura de trabalho em relação ao alvo são incipientes e necessitam de maiores pesquisas de maneira a facilitar tanto a indicação técnica como os potenciais meios de utilização (TORSTENSON, 2001; MILLER, 1990).

Outra situação peculiar se dá pela aplicação em faixa de herbicidas na linha ou entrelinha de plantio de cultivos arbóreos jovens. Nesses cultivos é comum a aplicação de herbicidas em uma faixa uniforme de 100 a 150 cm na linha de plantio. As barras para aplicação são confeccionadas de maneira a realizar a sobreposição de jatos de pontas de pulverização excêntricas e pontas de distribuição normal perfazendo uma distribuição volumétrica uniforme. Contudo as configurações das pontas na barra, espaçamento e altura de trabalho são empregadas empiricamente, sem uma adequada calibração, conforme demonstrado por Ferreira, *et al.* (2009) simulando diversas configurações de pontas de pulverização para aplicação de herbicidas em áreas florestais.

Dada a importância da utilização adequada da tecnologia de aplicação de herbicidas, objetivou-se com este trabalho simular a deposição de líquido e avaliar pontas de pulverização para aplicação de herbicidas.

2. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.275-84, 2004.
- COSTA, A.G.F.; et al. Efeito da intensidade do vento, da pressão e de pontas de pulverização na deriva de aplicações de herbicidas em pré-emergência. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p.203-210, 2007.
- CUNHA, J.P.A.R.; et al. Avaliação do espectro de gotas de pontas de pulverização hidráulicas utilizando a técnica de difração do raio laser. **Eng. Agrí.**, v.27, n.espe., p.10-15, 2007.
- CUNHA, J.P.A.R.; RUAS, R.A.A. Uniformidade de distribuição de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.61-66, 2006.
- DUKE, S.O.; et al.. Hormesis: Is it an important factor in herbicide use and allelopathy. **Outlooks on Pest Management**, v.17, n.1, p.29-33, 2006.
- EDWARDS, C. A. Impact of herbicides on soil ecosystems. **Crit. Rev. Plant Sci.**, v.8, p.221-257, 1989.
- ETHERIDGE, R.E.; et al. Characterization of the spray droplet spectra and patterns of four venturi-type drift reduction nozzles. **Weed Technology**, v.13, p.765-770, 1999.
- FERREIRA, M.C.; et al. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.471-478, 2007.
- FERREIRA, M.C.; et al. Distribuição da calda herbicida por pontas de pulverização agrícola utilizadas em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Eng. Agrí.**, v.29, n.2, p.267-276, 2009.

- 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.
- FURLANETTI, A.C.; et al. Uniformidade de deposição da calda de pulverização de herbicidas em barra lateral protegida com diferentes combinações de pontas de pulverização. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.445-455, 2001.
- LÉVESQUE, C.A.; RAHE, J.E. Herbicide interaction with fungal root pathogens, with special reference to glyphosate. **Annual Review Phytopathology**, v.30, p.579-602, 1992.
- MATUO, T. et al. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: Curso de proteção de plantas. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.
- MILLER, J.H. Spray Distribution of Boomless Nozzles: The Boomjet 5880, Radiarc and Boom Buster. In: Proceedings, 43rd Annual Meeting Southern Weed Science Society; Atlanta, GA. Champaign, IL: Southern Weed Science Society: 203-214, 1990.
- MILLER, P.C.H.; ELLIS M.C. B. Effects of formulation on spray nozzle performance for applications from ground-based boom sprayers. **Crop protection**. v.19, p. 609-615, 2000.
- MOORMAN, T.B.; DOWLER, C.C. Herbicide and rotation effects on soil and rhizosphere microorganisms and crop yields. **Agric. Ecos. Environ.**, v.35, p.311-325, 1991.
- PROKOP, M.; VEVERKA, K. Influence of droplet spectra on the efficiency of contact and systemic herbicides. **Plant Soil Environment**, v.49, n.2, p.75-80, 2003.
- 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.
- RIZZARD, M.A.; et al. Ação dos herbicidas sobre o mecanismo de defesa das plantas aos patógenos. **Ciência Rural**, v.33, n.5, p. 957-965, 2003.
- RODRIGUES, G.J.; et al. Análise da distribuição volumétrica de bicos de pulverização tipo leque de distribuição uniforme. **Eng. na Agric.**, v.12, n.1, p.7-16, 2004.
- SANTOS, J.B.; et al. Comportamento de estirpes de *Bradyrhizobium* sp. sob efeito de componentes do glyphosate potássico. **Rev. Ci. Agron.**, v.34, n.2, p.201-206, 2003.
- SANTOS, J. B.; et al. Efeitos de diferentes formulações comerciais de glyphosate sobre estirpes de *Bradyrhizobium*. **Planta Daninha**, v.22, n.2, p.293-300, 2004.

- SANTOS, J.B.; et. al. Tolerance of *Brady rhizobium* strains to Glyphosate formulations. **Crop Protec.**, v.24, p.543-547, 2005.
- SILVA, A.C.; et al. Micorrização e épocas de dessecação de *Brachiaria brizantha* e no desenvolvimento da soja. **Planta Daninha**, v.24, n.2, p.271-277, 2006.
- SOLANELLES, F. **Avaluació de diferents tècniques d'aplicació per a la reducció de la contaminació en els tractaments fitosanitaris**. 2009. 204 f. Tese (Doutorado em Engenyeria Agronomica) – Universitat de Lleida, Lleida, 2009.
- 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.
- TORSTENSSON, L. Use of herbicides on railway tracks in Sweden. **Pesticide outlook**, v.12, p.16-21, 2001.
- TUFFI SANTOS, L.D. **Efeitos diretos e indiretos do glyphosate em eucalipto**. 2006. 78 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.
- 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.
- TUFFI SANTOS, L.D.; et al. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.9-16, 2008.
- VIANA, R.G.; et al. Deposición 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.

Distribuição volumétrica e espectro de gotas de pontas de pulverização de baixa deriva

Resumo – Objetivou-se 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, a 30, 40 e 50 cm de altura e espaçamentos entre pontas de 40 a 100 cm. O espectro de gotas foi produzido utilizando apenas água como calda em 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 μ m (%100 μ m) e a amplitude relativa (A.R.). As pontas proporcionaram perfil descontínuo nas pressões de 300 e 400 kPa e uniforme a 200 kPa. Na pressão de 200 kPa, as pontas são adequadas apenas para aplicação em faixa e a 300 e 400 kPa, apenas para área total. Ocorre menor CV (abaixo de 7%) com a maior pressão de trabalho e menor espaçamento entre pontas. À medida que se aumenta a pressão de trabalho, reduz-se o DMV. As pontas TTI110015 e AI110015 em todas as pressões e a ponta AVI11001, na pressão de 200 kPa, produzem gotas extremamente grossas e gotas grossas nas pressões de 300 e 400 kPa apenas para a ponta AVI11001. As pontas estudadas proporcionam baixos valores de amplitude relativa (A.R.) e gotas de tamanho uniforme. As pontas produzem baixa porcentagem de gotas menores que 100 μ m, principalmente as pontas TTI110015 e AI110015, resultando em menor risco de deriva.

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

Volumetric distribution and droplet spectra by low drift spray nozzles

Abstract – This study, had aimed to evaluate distribution profile and droplet spectra for low drift spray nozzles TTI110015, AI110015 and AI11001, under different operational conditions. The volumetric distribution was determinate in a patternator. The analyze of coefficient of variation (CV), was simulated in computer using data from pressures of 200, 300 and 400 kPa, height of 30, 40 and 50 cm in relation to patternator and spacing among nozzle from 40 to 100 cm. Were determinate the Volume Median Diameter (VMD), span (A.R.) and percentage of droplets with less diameter than 100 μm (% 100 μm), under pressures of 200, 300 and 400 kPa in a size analyzer particles. Nozzles are not able to use in total area application with 200 kPa, being indicate for placed application. Under 300 and 400 kPa pressures, it is indicate total area application. Satisfactory CV (under 7%) obtained, when it was used highest pressure and lowest space between nozzles. The droplet size (VMD) was reduced as pressure was increased. Nozzles TTI110015 and AI11015 in all pressures and nozzle AVI11001, in 200 kPa had presented extra coarse droplets and coarse droplets with AVI11001 under 300 and 400 kPa pressures. The nozzles (AI and TTI) had presented more uniformity of droplet size on the highest pressure than AVI, considering the value of span. Nozzles had presented low % 100 μm , out standing the nozzle TTI110015 and AI110015 with smaller value, therefore with smallest drift risk. All of the nozzles in all evaluated pressures presented droplets with reduced risk of drift.

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

1. 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 como os principais componentes da pulverização hidráulica, pois promovem características que asseguram melhor segurança e eficiência 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 a 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. Esta uniformidade é diretamente afetada 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 e 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 utilizado a 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, toxidez 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. Porém, 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 terminarem no solo (TEIXEIRA, 1997).

Os parâmetros de maior importância para a determinação da população de gotas são: o Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), amplitude relativa (A.R.) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm . Essas características conjuntamente definem o potencial de deriva de gotas, a homogeneidade de gotas e o tamanho característico das gotas produzidas por uma determinada ponta de pulverização. Quanto maior o valor da amplitude relativa (A.R.), 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 na 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 nas 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 reduzir o 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 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 com translocação via simplasto (floema) em pós-emergência. Tais pontas também são recomendadas para qualquer herbicida aplicado diretamente ao solo e em pré-emergência (Viana, *et al.*, 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 para se obter maior capacidade operacional, eficiência na cobertura do alvo e menor risco ambiental.

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

2. 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 portáteis sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas em “V”, separadas entre si em cinco centímetros, padronizadas de acordo com a norma ISO 5682/1 (ISO, 1986).

Foram utilizadas dez unidades de cada ponta, instaladas isoladamente no centro da mesa, de modo que o jato fosse lançado na posição vertical. Para cada ponta realizaram-se cinco amostragens. Durante 60 segundos, foi coletado o líquido em provetas graduadas, alinhadas com cada canaleta ao longo da faixa de deposição.

Com base nos volumes médios coletados nas repetições, em cada tratamento, foram determinados os perfis de distribuição volumétrica de cada ponta, com posterior simulação do padrão médio de distribuição volumétrica ao longo da barra de pulverização, o qual foi determinado em 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 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 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 um pulverizador pressurizado a ar comprimido (pressão constante). Foram determinados o Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), a amplitude relativa (A.R.) e a porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 100 μm .

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

3. Resultados e discussão

As pontas avaliadas nas pressões de 300 e 400 kPa, proporcionaram perfis de distribuição descontínuo, 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).

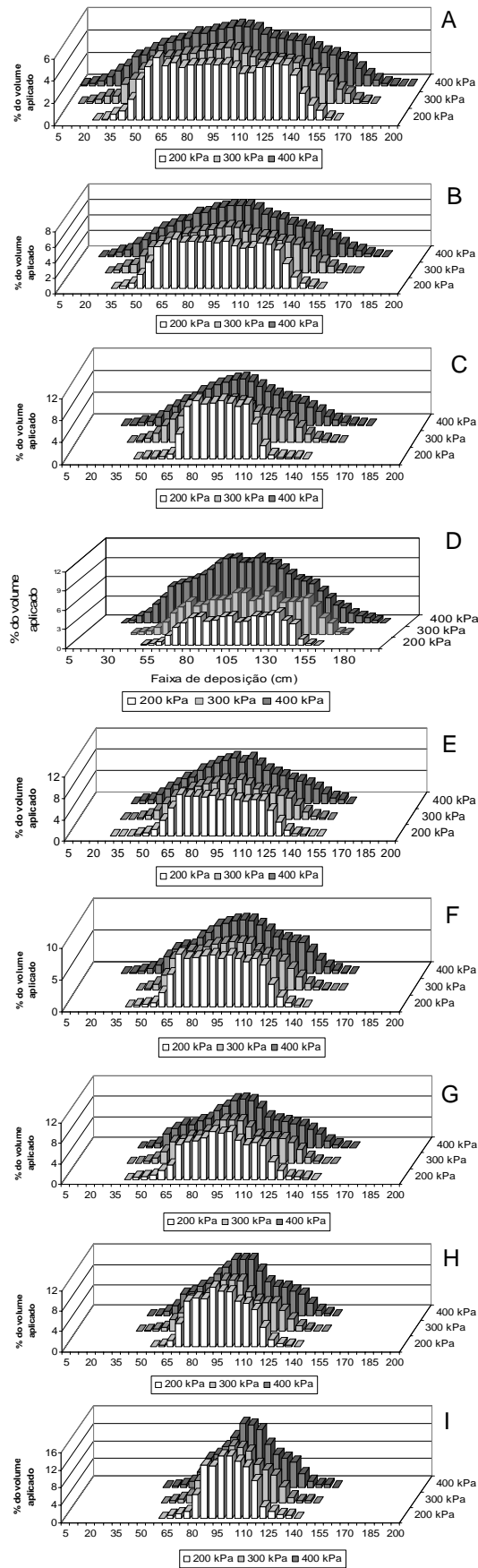


Figura 1 – Perfis de distribuição das pontas TTI110015 a 50 (A), 40 (B) e 30 cm de altura (C), AI110015 a 50 (D), 40 (E) e 30 cm de altura (F) e AVI11001 a

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), ambos avaliaram 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, são indicadas para aplicação em área total a 200 kPa (Tabela 1). No entanto, se ocorrer variações na altura da barra (trepidação) a distribuição proporcionada por essa ponta nestas 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 obstáculos como tocos e resíduos culturais. 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. Destaca-se a altura de 40 e 30 cm como uma maneira de se 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; altura de 40 cm e espaçamento de 40 cm e 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 do perfil de distribuição das pontas de pulverização TTI110015, AI110015 e AVI11001 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 (%)*								
		TTI110015			AI110015			AVI11001		
		50	40	30	Altura da barra (cm)			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 pode estar relacionado ao menor ângulo de pulverização. Isto ocorre, provavelmente, devido ao mecanismo de a ponta perder energia cinética das gotas provocada pela indução de ar. Este fato é relatado por Viana *et al.* (2007), que relatam a possibilidade de perda de carga devido a 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 ADGA110015 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. Isto 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, mas também a suscetibilidade à deriva e à evaporação.

A maior quantidade de configurações da ponta TTI110015 na pressão de 300 kPa, em detrimento as demais pontas (Tabela 1), deve-se ao mecanismo de formação do jato. Neste caso, aumenta o ângulo devido ao impacto do mesmo em um plano inclinado e, por consequência, aumenta a sobreposição dos jatos. Viana *et al.* (2009) e Freitas *et al.* (2005) observaram que mesmo a 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 a 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 TT11002, que pode ser combinada com espaçamentos de até 120 cm e resulta em excelente distribuição e baixo volume de calda. Além disso, pode-se reduzir a altura da ponta TTI110015 para 30 cm e dessa maneira reduzir a distância da gota em relação ao alvo e assim reduzir 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; altura de 40 e 30 cm e espaçamento de 45 e 50 cm.

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

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

Pressão (kPa)	Vazão (L min ⁻¹)					
	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.

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

Tabela 3 – Diâmetro da Mediana Volumétrica (DMV), amplitude relativa (A.R.) e percentagem do volume em gotas menores que 100 µm (% 100) das pontas de pulverização TTI110015, AI110015 e AVI11001 nas pressões de 200, 300 e 400 kPa

Ponta	Pressão (kPa)	DMV* (µm)	A.R.	% 100 (µm)
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 µm; gota muito grossa = 375 a 450 µm; gota extremamente grossa >450 µm.

O DMV (Tabela 3) proporcionado pelas pontas TTI110015 e AI110015 em todas as pressões e a ponta AVI11001 na pressão de 200 kPa classificam 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 gerada pela ponta AVI11001, em comparação das 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 a aplicação de herbicidas em pré-emergência e herbicidas sistêmicos em pós-emergência, como o glyphosate em aplicação dirigida em culturas de eucalipto e café. Estas 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 sendo mais

propensas à deriva, por isso deve-se 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 100µm (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 µm; são adequados para aplicações seguras, com menor risco de deriva. A ponta TTI110015 proporcionou as menores porcentagens de gotas com diâmetro inferior a 100 µm 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 µm, por isso apresenta maior risco de deriva.

4. Conclusão

As pontas TTI110015, AI110015 e AVI11001, devem ser utilizadas para aplicação em área total com pressões de 300 e 400 kPa e em aplicação dirigida na pressão de 200 kPa. As pontas TTI110015, AI110015 e AVI11001 promovem gotas com baixo potencial de deriva sendo classificadas de grossas a extremamente grossas. Conforme a classificação das gotas, as pontas são indicadas para aplicação em pós-emergência de herbicidas que translocam via floema e herbicidas aplicados em pré-emergência.

5. Referências Bibliográficas

- 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: UFV, 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 Protection**, v.20, n.2, p.333-343, 2001.
- CUNHA, J.P.A.R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.
- DOBLE, S.J.; et al. A system for classifying hydraulic nozzles and other atomizers into categories of spray quality. **Brit. Crop Prot. Coun.**, v.9, n.1, p.112-122, 1985.
- FERNANDES, A.P.; et al. Caracterização do perfil de deposição e otimização do espaçamento entre bicos na barra de pulverização. **Engenharia Agrícola**, 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, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal, 2003.
- FERREIRA, M.C.; et al. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, 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.
- ISO – International Organization for Standardization. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: ISO, 1986. 5 p. (ISO 5682/2).
- MATTHEWS, G.A. The application of chemicals for plant disease control. In: WALLER, J.M.; LENNÉ, J.M.; WALLER, S.J. **Plant pathologist's pocketbook**. London: CAB, 2002. p. 345-353.
- MATUO, T.; 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**. 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.
- 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. Deposición 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. **Transactions of the ASAE**, v.42, n.3, p. 609-616, 1999.

Distribuição de líquido da ponta de pulverização com indução de ar e jato excêntrico AIUB8502 sob diferentes condições

Resumo – Objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição de líquido da ponta de pulverização com indução de ar e jato excêntrico AIUB8502 sob diferentes condições operacionais. Foi avaliado o perfil individual, vazão, ângulo de abertura do jato, faixa de aplicação e distribuição volumétrica simulada de uma barra com duas pontas AIUB8502 nas pressões de trabalho de 200, 300, 400 e 500 kPa, altura de 30, 40 e 50 cm em relação ao alvo e espaçamento entre pontas entre 30 a 100 cm. Todas as análises foram realizadas seguindo as norma ISO 5682-1 com algumas adaptações. A ponta apresentou distribuição de líquido excêntrica com um lado descontínuo e extremidade oposta excêntrica, com queda abrupta do volume de líquido. A medida que se aumentou a altura da barra e a pressão de trabalho, alongou-se o perfil do jato. O maior número de configurações uniformes foi obtido na altura de 50 cm decrescendo nas alturas de 40 e 30 cm. A vazão e o ângulo do jato excêntrico aumentaram com o incremento na pressão, não havendo diferença entre o ângulo do jato descontínuo e total entre as pressões de 400 e 500 kPa, e 200 e 300 kPa.

Palavras chave: barra, bico, florestas, pré-emergente, aplicação em faixa, mudas.

Liquid distribution of air induction and off-center spray nozzle AIUB8502 under different conditions

Abstract – The objective of this study was to evaluate the distribution of air induction and off-center nozzle AIUB8502 under different operating conditions. We evaluated the individual profile, spray nozzle outflow, spray angle, spray width and simulated distribution profile for two AIUB8502 nozzles at working pressures of 200, 300, 400 and 500 kPa, heights of 30, 40 and 50 cm from the target and spacing from 30 to 100 cm. All tests were performed following the ISO 5682-1 with some adaptations. The nozzle presented an eccentric distribution of liquid with a discontinuous side and eccentric opposing end, with sharp decrease in the volume of liquid. Increases in the height of the bar and the working pressure extended up the profile distribution. The largest number of uniform configurations was obtained in the height of 50 cm, decreasing in the heights of 40 and 30 cm. The angle and flow rate of the off-center nozzle increased with the increase in pressure, with no differences between discontinuous and total angles between 400 and 500 kPa, and 200 and 300 kPa pressure ranges.

Keywords: spray boom, nozzle, uniform application, pre-emergency, seedlings.

1. Introdução

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

Pulverizações hidráulicas são utilizadas na maioria das aplicações de agrotóxicos devido à flexibilidade que oferecem em diversas situações (TEIXEIRA, 1997). É essencial conhecer o comportamento dos componentes envolvidos na pulverização hidráulica e, dentre eles, a ponta de pulverização, considerada a parte mais importante, por ser responsável pela formação e distribuição de gotas sobre o alvo (MATUO, 1990).

O sucesso na aplicação de agrotóxico depende de pontas de pulverização que propiciem um perfil de distribuição uniforme ao longo da barra, espectro de gotas homogêneo e de tamanho adequado (CUNHA, 2003).

A uniformidade na distribuição da calda aplicada ao longo da barra, varia com as condições de montagem e de operação, dentre elas: espaçamento entre pontas, altura da barra, ângulo de abertura do jato e pressão de trabalho (PERECIN *et al.*, 1999).

A uniformidade de distribuição preconizada pela norma UNE-EM 12761:2 (2002) estabelece que o coeficiente de variação (CV%) da sobreposição de jatos seja menor que 7% quando utilizado a altura, espaçamento e pressão recomendados pelo fabricante e de até 9% em configuração distinta. Valores acima podem indicar sobreposição exagerada ou deficiente, acarretando problemas no controle de plantas daninhas, pragas ou doenças em razão de falhas de sobreposição de jatos ou intoxicação de culturas, perdas financeiras e danos ao ambiente em sobreposição demasiada. São conhecidos diversos exemplos de intoxicação de culturas provocados diretamente por deriva de herbicidas não-seletivos. Em eucalipto foram observados danos visuais e anatômicos nas folhas (TUFFI SANTOS *et al.*, 2008) e na produção de madeira (TUFFI SANTOS *et al.*, 2007) provocados pela deriva de glyphosate. Rigoli *et al.* (2008) observaram danos no desenvolvimento e crescimento em plântulas de beterraba e

cenoura, efeito similar em tomate (FIGUEREDO *et al.*, 2007) e em maracujazeiro amarelo (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2008) todos por efeito da deriva de glyphosate.

O conhecimento das características de distribuição volumétrica pode favorecer também a indicação de espaçamentos entre pontas que promovam maior faixa de aplicação, menor volume de calda e maior rendimento operacional sem, contudo reduzir a eficiência de controle. Esses fatos foram evidenciados por diversos autores, que indicam espaçamentos, pressões de trabalho e altura da ponta em relação ao alvo que favoreçam maior rendimento operacional e eficiência de controle (CUNHA *et al.*, 2006; FERREIRA *et al.*, 2007; FREITAS *et al.*, 2005; VIANA *et al.*, 2007 e VIANA *et al.*, 2009).

Além da distribuição do agrotóxico, outras características são de suma importância para correta aplicação de produto tais como o espectro de gotas, vazão, ângulo de abertura e formato do jato. Um dos problemas que podem ser minimizados é a deriva de calda. As pontas de pulverização com ar induzido promovem a inclusão de ar na gota produzida formando uma grande partícula, as quais se depositam no alvo com maior eficiência, tendo o inconveniente de não cobrir o alvo em grandes proporções o que não é limitante para herbicidas aplicados em pré-emergência ou herbicidas sistêmicos em pós-emergência (VIANA *et al.*, 2007). Etheridge *et al.* (1999) observaram maior diâmetro da mediana volumétrica e menor porcentagem de gotas com diâmetro inferior a 250 μm para as pontas de pulverização com indução de ar comparado a pontas de jato plano convencionais, indicando as pontas com ar induzido para redução de deriva de herbicidas não seletivos.

Pontas de pulverização de jato excêntrico são aquelas que possuem formato de jato direcionado somente para um lado de maneira a produzir uma extremidade de jato descontínuo ou uniforme a qual exige sobreposição com outro jato uniforme e outra extremidade com queda abrupta de deposição de calda, podendo ser recomendada para uso em diversas situações tais como, utilização no final de barras de pulverização durante tratamento de culturas sensíveis e de áreas não-alvo; aplicação em faixa ou dirigida a culturas como a aplicação de herbicidas pré-emergentes sobre mudas de frutíferas e espécies florestais e aplicações abaixo da copa.

A ponta de pulverização AIUB8502 possui as características de jato excêntrico, combinadas com a indução de ar, com maior tamanho de gota e menor propensão a deriva. É indicada para aplicação em pós-emergência de herbicidas sistêmicos ou em pré-emergência das plantas daninhas e adubos foliares, os quais não necessitam de

grande cobertura do alvo. Como exemplo prático de utilização desta ponta pode ser citado a aplicação de herbicidas pré-emergentes sobre linhas de plantio de eucalipto, café e frutíferas. O espaçamento entre pontas, a pressão de trabalho, a altura da ponta em relação ao alvo e a faixa de aplicação não são conhecidos para uma pulverização criteriosa nessas situações. Assim, objetivou-se com este trabalho, avaliar a distribuição de líquido, o ângulo de saída do jato e a vazão da ponta de pulverização de jato excêntrico AIUB 8502 sob diferentes condições operacionais.

2. Material e métodos

As avaliações foram realizadas nos laboratórios do Centre de Mecanització Agrària de la Generalitat de Catalunya no campus Universitário da Universitat de Lleida-Espanha. Foram utilizados cinco pontas de pulverização AIUB8502 novas, sendo cada unidade considerada uma repetição.

Os perfis de distribuição foram determinados utilizando-se uma barra portáteis sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas metálicas, separadas entre si em cinco centímetros e com provetas com capacidade para 300 mL alinhadas a cada canaleta. A mesa foi construída de acordo com a norma ISO 5682-1 (ISO, 1996).

A ponta foi instalada isoladamente no centro da mesa, de modo que o jato fosse lançado na posição vertical por um tempo suficiente para que pelo menos uma proveta tivesse 90% do seu volume completado. A cada repetição foi realizada a média de três avaliações e os volumes coletados transformados em porcentagem do volume aplicado com posterior plotagem dos dados em gráfico (Microsoft Excel[®]). Foram utilizados as pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa e alturas de 30, 40 e 50 cm em relação a mesa.

Com base nos volumes médios coletados em cada tratamento, foram simulados o padrão médio de distribuição volumétrica ao longo de uma barra de pulverização com duas pontas AIUB 8502 com o lado descontínuo sobrepondo ao centro da barra e espaçamento entre pontas de 30, 40, 50, 60, 70, 80, 90 e 100 cm, de maneira a indicar a melhor relação altura, espaçamento entre pontas e pressão de trabalho para aplicação em faixa. Foi calculado o Coeficiente de Variação (CV%) da sobreposição dos jatos sendo os valores abaixo de 7% considerados uniformes e indicados à aplicação. A faixa de deposição analisada na distribuição volumétrica foi realizada entre os dois maiores

volumes coletados de cada ponta e no caso de CV% menores que 7% a faixa foi sendo aumentada até onde fosse uniforme, ou seja, com CV% abaixo de 7%.

A vazão da ponta foi mensurada nas pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa em um caudalímetro eletromagnético (Digitron +), dotado de um sistema hidráulico, dispositivo eletrônico de restrição de pressão e analisador de vazão em tempo real, conforme realizado por Sztachó-Pekáry (2006). A pressão de 300 kPa serviu de referência para se verificar se a vazão da ponta está de acordo com as normas de codificação por cores pela norma ISO 5682-1 (1996).

A determinação do ângulo do jato foi feita por meio de imagens frontais da ponta de pulverização operando nas pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa, obtidas com câmera digital com resolução de 6.1 megapixels e com a função Flash ativada. As imagens foram analisadas por meio do software Image Tool versão 3.0. O ângulo de abertura foi medido a partir das projeções delimitadas tangencialmente às bordas do jato sendo mensurado o ângulo do jato descontínuo, excêntrico e o ângulo total das pontas sendo calculado pela soma dos ângulos normal e descontínuo.

A análise da distribuição volumétrica das pontas de pulverização foi realizada pelo cálculo do coeficiente de variação da sobreposição dos jatos e os dados de vazão e ângulo do jato foram submetidos à ANOVA e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas no software SAEG Versão 8.0 (UFV, 2000).

4. Resultados e discussão

A ponta de pulverização AIUB8502 possui perfil de distribuição com maior deposição de líquido em uma das extremidades e queda abrupta para o lado excêntrico, apresentando deposição descontínua na extremidade oposta (Figura 1), fato este possivelmente relacionado ao ângulo de saída do jato pulverizado, sendo maior no lado descontínuo e menor no lado excêntrico (Tabela 2).

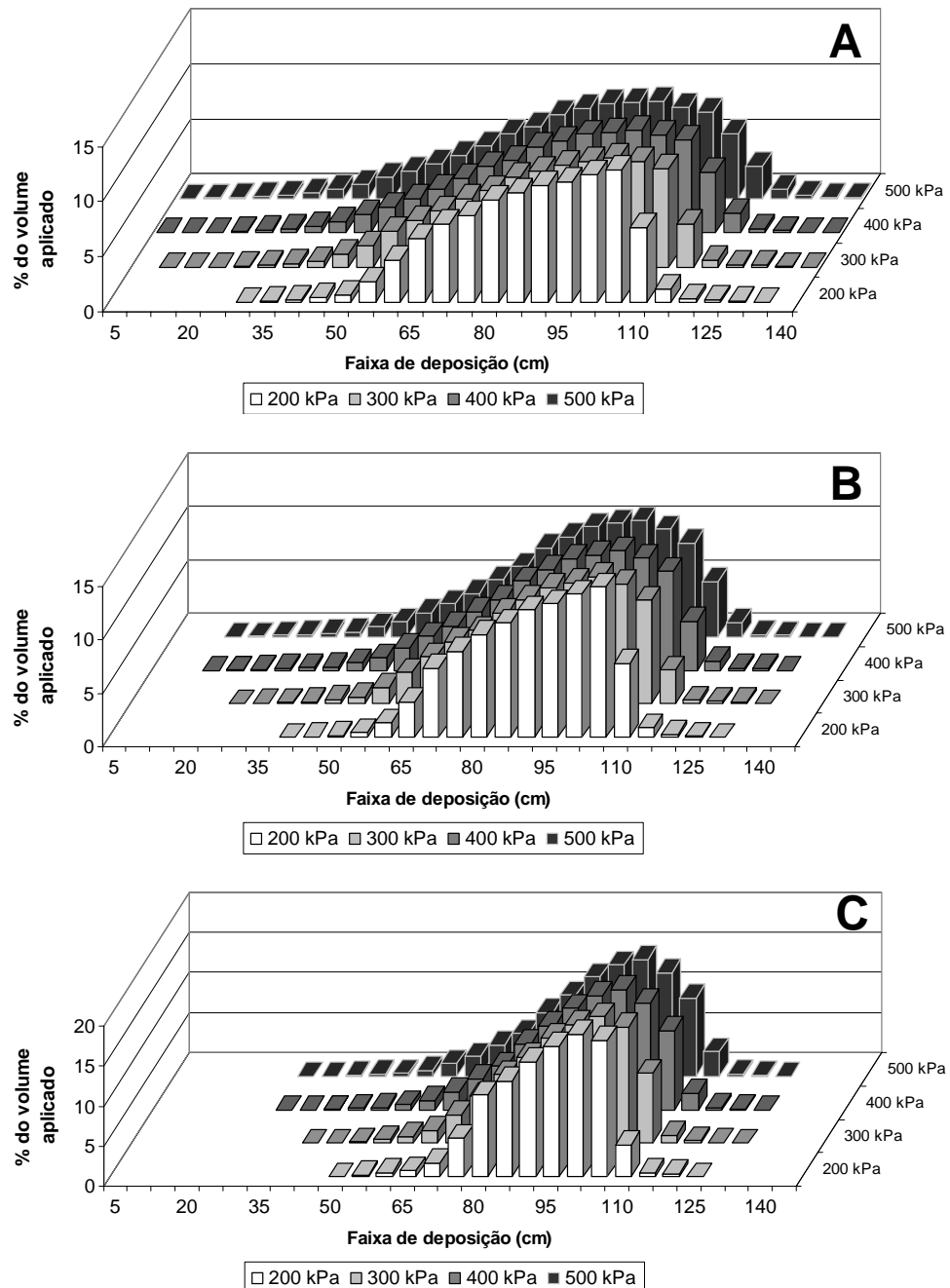


Figura 1 – Perfis de distribuição de líquido da ponta de pulverização AIUB8502 operando nas pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa a 50 cm (A), 40 cm (B) e 30 cm (C) de altura em relação ao alvo.

Houve alongamento do perfil individual com o aumento da altura da barra em relação ao alvo e da pressão de trabalho, acarretando maior faixa de deposição e menor porcentagem de volume aplicado em todo o perfil independente da vazão (Figura 1). A concentração de líquido se torna maior e a faixa de deposição menor à medida que se reduz a altura e a pressão de trabalho. Resultados semelhantes foram observados por

Viana *et al.* (2007), avaliando características técnicas de pontas de pulverização de jato plano com indução de ar.

O perfil observado para a ponta AIUB8502 permite recomendá-la para utilização no final de barras de pulverização. Permitem também a sobreposição de duas pontas AIUB8502 realizando distribuição volumétrica uniforme para aplicação de herbicidas em faixa na linha ou entre linha de plantios.

As melhores configurações, utilizando duas pontas de pulverização, estão apresentadas na Tabela 1. De maneira geral, espaçamento entre pontas muito distantes ou muito próximos promovem maior coeficiente de variação, devido à falta ou excesso de deposição de líquido na parte central, conforme observado na Figura 2 M e N. A implicação prática dessa informação, é que com espaçamento demasiadamente grandes (Figura 2 M) poderá ocorrer menor ou ausência de controle de plantas daninhas na faixa central e em espaçamentos menores (Figura 2 N) podem ocorrer perdas financeiras e toxidez de culturas por doses superiores na região central.

Obteve-se maior número de configurações uniformes na altura de 50 cm, seguida pela altura de 40 e 30 cm (Tabela 1), em razão da maior faixa de aplicação individual proporcionada pelas pontas nessa condição (Figura 1).

A pressão de trabalho também influenciou nas distribuições, chamando a atenção a pressão de 200 kPa com menores configurações uniformes. Essa pressão de trabalho proporciona menor faixa de aplicação e ângulo total do jato aspergido (Tabelas 1 e 2) o que reduz a sobreposição de jatos e provoca depressão de líquido na região central aumentando assim o CV% da sobreposição dos jatos. Outra condição que implica em menor faixa e menor ângulo do jato aspergido é o maior tamanho de gotas proporcionado nessa pressão. Pontas de pulverização com indução de ar proporcionam gotas grossas a extremamente grossas devido à entrada de ar no interior da mesma, o que acarreta em perda de carga cinética e menor fragmentação da calda. Pressões inferiores a 200 kPa para pontas de jato plano com indução de ar para aplicação em área total não devem ser recomendadas, pois os perfis apresentados, neste caso, são uniformes e não são indicados para aplicação com sobreposição (CUNHA e RUAS, 2006 e VIANA *et al.*, 2007).

Trabalhando na pressão de 500 kPa observou-se perfil uniforme na altura de 50 cm com espaçamento variando entre 50 a 80 cm; na altura de 40 cm com espaçamento entre 40 a 60 cm e na altura de 30 cm com espaçamentos de 30 e 70 cm (Tabela 1).

Tabela 1 – Coeficiente de variação (CV%) do perfil de distribuição e faixa de deposição central avaliada da ponta de pulverização AIUB8502 em diferentes pressões de trabalho, alturas da barra e espaçamentos entre pontas na barra de pulverização

Pressão (kPa)	Espaçamento entre pontas (cm)	Altura da barra (cm)					
		Coeficiente de Variação (%)*			Faixa de deposição central avaliada (cm)		
		30	40	50	30	40	50
200	30	8	11	5	40	50	45
	40	7	13	9	50	60	50
	50	29	9	13	60	60	60
	60	48	7	8	70	70	80
	70	67	21	7	80	90	90
	80	76	36	16	90	100	100
	90	87	49	29	100	110	110
	100	97	63	41	110	120	120
300	30	4	10	7	40	50	40
	40	5	11	7	50	60	60
	50	19	6	7	50	60	60
	60	34	5	7	70	90	70
	70	51	12	4	80	90	100
	80	64	25	7	90	100	100
	90	75	38	17	100	100	100
	100	85	52	28	110	110	110
400	30	3	10	5	40	50	40
	40	5	7	7	50	50	50
	50	17	6	7	50	70	60
	60	32	6	6	70	90	70
	70	46	10	4	80	90	100
	80	59	22	5	90	90	110
	90	79	30	14	100	110	100
	100	80	33	24	110	110	110
500	30	7	11	9	50	50	40
	40	9	7	8	50	50	40
	50	13	6	7	60	70	60
	60	8	7	7	80	90	70
	70	7	10	4	90	100	100
	80	16	19	7	90	100	110
	90	29	30	12	100	110	110
	100	42	41	21	110	110	110

* Valores de coeficiente de variação abaixo de 7% são considerados satisfatórios.

Na pressão de 400 kPa foi observado perfil uniforme na altura de 50 cm com espaçamento entre 30 a 80 cm; na altura de 40 cm com espaçamentos entre 40 a 60 cm e altura de 30 cm e espaçamentos de 30 e 40 cm.

A pressão de 300 kPa proporcionou melhores configurações na altura de 50 cm com espaçamentos de 30 a 80 cm; na altura de 40 cm com espaçamento entre ponta de 50 e 60 e na altura de 30 cm com espaçamento entre pontas de 30 e 40 cm.

A pressão de 200 kPa apresentou menor número de configurações sendo indicado somente os espaçamentos de 70, 60 e 40 cm nas alturas de 50, 40 e 30 cm respectivamente.

Para aplicações de herbicidas na linha de cultivo de culturas perenes, tais como eucalipto e café são recomendados uma faixa superior a 1 m sobre as mudas. Esta faixa é conseguida de maneira uniforme nas pressões de 500 e 400 kPa nos espaçamentos de 70 e 80 cm (Figuras 2 A e B) e 300 kPa no espaçamento de 80 cm (Figura 2 C). Os maiores espaçamentos obtidos com uniformidade de distribuição podem ser visualizados na Figura 2.

Maior espaçamento entre pontas promove menor volume de calda gasto por área sendo este fator adequado ao aumento do rendimento operacional sem, contudo reduzir a eficiência de controle de plantas daninhas. Freitas *et al.* (2005) indicam espaçamento entre pontas de até 1,2 m utilizando a ponta de pulverização de jato plano e impacto TT11002 com gasto de volume de calda abaixo de 100 L ha⁻¹ com pulverizadores costais. Da mesma maneira, Viana *et al.* (2009), indicam espaçamento de até 1 m para ponta de pulverização de duplo leque TTJ60-11002 para redução no volume de calda na altura de 50 cm ou espaçamento de 50 cm na altura de 30 cm para redução da deriva de gotas.

O incremento na pressão promoveu aumento na vazão das pontas, conforme visualizado na Tabela 2. A recomendação do fabricante em classificar a ponta de pulverização em 02 galões min⁻¹ (cor amarela), assim como as vazões indicadas nas pressões avaliadas estão corretas conforme as normas de classificação na norma ISO 5682-1 (1996).

A pressão de trabalho também influenciou o ângulo de abertura do jato (Tabela 2). Analisando-se a abertura do lado descontínuo, observou-se que nas pressões de 500 e 400 kPa não houve diferença o que resultou em faixas de aplicação de deposição de calda semelhantes no alvo, conforme observado na Tabela 1. Situação semelhante foi observada por Viana, *et al.* (2007) e Ferreira *et al.* (2007) com pontas de pulverização de jato plano, em que o incremento na pressão aumentou o ângulo de saída do jato e a faixa de deposição proporcionado pelas pontas de pulverização.

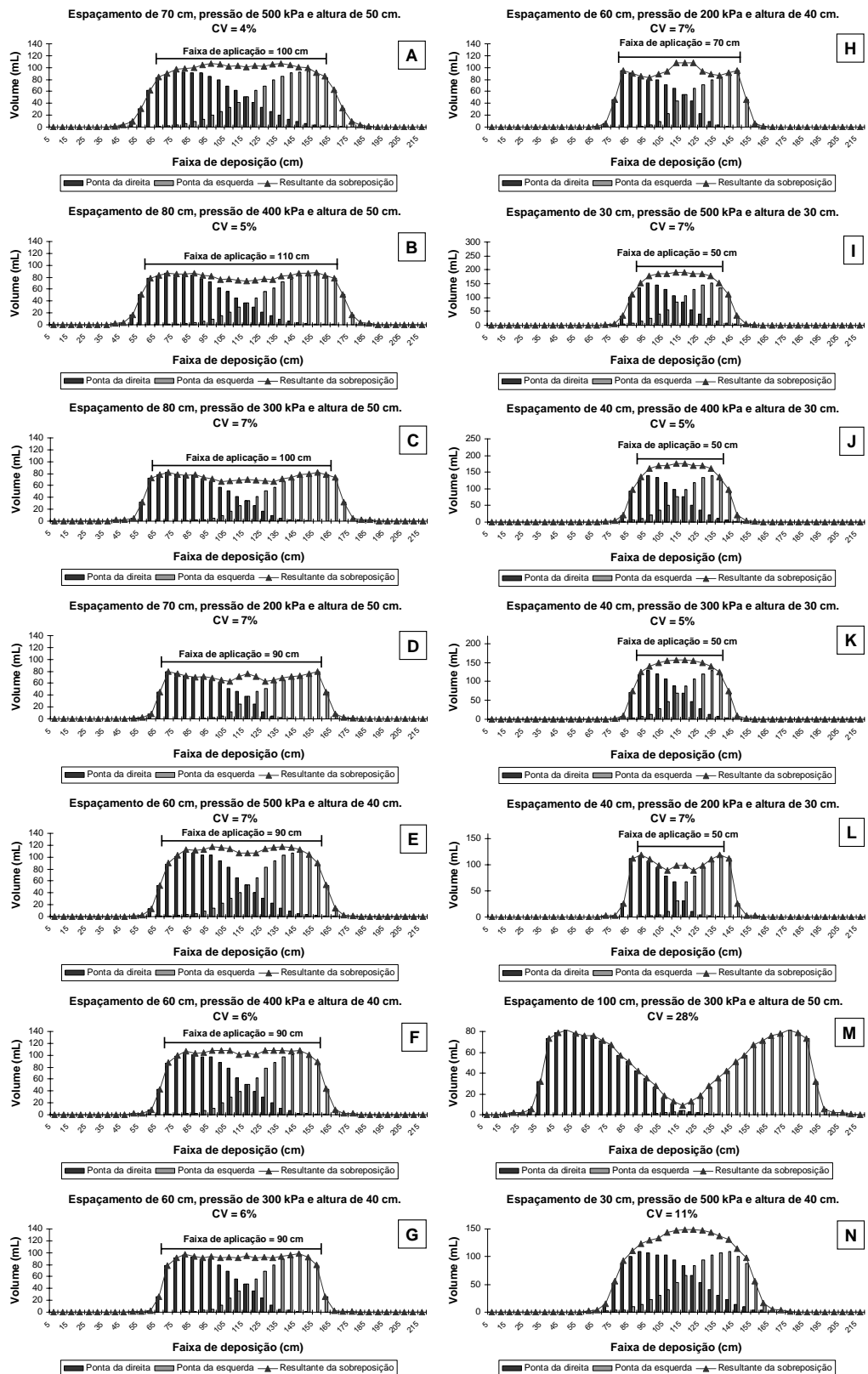


Figura 2 – Distribuição volumétrica de duas pontas de pulverização AIUB8502 simulando uma barra de pulverização sob diferentes condições operacionais.

O ângulo do jato excêntrico aumentou com o incremento na pressão (Tabela 2) sendo este fato desfavorável, pois se busca com este tipo de ponta que o ângulo do lado excêntrico seja uniforme e pequeno, de maneira que haja menor deposição de calda possível e dessa maneira evitar danos a culturas sensíveis e em áreas não alvo.

Tabela 2 – Médias de vazão e de ângulo de abertura do jato considerando o lado normal e excêntrico em relação ao plano vertical operando nas diferentes pressões

Pressão (kPa)	Vazão (L min ⁻¹)	Ângulo de abertura do jato (°)		
		Lado descontínuo	Lado excêntrico	Total
200	0,64 D	50,53 C	13,81 D	64,34 C
300	0,78 C	54,11 BC	16,96 C	71,07 B
400	0,90 B	58,34 AB	19,15 B	77,49 A
500	1,00 A	58,99 A	20,76 A	79,75 A

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O ângulo de abertura total foi influenciado pelo ângulo de abertura descontínuo, já que não houve diferença entre as pressões de 400 e 500 kPa as quais foram superiores as pressões de 200 e 300 kPa. Maior ângulo indica uma maior faixa de aplicação e dessa maneira maior sobreposição com outro jato sendo possível maior espaçamento entre pontas e menor volume de calda gasto por área aplicada. Em contrapartida, maior ângulo de jato pode ser prejudicial em espaçamentos menores ocasionando acúmulo de calda na região central podendo ocasionar perdas financeiras e toxidez de culturas devido ao aumento da dose recomendada.

4. Conclusão

A ponta de pulverização AIUB8502 apresenta perfil de distribuição excêntrico com espaçamento entre pontas adequados à pulverização uniforme em diferentes configurações e com faixas de aplicação de até 1,10 m. A vazão e o ângulo de pulverização aumentaram com incremento na pressão. A configuração mais adequada a aplicação de uma faixa de 1 m é com pressão de 300 kPa, altura de 50 cm e espaçamento entre pontas de 80 cm.

5. Referências Bibliográficas

- 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.; RUAS, R.A.A. Uniformidade de distribuição de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.36, n.1, p.61-66, 2006.
- ETHERIDGE, R.E.; WOMAC, A.R.; MUELLER, T.C. Characterization of the spray droplet spectra and patterns of four venturi-type drift reduction nozzles. **Weed Technology**, v.13, p.765-770, 1999.
- 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.
- FERREIRA, M.C.; et al. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, v.27, n.2, p.471-478, 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.
- ISO – International Organization for Standardization. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: ISO, 1996. 13 p. (ISO 5682/1).
- MATUO, T.; et al. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: Curso de proteção de plantas. Módulo 2. Brasília, DF: ABEAS; Viçosa, MG: UFV, 2001. 85 p.
- MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 140 p.
- PERECIN, D.; et al. Avaliação do desempenho de bicos para aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.83-94, 1999.
- 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.
- SZTACHÓ-PEKÁRY, I. Influence of fan nozzle tip orifice wear on spray pattern. **Progress in Agricultural Engineering Sciences**, v.2, n.1, p.35-49, 2006.
- 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.

- TUFFI SANTOS, L.D.; et al. Crescimento do Eucalipto sob efeito da deriva de glyphosate. **Planta Daninha**, v.25, n.1, p. 33-137, 2007.
- TUFFI SANTOS, L.D.; et al. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.9-16, 2008.
- UNE-EM. **Maquinaria agrícola y forestal** – Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección medioambiental. Parte 2: Pulverizadores hidráulicos de barras para cultivos bajos. 2002.
- UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA (UFV). **SAEG (Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas)**. Viçosa, MG (Versão 8.0), 2000.
- 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.
- 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.
- 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.

Deposição de líquido na aplicação de herbicidas em faixa

Resumo – Objetivou-se com este trabalho, simular a deposição de líquido na aplicação de herbicidas em faixa combinando diferentes pontas de pulverização. Foram avaliados o perfil de distribuição volumétrica, o coeficiente de variação da sobreposição de jatos e a vazão das pontas de pulverização AIUB8502 (AIUB), TTI11002 (TTI), AIXR11002 (AIXR) e AIRMIX11002 (AIRMIX). De cada ponta foi realizado o perfil de distribuição individual em uma mesa de testes na pressão de 300 kPa e altura de 50 cm. A simulação da distribuição volumétrica de uma barra foi realizada em computador (software Microsoft Excel[®]) por meio do cálculo do coeficiente de variação correspondente as larguras de 100, 120 e 150 cm de uma barra composta por duas pontas AIUB nas extremidades e uma ponta TTI, AIXR e AIRMIX centralizada. A vazão foi verificada em um analisador de fluxo de líquido em tempo real na pressão de 300 kPa. Com a utilização da ponta TTI ao centro da barra, não se obteve nenhuma configuração considerada uniforme, devido ao menor acúmulo de líquido na região central e maior faixa de aplicação promovida pelo sistema de impacto. A ponta AIXR apresentou uniformidade, nos espaçamentos de 100 e 120 cm entre pontas AIUB com uma faixa de aplicação de 110 e 135 cm respectivamente. A ponta AIRMIX 11002, somente apresentou uniformidade de distribuição com as pontas AIUB 11002 espaçadas em 100 cm com uma faixa efetiva de aplicação de 135 cm. Quanto à vazão, as pontas AIUB e AIXR apresentam menor valor seguidas de AIRMIX e TTI, porém, todas estão contidas na faixa de tolerância de vazão, segundo a norma ISO 5682-1. As pontas AIXR e AIRMIX, são compatíveis para aplicação uniforme de herbicidas em faixa juntamente a ponta AIUB.

Palavras-chave: mudas, pré-emergente, aplicação uniforme, eucalipto, pinus, tecnologia de aplicação.

Liquid deposition of an herbicide application in tracks

Abstract - The objective of this study was to simulate the liquid deposition of an herbicide application in tracks with different spray nozzles. We evaluated the profile of volumetric distribution, the coefficient of variation of overlapping jets and outflow of nozzles AIUB8502 (AIUB), TTI11002 (TTI), AIXR11002 (AIXR) and AIRMIX11002 (AIRMIX). Was performed the profile of individual distribution for each of these nozzles in the test table at a pressure of 300 kPa and 50 cm high. The simulation was performed on computer (Microsoft Excel software) in a bar 100, 120 and 150 cm, composed of two AIUB nozzles on the ends and TTI, AIXR and AIRMIX nozzles centralized. The outflow rate was check in an analyzer of liquid flow in real-time pressure of 300 kPa. With the use of TTI nozzle to the center of the bar, did not get to any configuration considered uniform, possibly due to less accumulation of fluid in the central region and greater strip of application promoted by the impact system. The AIXR nozzle showed uniformity in spacing of 100 and 120 cm between AIUB nozzle with an effective strip of application of 110 and 135 cm respectively. The AIRMIX11002 nozzle, only showed uniform distribution with AIUB11002 nozzles spaced 100 cm with an effective strip of application of 135 cm. About the outflow, the AIUB and AIXR nozzles showed lower values, followed by AIRMIX and TTI, however, all are contained within the tolerance range of outflow according to ISO 5682-1. The AIXR and AIRMIX nozzles are compatible to ensure uniform application of herbicides in strip together AIUB nozzle.

Keywords: seedlings, pre-emergent, application in strips, eucalyptus, pinus, application technology.

1. Introdução

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

As aplicações de herbicidas na maioria das situações são realizadas por meio hidráulico, o qual possuem grande flexibilidade em diversas situações (TEIXEIRA, 1997). Para uma correta aplicação, é essencial conhecer o comportamento dos componentes envolvidos na pulverização hidráulica e, dentre eles, a ponta de pulverização representa importância fundamental, por ser responsável pela formação e distribuição de gotas sobre o alvo (MATUO, 1990).

Um dos grandes problemas na utilização de herbicidas aplicados em faixa na linha de plantio de culturas florestais, frutícolas e outras culturas perenes é a tecnologia de aplicação empregada, a qual muitas vezes é utilizada de maneira inadequada devido principalmente a falta de informações das características técnicas de pontas de pulverização e do dimensionamento de barras para aplicação de herbicidas.

O dimensionamento de barras para aplicação em faixa depende da combinação de pontas de pulverização de jato excêntrico com pontas de pulverização de jato descontínuo, o qual muitas vezes é confeccionado de maneira empírica por técnicos e demais atores envolvidos no processo de aplicação. Para se dimensionar corretamente uma barra, é necessário verificar em laboratório a uniformidade de distribuição de líquido da sobreposição de jatos em diferentes arranjos e dessa maneira indicar a configuração mais uniforme a aplicação.

A uniformidade na distribuição de líquido aplicada ao longo da barra varia com as condições de montagem e de operação, dentre elas: espaçamento entre pontas, altura da barra, ângulo de abertura do jato e pressão de trabalho (PERECIN *et al.*, 1999).

A uniformidade de distribuição preconizada pela norma UNE-EM 12761:2 (2002) estabelece que o coeficiente de variação (CV%) da sobreposição de jatos seja menor que 7% quando utilizado a altura, espaçamento e pressão recomendados pelo fabricante e de até 9% em configuração distinta. Valores acima podem indicar

sobreposição exagerada ou deficiente, acarretando problemas no controle de plantas daninhas, pragas ou doenças em razão de falhas de sobreposição de jatos ou intoxicação de culturas, perdas financeiras e danos ao ambiente em sobreposição demasiada. São conhecidos diversos exemplos de intoxicação de culturas provocados diretamente por deriva de herbicidas não-seletivos. Em eucalipto foram observados danos visuais e anatômicos nas folhas (TUFFI SANTOS *et al.*, 2008) e na produção de madeira (TUFFI SANTOS *et al.*, 2007) provocados pela deriva de glyphosate. Rigoli *et al.* (2008) observaram danos no desenvolvimento e crescimento em plântulas de beterraba e cenoura, efeito similar em tomate (FIGUEREDO *et al.*, 2007) e em maracujazeiro amarelo (WAGNER JÚNIOR *et al.*, 2008) todos por efeito da deriva de glyphosate.

Na aplicação de herbicidas em pré-emergência em áreas florestais, preconiza-se a aplicação em faixa uniforme sobre a linha de plantio, com ou sem a presença das mudas. Para isso se utiliza uma barra com uma combinação de duas pontas de pulverização de jato excêntrico nas extremidades e uma ponta de jato plano descontínuo ao centro, de maneira a proporcionar uma faixa de aplicação entre 100 e 150 cm. Devido às características inerentes ao herbicida e ao alvo a ser pulverizado (solo), preconiza-se a utilização de pontas de pulverização com indução de ar para reduzir a deriva de gotas.

Estudos realizados por Ferreira *et al.* (2009), demonstram uma série de espaçamentos e configurações de pontas de pulverizações inadequadas a aplicação de herbicidas em faixa, incluindo algumas configurações utilizadas em empresas florestais produtoras de eucalipto. Portanto informações a cerca do dimensionamento de barras para aplicação de herbicidas em faixa se torna necessário, de maneira a reduzir possíveis problemas econômicos, impactos ao ambiente e organismos não-alvo.

Objetivou-se, com este trabalho, simular a deposição de líquido na aplicação de herbicidas em faixa.

2. Material e métodos

As avaliações foram realizadas nos laboratórios do Centre de Mecanització Agrària de la Generalitat de Catalunya no campus Universitário da Universitat de Lleida-Espanha. Foram utilizadas cinco pontas de pulverização AIUB 8502, TTI 11002, AIXR 1102 e AIRMIX 11002 novas, sendo cada unidade considerada uma repetição.

Os perfis de distribuição foram determinados para cada ponta, utilizando-se uma barra porta-bicos sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas metálicas, separadas entre si em cinco centímetros e com provetas com capacidade para 300 mL alinhadas a cada canaleta. A mesa foi construída de acordo com a norma ISO 5682-1 (ISO, 1996).

As pontas foram instaladas isoladamente no centro da mesa, de modo que o jato fosse lançado na posição vertical por um tempo suficiente para que pelo menos uma proveta tivesse 90% do seu volume completado. A cada repetição foi realizada a média de três avaliações e os volumes coletados transformados ao tempo correspondente a 60s. Utilizou-se a pressão de 300 kPa e altura das pontas de 50 cm em relação a bancada.

Com base nos volumes médios coletados em cada tratamento foi simulada a distribuição volumétrica de líquido em software (Microsoft Excel[®]) de uma barra com 100, 120 e 150 cm sendo disposta em suas extremidades a ponta de jato excêntrico AIUB8502 e ao meio uma unidade das pontas TTI11002, AIXR11002 e AIRMIX11002. Foi calculado o Coeficiente de Variação (CV%) da sobreposição dos jatos sendo os valores abaixo de 10% considerados uniformes e indicados à aplicação. A faixa de deposição analisada na distribuição volumétrica foi realizada entre o espaçamento das pontas AIUB, ou seja, 100, 120 ou 150 cm a depender do tratamento. O cálculo da faixa efetiva de aplicação foi realizado por meio do cálculo do CV% em espaçamentos superiores aos da ponta AIUB, até onde fosse considerado uniforme (CV% abaixo de 10%).

A vazão das pontas foram mensuradas na pressão de 300 kPa em um caudalímetro eletromagnético (Digitron +), dotado de um sistema hidráulico, dispositivo eletrônico de restrição de pressão e analisador de vazão em tempo real, conforme realizado por Sztachó-Pekáry (2006). A pressão de 300 kPa serviu de referência para verificar se a vazão da ponta está de acordo com as normas de codificação por cores pela norma ISO 5682-1 (1996). Os dados de vazão serviram também para o cálculo do volume de calda gasto em 1 ha efetivamente pulverizado com uma velocidade de 4 km h⁻¹.

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

3. Resultados e discussão

Verifica-se que o perfil das pontas, quando avaliadas separadamente permite a classificação em excêntrica para a ponta AIUB e descontínua para as demais pontas (Figura 1). Observa-se que a ponta TTI apresenta menor acúmulo de líquido na região central (Figura 1 A, B e C) e maior alongamento do perfil quando comparada as pontas AIXR e AIRMIX. Este fato pode ser condicionado ao sistema de impacto apresentado pela ponta TTI, que favorece maior ângulo do jato e dessa maneira maior faixa de aplicação pulverizada. Ferreira *et al.* (2009) e Viana *et al.* (2009), observaram ângulo superiores a 109° na pressão de 300 kPa com pontas de pulverização TTI110015 e TTJ11002 respectivamente, o que possibilita maior faixa de aplicação, maior espaçamento entre pontas e menor acúmulo de líquido na região central do perfil de distribuição.

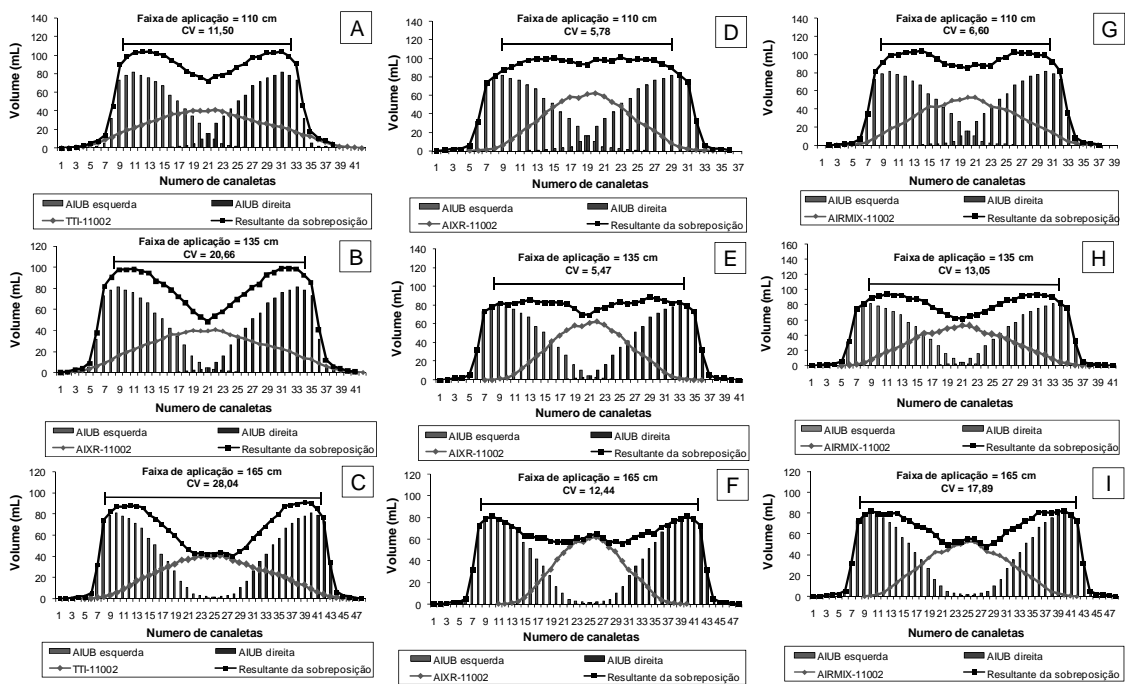


Figura 1 – Sobreposição de jatos das pontas de pulverização AIUB8502 intercaladas pelas pontas TTI11002 a 100 (A), 120 (B) e 150 cm (C); AIXR11002 intercaladas em 100 (D), 120 (E) e 150 cm (F) e AIRMIX11002 intercaladas em 100 (G), 120 (H) e 150 cm (I).

O alongamento no perfil da ponta TTI não favoreceu distribuição de líquido adequado, pois houve menor acúmulo de líquido na região central e maior acúmulo nas extremidades do perfil (Figura 1 A, B e C), provocando grande oscilação no volume pulverizado. Este fato resultou em valores de CV% superiores a 10% (Tabela 1), não

sendo indicada a utilização dessa ponta intercalada com a ponta AIUB8502, nas condições avaliadas. Ferreira *et al.* (2009) observaram comportamento semelhante com a utilização da ponta TTI110015 intercalado com a ponta AIUB85025 não sendo observado nenhuma configuração uniforme entre essas pontas.

As pontas AIXR e AIRMIX, apesar de apresentarem mesma vazão que a ponta TTI, apresentam maior acúmulo de líquido na região central e menor nas extremidades, proporcionados possivelmente por um menor ângulo de pulverização e conseqüentemente menor faixa de aplicação em comparação as pontas de impacto (Figura 1 D, E, F, G, H e I). Esta característica favoreceu um suprimento de líquido na região central da faixa pulverizada, possibilitando deposição uniforme no espaçamento de 100 cm e 120 cm para a ponta AIXR e 100 cm para a ponta AIRMIX (Tabela 1).

Tabela 1 – Coeficiente de Variação (CV%) da sobreposição de jatos em uma barra simulada com duas pontas de pulverização AIUB8502, intercaladas pelas pontas TTI11002, AIXR11002 e AIRMIX11002

Espaçamento entre as pontas AIUB 8502 (cm)	Faixa de aplicação efetiva (cm)	Coeficiente de Variação (CV%)		
		TTI 11002	AIXR 11002	AIRMIX 11002
100	110	11,50	5,78	6,60
120	135	20,66	5,47	13,05
150	165	28,04	12,44	17,89

As pontas AIUB e AIXR, apresentaram menor vazão quando comparadas as pontas TTI e AIRMIX (Tabela 2), porém, todas as pontas apresentam vazão que permitem classificá-las na cor amarela na codificação ISO 5682-1 (1996).

Tabela 2 – Vazão das pontas de pulverização AIUB, TTI, AIXR e AIRMIX na pressão de 300 kPa

Ponta de pulverização	Vazão (L min ⁻¹)
AIUB	0,78 B
TTI	0,83 A
AIXR	0,79 B
AIRMIX	0,81 AB

Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A vazão e a faixa aplicada interferiram no volume de calda. Observa-se maior volume de calda gasto quando se utiliza a ponta TTI, seguida pela ponta AIRMIX e por último a ponta AIXR. Quanto maior a faixa de aplicação, menor o volume de calda

calculado (Tabela 3). Furlanetti, *et al.* (2001), observaram controle de plantas daninhas iguais na aplicação de glyphosate em uma barra protegida, independente do volume de calda utilizado e da combinação de pontas de pulverização de jato excêntrico e descontínua.

Devido às características inerentes aos herbicidas pré-emergentes, preconiza-se a utilização de baixo volume de calda e maior tamanho de gota para reduzir a deriva de gotas, porém em determinadas situações, como por exemplo, a aplicação de herbicidas pré-emergentes em áreas com resíduos de cultivo anterior, é interessante um maior volume de calda, e dessa maneira aumentar as probabilidades de transposição da palha e dos resíduos pela calda aplicada. Costa *et al.* (2004), observaram que houve maior influência da disposição dos jatos das pontas de pulverização na transposição de palha de aveia-preta na aplicação de herbicidas.

Tabela 3 – Média do volume de calda gasto para pulverização de 1 ha a uma velocidade de 5 km h⁻¹, considerando o volume total da barra

Faixa de aplicação (cm)	Pontas de pulverização		
	TTI+AIUB	AIXR+AIUB	AIRMIX+AIUB
100	286,81	282,00	284,00
120	239,00	235,00	237,00
130	191,20	188,00	189

4. Conclusão

A ponta AIXR11002 pode ser utilizada no centralizada na barra de 100 e 120 cm de espaçamento entre pontas AIUB8502. A ponta AIRMIX11002 só pode ser utilizada centralizada na barra de 100 cm de espaçamento entre pontas AIUB8502. A ponta TTI 11002, não deve ser utilizada nas condições avaliadas.

5. Referências Bibliográficas

- COSTA, A.G.F. et al. Dinâmica de transposição de herbicida através de palha de aveia-preta utilizando diferentes pontas de pulverização. **Planta Daninha**, v.22, n.4, p.561-566, 2004.
- FERREIRA, M. da C.; et al. Distribuição da calda herbicida por pontas de pulverização agrícola utilizadas em áreas de reflorestamento com eucalipto. **Eng. Agrí.**, v.29, n.2, p.267-276, 2009.

- 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.
- FURLANETTI, A.C.; et al. Uniformidade de deposição da calda de pulverização de herbicidas em barra lateral protegida com diferentes combinações de pontas de pulverização. **Planta Daninha**, v.19, n.3, p.445-455, 2001.
- ISO – International Organization for Standardization. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: ISO, 1996. 13 p. (ISO 5682/1).
- MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 140 p.
- MATUO, T.; PIO, L.C; 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.
- PERECIN, D.; et al. Avaliação do desempenho de bicos para aplicação de herbicidas. **Planta Daninha**, v.17, n.1, p.83-94, 1999.
- 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.
- SZTACHÓ-PEKÁRY, I. Influence of fan nozzle tip orifice wear on spray pattern. **Progress in Agricultural Engineering Sciences**, v.2, n.1, p.35-49, 2006.
- TEIXEIRA, M.M. **Influencia del volumen de caldo y de la uniformidad de distribución transversal sobre la eficacia de la pulverización hidráulica**. 310 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, Madrid, 1997.
- 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.
- TUFFI SANTOS, L.D.; et al. Danos visuais e anatômicos causados pelo glyphosate em folhas de *Eucalyptus grandis*. **Planta Daninha**, v.26, n.1, p.9-16, 2008.
- UNE-EM. **Maquinaria agrícola y forestal – Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos**. Protección medioambiental. Parte 2: Pulverizadores hidráulicos de barras para cultivos bajos. 2002.
- VIANA, R.G.; et al. Deposición 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.

Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance

Resumo – Pontas de pulverização excêntricas de longo alcance são utilizadas no final de barras para aumentar a faixa de aplicação ou na aplicação em que há obstáculos impedindo a utilização de barras convencionais, como a aplicação de herbicidas em florestas adultas, ferrovias e rodovias. Objetivou-se, com este trabalho, avaliar o perfil de distribuição das pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance. Foram avaliadas as pontas de pulverização XT010, XP20 e XP10 em uma bancada de ensaios padronizada com capacidade de análise de até 15 metros de faixa de aplicação. Utilizaram-se as pressões de 200, 300 e 400 kPa e altura da ponta em relação a bancada de 40, 60 e 90 cm. Os volumes coletados foram transformados em mL min⁻¹ e analisados no software Microsoft Excel[®], onde foi estudado o perfil individual e a distribuição volumétrica em uma faixa central do perfil, eliminando o volume de 0,5 m de cada extremidade. Da faixa central foi analisado o coeficiente de variação (CV%) sendo os valores abaixo de 40% como sendo os melhores para aplicações de herbicidas. Observa-se perfil irregular em todas as condições avaliadas com picos de deposição próxima a localização da ponta para as pontas XT010 e XP10. A ponta XP20 apresentou perfil ligeiramente mais uniforme, com maior deposição de líquido na faixa central e redução abrupta nas extremidades. Foram observados CV% com valores entre 24,74 a 59,91%. A ponta XP20 apresentou sete configurações com CV% abaixo de 40% e as pontas XT010 e XP10 com seis e duas respectivamente. O incremento na pressão e na altura de operação promoveu alongamento do perfil e aumento da faixa de aplicação pulverizada, com valores entre 1,95 até 5,00 m. As pontas apresentam potencial para uso na aplicação de herbicidas que não exigem boa cobertura e uniformidade do alvo como, os herbicidas sistêmicos aplicados em pós-emergência e herbicidas aplicados em pré-emergência.

Palavras-chave: faixa de aplicação, herbicidas, ferrovias, florestas, rodovias, tecnologia de aplicação.

Volumetric distribution of long range eccentric spray nozzles

Abstract – Eccentric long-range spray nozzles are used in the end of the spray boom to increase the range of application or in application where there are obstacles preventing the use of conventional spray booms as the application of herbicides in mature forests, railroads and highways. The objective of this study was to evaluate the distribution of the eccentric long-range spray nozzle. Was evaluated the nozzles XT010, XP20 and XP10 on a standardized test bench capable of analyzing up to 15 meters range of application, in the pressures of 200, 300 and 400 kPa and the heights 40, 60 and 90 cm between nozzle and bench. The volumes collected were processed in mL min⁻¹ and analyzed in Microsoft Excel[®] software, where were studied the individual profile and the distribution volume in a central band of the profile, eliminating the volume of 0.5 m from each border. The central band was analyzed the coefficient of variation (CV%) values being below 40% would be best for herbicide applications. It is observed irregular profile in all conditions evaluated with peaks of deposition near the nozzle location for the spray nozzles XT010 and XP10. The nozzle profile XP20 has slightly more uniform, with greater deposition of fluid in the central belt and abrupt reduction in the extremities. CV% was observed with values ranging from 24.74 to 59.91%. The nozzle XP20 presented seven configurations with CV% below 40% and nozzles XT010 and XP10 with six and two respectively. The increase in pressure and height of the operation promoted elongation of the profile and increase the range of spray application, ranging from 1.95 to 5.00 m. The spray nozzles have potential for use in the application of herbicides that do not require good coverage and uniformity of the target as the systemic herbicides applied in post-emergency and pre-emergency.

Keywords: swath, herbicides, railway, forests, road, application technology.

1. Introdução

As pontas de pulverização são consideradas como 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 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). O perfil de distribuição volumétrica é um dos parâmetros mais importantes nesse sentido, pois se determina como está sendo distribuída a calda sobre os alvos biológicos. 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).

Pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance são utilizadas em aplicações de herbicidas em áreas com impedimento a utilização de barras convencionais, como por exemplo, áreas florestais com plantios adultos, beiras de cercas, lotes lindeiros, ferrovias e rodovias. Para tanto é necessário que a ponta de pulverização seja capaz de promover uma grande faixa de aplicação. Há, porém, poucas informações acerca da utilização dessas pontas, principalmente da altura da ponta em relação ao alvo e a faixa de aplicação uniforme aplicada. Miller (1990), avaliando o perfil de distribuição de pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance, observou que há grande interferência do tipo de ponta de pulverização, pressão e altura de trabalho tanto no perfil, quanto na faixa de aplicação e indica que pesquisas nesse sentido devem ser realizadas sempre que possível em modelos de pontas mais recentes.

Torstensson (2001), relata em seu trabalho que é necessário que a pulverização seja capaz de uma deposição adequada em áreas ferroviárias, de maneira a evitar a deposição de líquido em áreas e organismos não-alvo, e, portanto devem ser avaliados os parâmetros técnicos das pontas excêntricas de longo alcance, como o espectro de gotas e a distribuição volumétrica.

Tendo em vista a importância e a carência de informações acerca das pontas de pulverização de jato excêntrico e de longo alcance, objetivou-se, com este trabalho, avaliar a distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato excêntrico de longo alcance.

2. Material e métodos

As avaliações foram realizadas nos laboratórios do Centre de Mecanització Agrària de la Generalitat de Catalunya no campus Universitário da Universitat de Lleida-Espanha. Foram utilizados cinco pontas de pulverização XT010, XP10 e XP20 novas, sendo cada unidade considerada uma repetição.

Os perfis de distribuição foram determinados utilizando-se uma barra portáteis sobre uma mesa de teste construída de acordo com a norma ISO 5682-1 (ISO, 1996), com capacidade de avaliação de uma faixa de aplicação de até 15 m. As pontas foram instaladas isoladamente a partir da vigésima canaleta (correspondente a 1m) da bancada, de maneira que o jato pulverizado fosse lançado lateralmente a mesa de testes. Para verificação do volume de líquido distribuído foi utilizado água, bombeada em um sistema hidráulico pressurizado a CO₂ de maneira a manter a pressão de líquido constante. A coleta de líquido foi realizada por um tempo suficiente para que pelo menos uma proveta tivesse 90% do seu volume completado e posteriormente calculado o volume de líquido em mL min⁻¹. Foram utilizados as pressões de 200, 300 e 400 kPa e alturas de 40, 60 e 90 cm em relação a mesa.

Os volumes coletados em cada tratamento foram avaliados por meio do software Microsoft Excel[®], onde foram estudados os perfis individuais e a distribuição volumétrica de uma faixa central dos perfis. Como não há norma padrão estabelecida para verificação da faixa central dessas pontas a avaliação foi realizada com a eliminação de 0,5 m de cada extremidade do perfil e posterior cálculo do Coeficiente de Variação (CV%) nesse intervalo. Para análise e indicação de configurações adequadas, foram ranqueadas as configurações com CV% abaixo de 40% como os melhores para aplicação de herbicidas que não exigem boa cobertura do alvo, como os sistêmicos aplicados em pós-emergência e aplicados em pré-emergência. A faixa de aplicação foi determinada pelo comprimento compreendido entre a faixa analisada, ou seja, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade e mensurado a faixa entre as duas extremidades excluídas.

2. Resultados e discussão

As pontas de pulverização avaliadas, em todas as configurações, apresentaram perfil de distribuição irregular, com picos de deposição próximos a ponta de

pulverização (Figura 1). A ponta XT010 apresentou maior irregularidade do perfil com tendência de melhor uniformidade com o aumento na pressão (Figura 1 A, B e C).

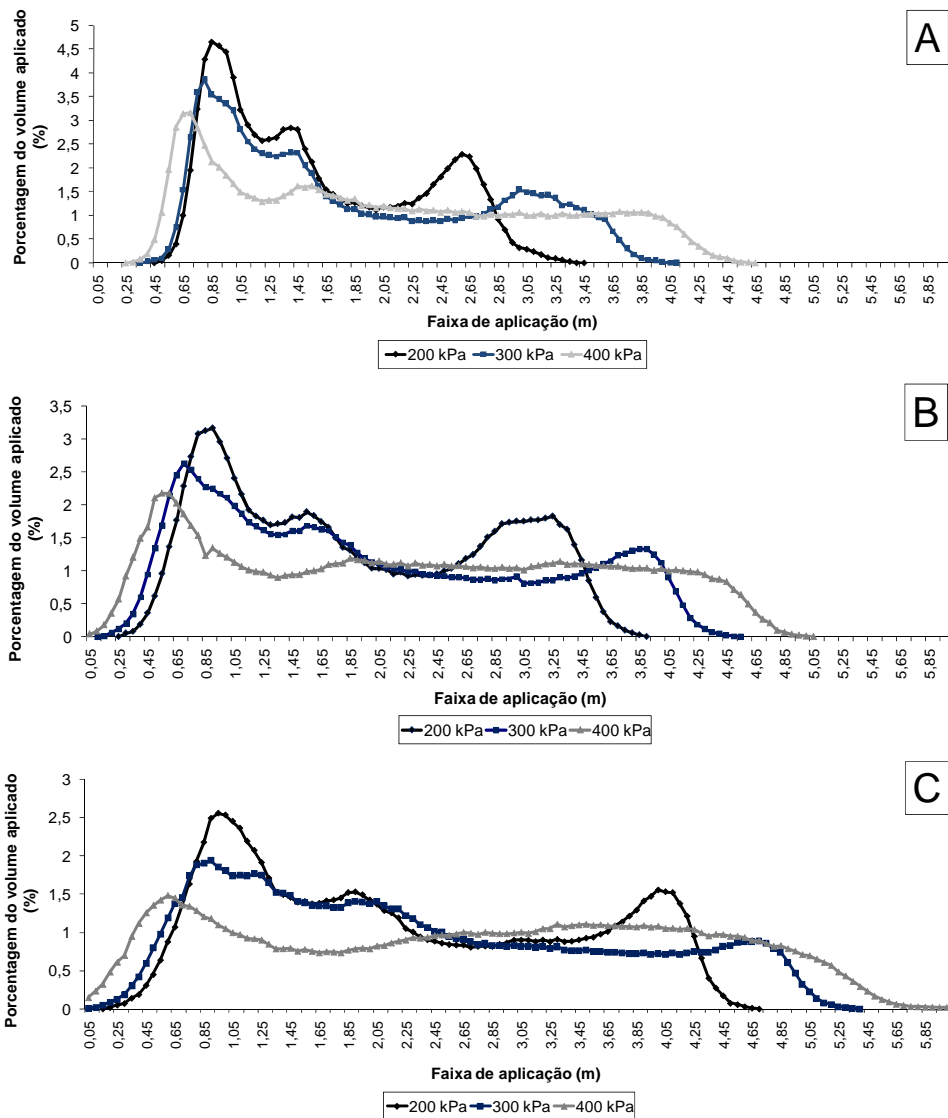


Figura 1 – Perfis de distribuição das pontas de pulverização XT10 a 40 (A), 60 (B) e 90 cm (C); XP10 a 40 (D), 60 (E) e 90 cm (F) e XP20 a 40 (G), 60 (H) e 90 cm (I) nas pressões de 200, 300 e 400 kPa.

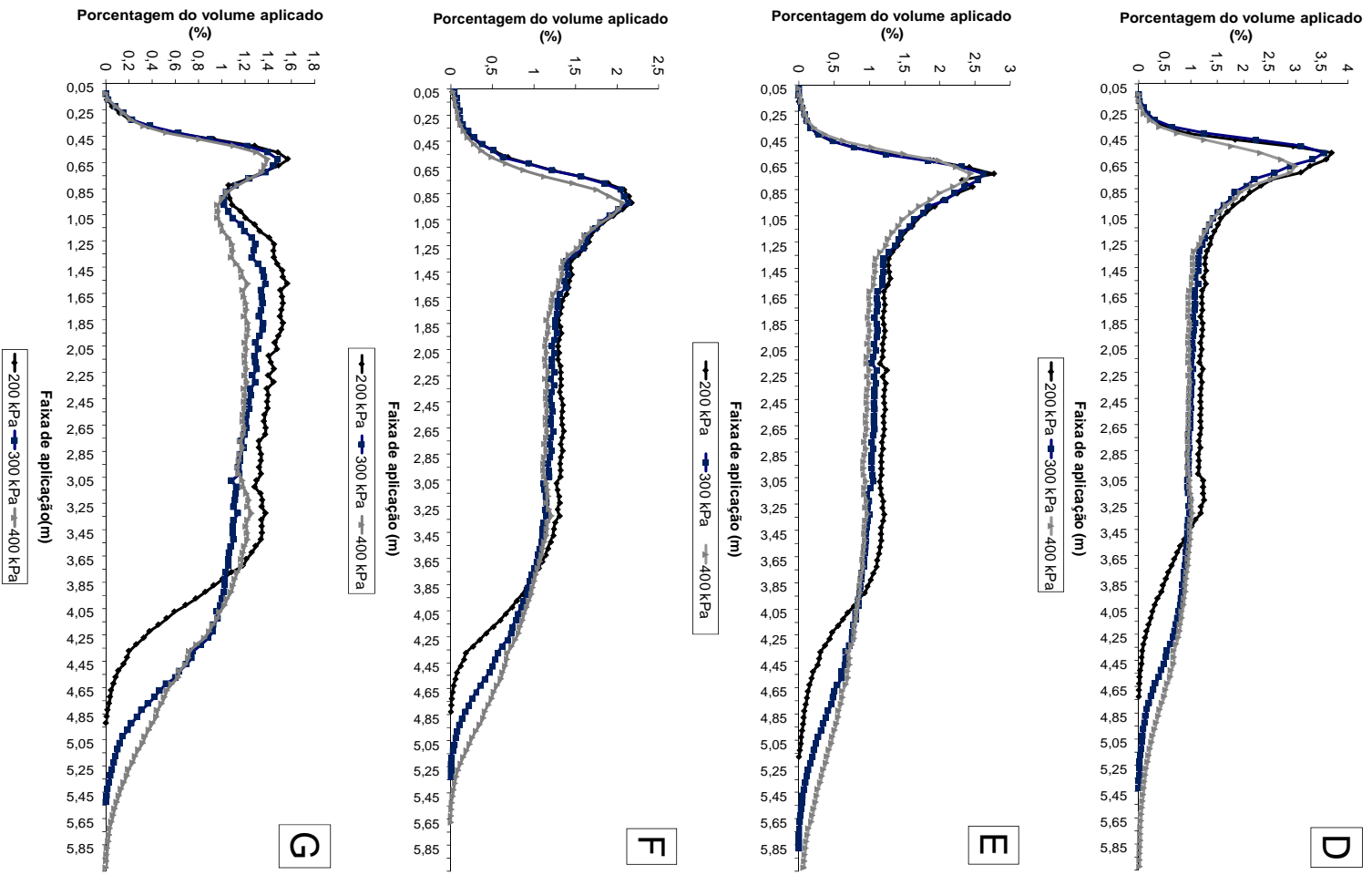


Figura 1, continuação

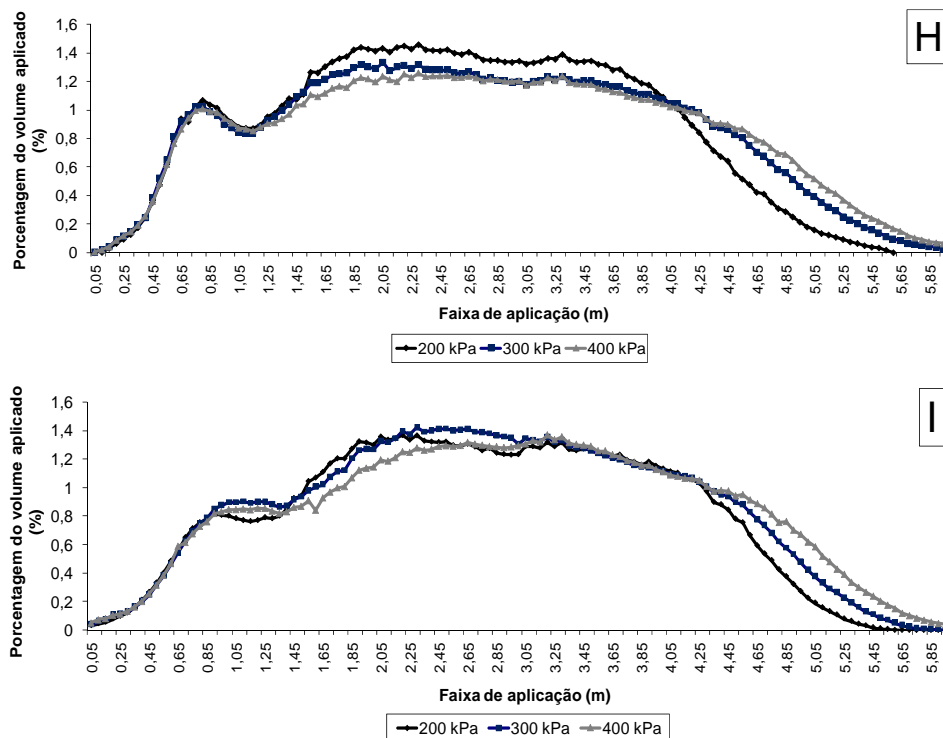


Figura 1, continuação

O maior acúmulo de líquido próximo a ponta foi reduzido nas pontas XT010 e XP20 conforme se aumentou a pressão de trabalho, fato que não interferiu na ponta XP10 que apresentou tendência de alongamento de perfil e melhor uniformidade com o aumento na pressão e altura de trabalho. As pontas XP20 e XP10 foram pouco influenciadas pela pressão e altura de trabalho quanto ao formato do perfil. Interferência da pressão de trabalho, tanto na faixa de aplicação quanto na uniformidade, foi observado por Freitas *et al.* (2005); Viana *et al.* (2009) e Ferreira, *et al.* (2007) na avaliação de distribuição de pontas de jato plano.

Um dos problemas do pico de deposição de líquido nas pontas XT010 e XP20 são a alta porcentagem de líquido depositado nas áreas próximas a ponta, com a implicação prática, de que ou haverá perdas financeiras por haver depósito de calda excessivo em doses elevadas, ou falha de controle em doses menores nas áreas com melhor uniformidade. Há uma variação entre 0,5 a 2,5% de diferença do volume aplicado entre o limite superior da faixa uniforme, para o pico de deposição.

O perfil individual da ponta interferiu na uniformidade da faixa avaliada acarretando em valores bastante elevados quando em comparação as normas convencionais de avaliação ISO 5682-1 (1986), FAO (1997) e UNE-EN 12761:2 (2002), os quais estabelecem que o coeficiente de variação (CV%) da sobreposição de

atos seja menor que 7%, quando utilizado na altura e pressão recomendadas pelo fabricante e de até 9% em configuração distinta. Porém, como não há norma estabelecida para avaliação de pontas de pulverização de jato excêntrico, neste trabalho CV% de até 40% foi considerado uniforme. A ponta XP20 proporcionou o maior número de configurações (sete) com CV% abaixo de 40%, sendo diretamente influenciado pelo tipo de perfil promovido por esta ponta (Tabela 1). A utilização da ponta XP20 na altura de 60 cm é bastante interessante, pois promove adequada uniformidade de distribuição e faixa de aplicação entre 4,50 a 5,00 m (Tabela 1). Nessa situação, reduz-se a probabilidade da deriva de gotas (menor altura da barra em relação ao alvo) com maior rendimento operacional do sistema (maior faixa de aplicação). Viana *et al.* (2009) e Freitas *et al.* (2005), observam a possibilidade de se utilizar pontas de impacto de jato plano mais próximas ao alvo para reduzir a deriva de gotas, ou com maior espaçamento entre pontas para aumentar o rendimento operacional, em função da redução do volume de calda.

Tabela 1 – Faixa de aplicação avaliada e coeficiente de variação da faixa central do perfil

Ponta de pulverização	Pressão (kPa)	Coeficiente de Variação (%)*			Faixa de aplicação (m)		
		Altura (cm)			Altura (cm)		
		40	60	90	40	60	90
XT010	200	39,38	35,94	36,22	1,95	2,60	3,50
	300	46,28	36,81	34,26	2,70	3,40	4,35
	400	25,20	51,85	24,74	3,35	3,65	5,00
XP10	200	42,01	39,67	39,81	3,50	3,95	3,75
	300	45,38	48,89	50,29	4,25	4,75	4,25
	400	55,43	44,76	46,61	4,90	4,95	4,60
XP20	200	26,42	33,38	30,53	3,75	4,50	4,50
	300	59,91	33,06	37,52	4,35	5,00	5,00
	400	53,26	27,75	31,08	4,85	5,00	5,00

*Valores abaixo de 40% são considerados uniformes.

A ponta XT010 proporciona seis configurações adequadas à aplicação, aumentando o número de configurações com o incremento na altura de trabalho (Tabela 1). Distintamente das demais pontas, a ponta XT010 proporciona aumento da faixa de aplicação com o incremento na altura e pressão de trabalho, portanto, há maior flexibilidade em comparação as pontas XP10 e XP20.

A ponta XP10 proporcionou menor número de configurações uniformes, apenas duas, sendo uma a 60 e outra a 90 cm de altura, ambas na pressão de 200 kPa. Essa ponta não deve ser utilizada na altura de 40 cm, sendo sujeito distribuição de calda desuniforme e possíveis falhas no controle (Tabela 1).

Em todas as situações avaliadas, devido aos altos valores de CV%, recomenda-se a utilização dessas pontas, somente para aplicação de herbicidas que não necessitam de grande cobertura e uniformidade do alvo, como os herbicidas sistêmicos aplicados em pós-emergência e herbicidas aplicados em pré-emergência.

3. Conclusão

As pontas apresentam perfil de distribuição irregular sendo indicadas configurações que promovam coeficientes de variação abaixo de 40%, com o intuito de se reduzir problemas de falhas de controle e melhor rendimento operacional.

4. Referências bibliográficas

- FAO. FOOD AGRICULTURE AND ORGANIZATION. *Equipo de aplicación de pesticida para uso en agricultura: equipo impulsado mecánicamente*. ROMA, 1997. v.2, 150 p.
- FERREIRA, M.C.; et al. Fatores qualitativos da ponta de energia hidráulica ADGA 110015 para pulverização agrícola. **Engenharia Agrícola**, vol.27, n.2, p.471-478, 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.
- ISO – International Organization for Standardization. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: ISO, 1996. 13 p. (ISO 5682/1).
- MILLER, J.H. Spray Distribution of Boomless Nozzles: The Boomjet 5880, Radiarc and Boom Buster. In: Proceedings, 43rd Annual Meeting Southern Weed Science Society; Atlanta, GA. Champaign, IL: Southern Weed Science Society: 203-214, 1990.
- TORSTENSSON, L. Use of herbicides on railway tracks in Sweden. **Pesticide outlook**, v.12, p.16-21, 2001.

UNE-EM. **Maquinaria agrícola y forestal** – Pulverizadores y distribuidores de fertilizantes líquidos. Protección medioambiental. Parte 2: Pulverizadores hidráulicos de barras para cultivos bajos. 2002.

VIANA, R.G.; et al. Deposición 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.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As pontas de pulverização de baixa deriva TTI110015, AI110015 e AVI11001, possuem potencial uso na aplicação de herbicidas que exigem baixa cobertura do alvo e potencialmente danosos por ação da deriva de gotas. Apresentam distribuição uniforme a depender de espaçamento, pressão de trabalho e altura em relação ao alvo. Podem ser utilizadas mesmo sob pressão de 400 kPa com baixa ocorrência de deriva.

A ponta de pulverização AIUB 8502 apresenta perfil de distribuição excêntrico, com alteração na faixa de aplicação quando se altera pressão de trabalho e altura em relação ao alvo. O incremento na pressão aumenta o ângulo de pulverização e a vazão. Pode ser utilizada para aplicação uniforme quando da sobreposição dos jatos descontínuos a depender do espaçamento entre pontas e altura de trabalho.

As pontas AIXR e AIRMIX podem ser utilizadas conjuntamente a ponta AIUB 8502 para aplicação uniforme de herbicidas. A ponta TTI11002, não deve ser utilizada conjuntamente a ponta AIUB 8502 para aplicação de herbicidas em faixa em nenhuma condição avaliada, sob pena de ocorrer falhas de deposição na faixa central da barra.

As pontas de jato excêntrico de longo alcance XT010, XP20 e XP10, apresentam perfil de distribuição irregular e faixa de aplicação central com alto Coeficiente de Variação, sendo, portanto indicadas apenas para aplicação de herbicidas sistêmicos aplicados em pós-emergência ou herbicidas aplicados em pré-emergência.