

DISTRIBUIÇÃO DE LÍQUIDO DA PONTA DE PULVERIZAÇÃO COM INDUÇÃO DE AR E JATO EXCÊNTRICO AIUB 8502 SOB DIFERENTES CONDIÇÕES¹

Liquid Distribution of Air Induction and Off-Center Spray Nozzles under Different Conditions

VIANA, R.G.², FERREIRA, L.R.³, ROSELL, J.R.⁴, SOLANELLES, F.⁵, FILAT, A.⁵, MACHADO, M.S.⁶, MACHADO, A.F.L.⁷ e SILVA, M.C.C.⁷

RESUMO - Objetivou-se com este trabalho avaliar a distribuição de líquido da ponta de pulverização com indução de ar e jato excêntrico AIUB 8502 sob diferentes condições operacionais. Foram avaliados perfil individual, vazão, ângulo de abertura do jato, faixa de aplicação e distribuição volumétrica simulada de duas pontas AIUB 8502 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 de 30 a 100 cm. Todas as análises foram realizadas seguindo a 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. 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 o total entre as pressões de 400 e 500 kPa e de 200 e 300 kPa.

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

ABSTRACT - *The objective of this work was to evaluate the liquid distribution of air induction and off-center AIUB 8502 spray nozzles under different operating conditions. Individual profile, spray nozzle outflow, spray angle, spray width and simulated distribution profile for two AIUB 8502 nozzles at working pressures of 200, 300, 400 and 500 kPa, height of 30, 40 and 50 cm from the target and 30 to 100 cm spacing were evaluated. All the tests were performed following ISO 5682-1 with some adaptations. The nozzles presented an eccentric liquid distribution with a discontinuous side and eccentric opposing end, with sharp decrease in volume. Profile distribution increased with increased bar height and working pressure. The largest number of uniform configurations was obtained at the height of 50 cm, decreasing at the heights of 40 and 30 cm. Angle and flow rate of the off-center nozzle increased with increase in pressure, with no differences between discontinuous and total angles between 400 and 500 kPa, and 200 and 300 kPa pressure ranges.*

Keywords: bar, spray boom, pre-emergent, uniform application, seedlings.

INTRODUÇÃO

Uma das maneiras de maximizar a eficiência da aplicação e minimizar as perdas e os riscos de contaminação provocados por agrotóxicos pode ser 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

¹ Recebido para publicação em 15.4.2009 e na forma revisada em 15.6.2010.

² Eng^o-Agr^o, M.Sc., Doutorando em Fitotecnia, Dep. de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa – DFT/UFV, 36570-000 Viçosa-MG, Bolsista CNPq, <rafaelgomesviana@yahoo.com.br>; ³ Prof. Associado, DFT/UFV; ⁴ Prof. Doctor, Departament d'Enginyeria Agroforestal, Universitat de Lleida-Espanya; ⁵ Investigador Doctor, Centre de Mecanització Agrària, Departament d'Agricultura, Alimentació i Acció Rural, Generalitat de Catalunya; ⁶ Mestrando do curso de Agronomia, UFV; ⁷ Pós-doutorando em Fitotecnia.



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 – entre 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, 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, entre 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 utilizados 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, bem como 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 (Freitas et al., 2005; Cunha et al., 2006; Ferreira et al., 2007; Viana et al., 2007, 2009).

Além da distribuição do agrotóxico, outras características são de suma importância para correta aplicação de produto, como 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, a qual se deposita no alvo com maior eficiência, tendo o inconveniente de não cobri-lo 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 que produza 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, como no final de barras de pulverização, durante tratamento de culturas sensíveis e de áreas não alvo, e na aplicação em faixa ou dirigida a culturas, como a aplicação de herbicidas pré-emergentes sobre mudas de frutíferas e espécies florestais e aplicações subfoliares.

A ponta de pulverização AIUB 8502 possui as características de jato excêntrico, combinadas com a indução de ar, com maior

tamanho de gota e menor propensão à 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 dessa ponta pode ser citada 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 neste 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.

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 novas, sendo cada unidade considerada uma repetição.

Os perfis de distribuição foram determinados utilizando-se uma barra porta-bicos sobre uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas metálicas, separadas entre si em 5 cm 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 foram transformados em porcentagem do volume aplicado, com posterior plotagem dos dados em gráfico (Microsoft Excel). Foram utilizadas as pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa e as alturas de 30, 40 e 50 cm em relação à 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-se 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 para aplicação. A faixa de deposição analisada na distribuição volumétrica situou-se entre os dois maiores volumes coletados de cada ponta; no caso de CV% menores que 7%, a faixa foi sendo aumentada até onde fosse uniforme.

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 verificar se a vazão da ponta estava de acordo com as normas de codificação por cores estabelecidas pela 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 (MP) 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; o ângulo total das pontas foi calculado pela soma dos ângulos normal e descontínuo.

A análise da distribuição volumétrica das pontas de pulverização foi feita pelo cálculo do coeficiente de variação (CV%) da sobreposição dos jatos. 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).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A ponta de pulverização AIUB 8502 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 esse relacionado ao ângulo de saída do jato pulverizado, sendo maior no lado descontínuo e menor no lado excêntrico

(Tabela 2). 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, independentemente da vazão (Figura 1).

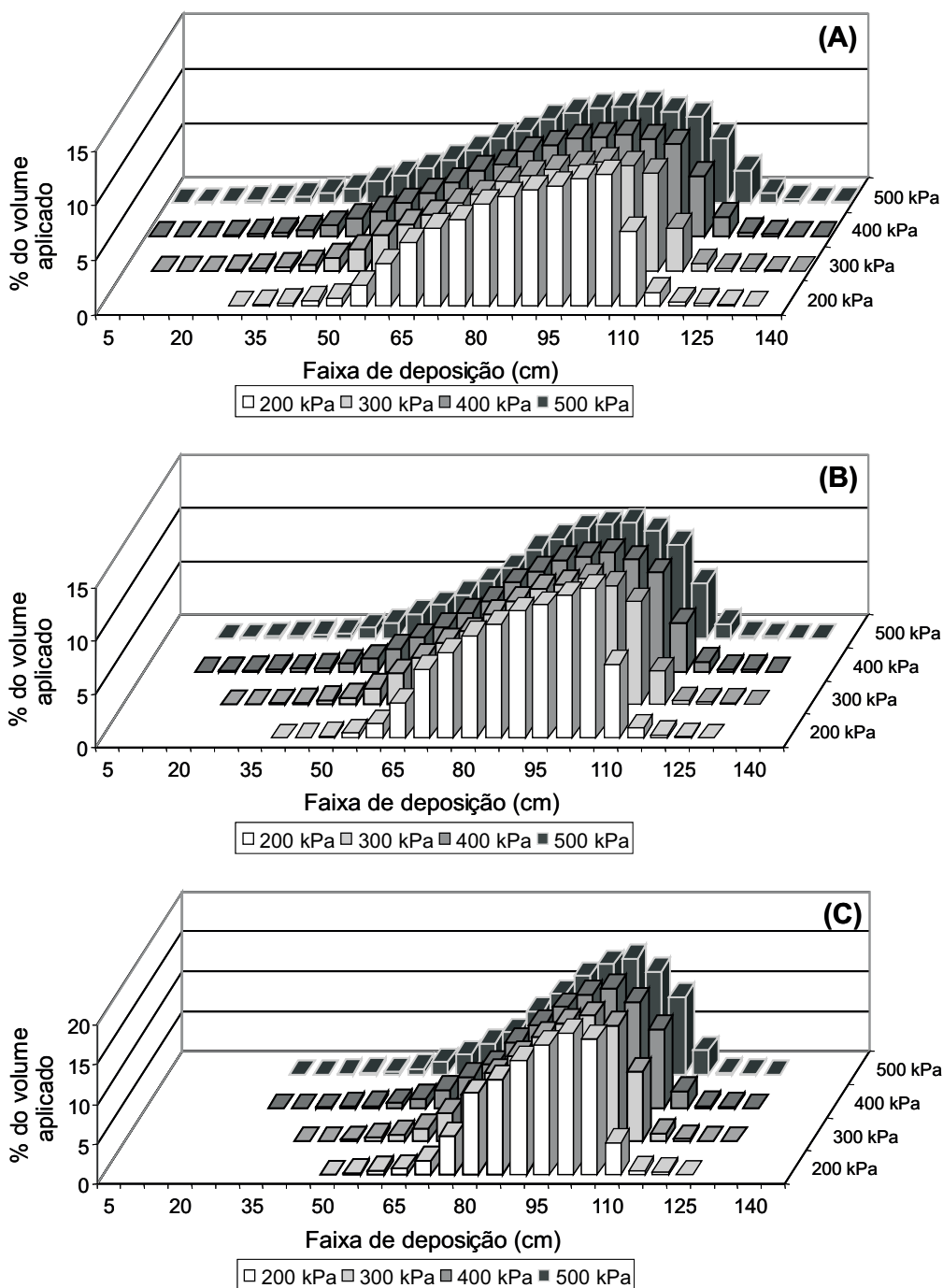


Figura 1 - Perfis de distribuição de líquido da ponta de pulverização AIUB 8502 operando nas pressões de 200, 300, 400 e 500 kPa, a 50 cm (A), 40 cm (B) e 30 cm (C) de altura em relação ao alvo.

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 AIUB 8502 permite recomendar a utilização no final de barras de pulverização. Permite também a sobreposição de duas pontas AIUB 8502, realizando uma distribuição volumétrica uniforme para aplicação de herbicidas em faixa na linha ou entrelinha de plantios.

Tabela 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

Pressão (kPa)	Espaçamento entre pontas (cm)	Altura da barra (cm)					
		Coeficiente de Variação (CV%)*			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
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
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
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 abaixo de 7% são considerados satisfatórios.



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

Obteve-se maior número de configurações uniformes na altura de 50 cm, seguida pela 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 as 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 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 grandes devido à entrada de ar no seu interior, o que acarreta 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, nesse caso, são uniformes e não indicados para aplicação com sobreposição (Viana et al., 2007; Cunha & Ruas, 2006).

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

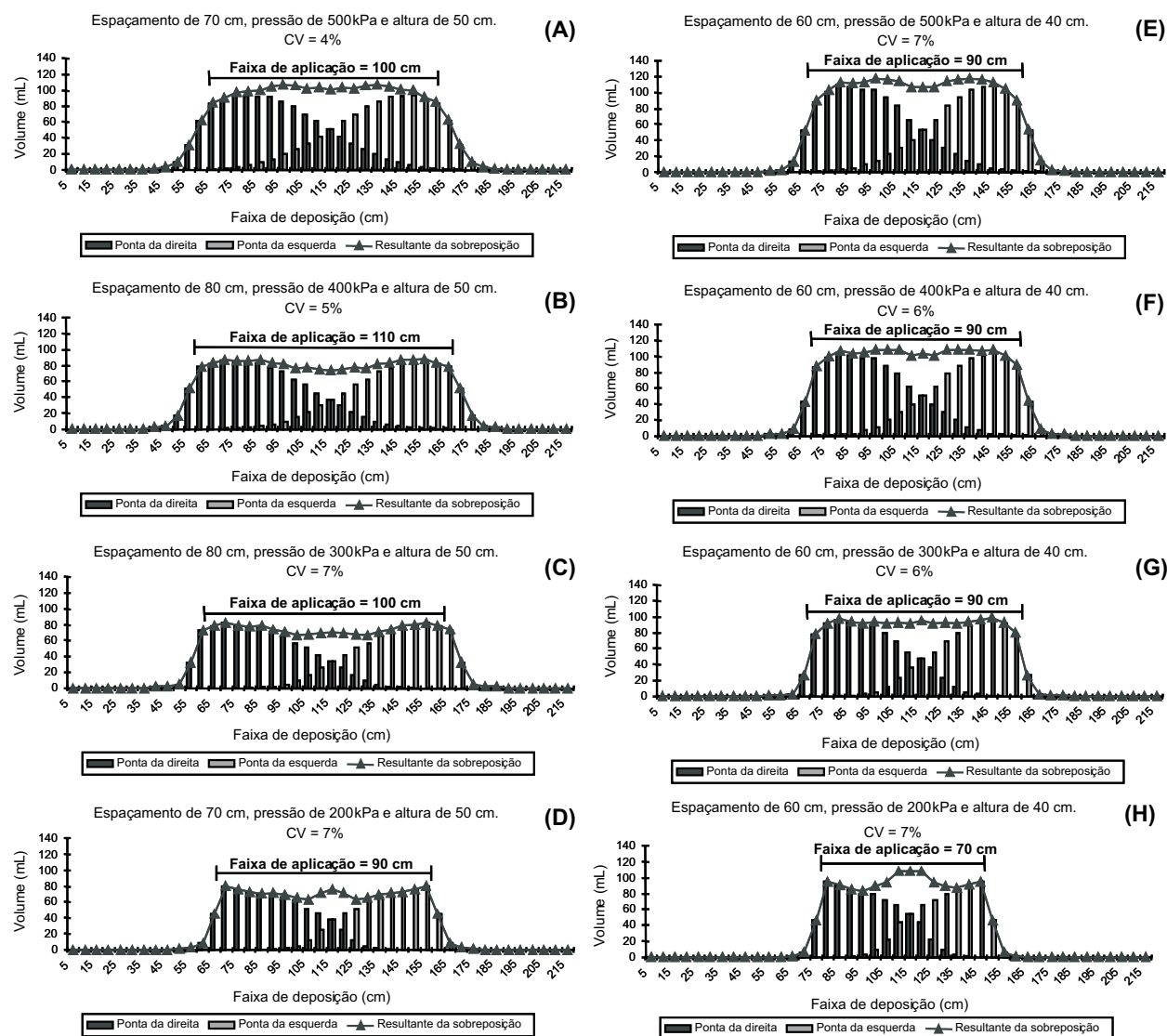
Quando se reduziu a pressão para 400 kPa, foi observado perfil uniforme na altura de 50 cm, com espaçamento entre 30 e 80 cm; na

altura de 40 cm, com espaçamento entre 40 e 60 cm; e na altura de 30 cm, com espaçamentos de 30 e 40 cm.

A pressão de 300 kPa proporcionou melhores configurações na altura de 50 cm, com espaçamento de 30 a 80 cm; na altura de 40 cm, com espaçamento entre pontas de

50 e 60 cm; 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.



Continua...

Figura 2 - Distribuição volumétrica de duas pontas de pulverização AIUB 8502 simulando uma barra de pulverização sob diferentes condições operacionais. Espaçamento de 70 cm, pressão de 500 kPa e altura de 50 cm (A); espaçamento de 80 cm, pressão de 400 kPa e altura de 50 cm (B); espaçamento de 80 cm, pressão de 300 kPa e altura de 50 cm (C); espaçamento de 70 cm, pressão de 200 kPa e altura de 50 cm (D); espaçamento de 60 cm, pressão de 500 kPa e altura de 40 cm (E); espaçamento de 60 cm, pressão de 400 kPa e altura de 40 cm (F); espaçamento de 60 cm, pressão de 300 kPa e altura de 40 cm (G); espaçamento de 60 cm, pressão de 200 kPa e altura de 40 cm (H); espaçamento de 30 cm, pressão de 500 kPa e altura de 30 cm (I); espaçamento de 40 cm, pressão de 400 kPa e altura de 30 cm (J); espaçamento de 40 cm, pressão de 300 kPa e altura de 30 cm (K); espaçamento de 40 cm, pressão de 200 kPa e altura de 30 cm (L); espaçamento de 100 cm, pressão de 300 kPa e altura de 50 cm (M); espaçamento de 30 cm, pressão de 500 kPa e altura de 40 cm (N).

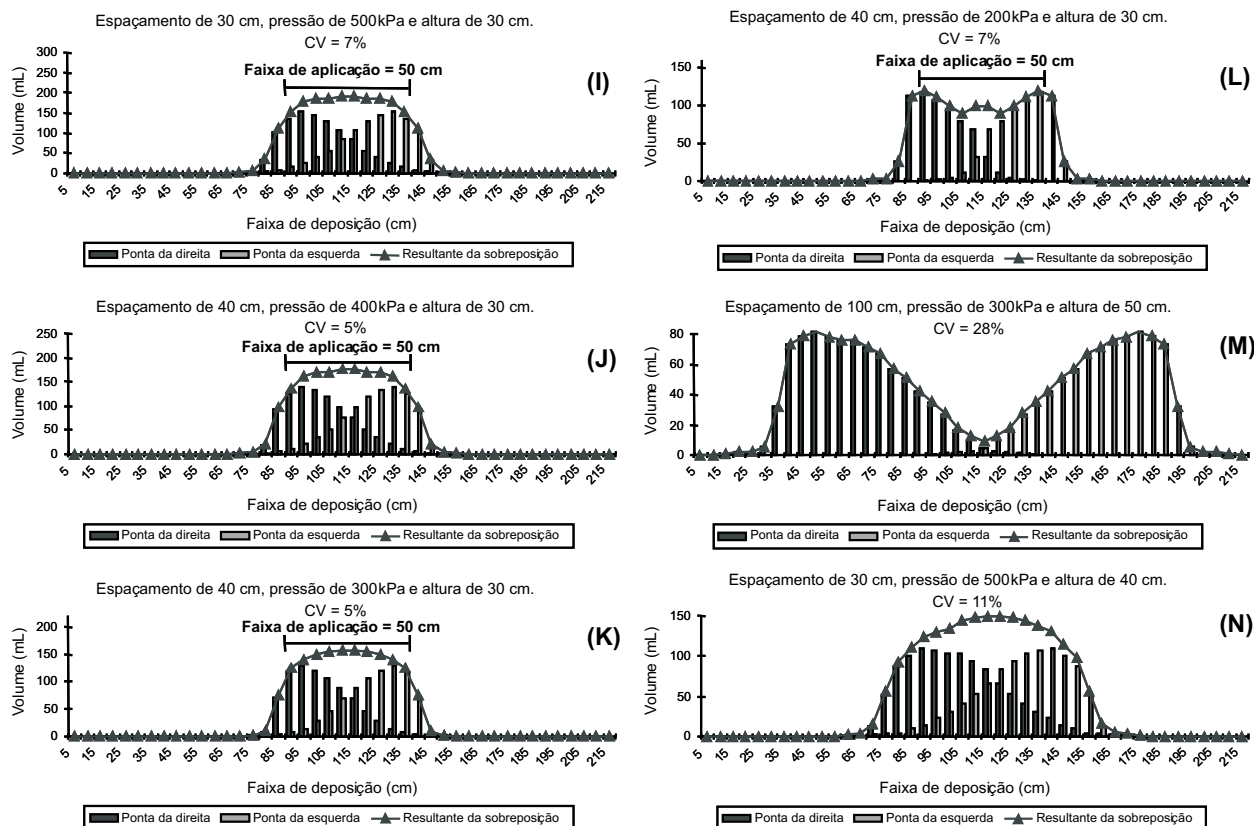


Figura 2, continuação.

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 descontinuo	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.

Para aplicações de herbicidas em faixa em culturas perenes, como eucalipto e café, geralmente se indica uma faixa superior a 1 m sobre as mudas. Essa faixa é conseguida de maneira uniforme nas pressões de 500 e 400 kPa, nos espaçamentos de 70 e 80 cm (Figura 2A e B), e 300 kPa, no espaçamento de 80 cm (Figura 2C). 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 esse 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 de classificar a ponta de pulverização em 2 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 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 constatada 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 proporcionada pelas pontas de pulverização.

O ângulo do jato excêntrico aumentou com o incremento na pressão (Tabela 2), sendo esse fato desfavorável, pois busca-se com esse 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.

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 às de 200 e 300 kPa. Maior ângulo indica maior faixa de aplicação e, desse modo, 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 e possíveis perdas financeiras e intoxicação de culturas, devido ao aumento da dose recomendada.

A ponta de pulverização AIUB 8502 apresenta perfil de distribuição excêntrico com espaçamento entre pontas adequado 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 o incremento na pressão. A configuração mais adequada à aplicação de uma faixa de 1 m é com pressão de 300 kPa, altura de 50 cm e espaçamento entre pontas de 80 cm.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPq, pela concessão de bolsa de estudos ao primeiro autor; à CAPES, pela concessão de bolsa para realização das atividades no exterior; ao sr. Jaap Boot, representando a empresa Spray System Co., pela doação das pontas de pulverização; e ao Centre de Mecanització Agrària.

LITERATURA CITADA

- CUNHA, J. P. A. R. **Tecnologia de aplicação do chlorothalonil no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 81 f. Tese (Doutorado em Mecanização Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, MG, 2003.
- CUNHA, J. P. A. R.; RUAS, R. A. A. Uniformidade de distribuição de pontas de pulverização de jato plano duplo com indução de ar. **Pesq. Agropec. Trop.**, 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 Technol.**, 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. **Eng. Agríc.**, 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.
- INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION - ISO. **Equipment for crop protection - Spraying equipment – Part 2: test methods for agricultural sprayers**. Geneva: 1996. 13 p. (ISO 5682/1)
- MATUO, T. et al. Tecnologia de aplicação e equipamentos. In: CURSO DE PROTEÇÃO DE PLANTAS. Módulo 2. Brasília: 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 Agric. Eng. Sci.**, 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. 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. (UNE-EM 907: 1997)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **SAEG - Sistemas de Análises Estatísticas e Genéticas**. (Versão 8.0). Viçosa, MG: 2000.

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.

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.

