

Padrão médio de distribuição volumétrica das pontas de pulverização TVI 800075 e ATR 1.0 em função da altura, pressão e espaçamento entre bicos.

MATEUS PROLO MASSOLA¹, VANDOIR HOLTZ²

¹ Graduando em Agronomia, Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Nova Xavantina, fone 66 99310073, e-mail: mateusprolo@gmail.com

² Engenheiro Agrícola, Prof. Mestre. Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Nova Xavantina, fone 66 81435033, e-mail: vandoirholtz@unemat.br.

Apresentado no
XLV Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2016
24 a 28 de junho de 2016 - Florianópolis - SC, Brasil

RESUMO Este trabalho teve como objetivo determinar, em laboratório, o Coeficiente de Variação da distribuição volumétrica de calda das pontas TVI 800075 (cone vazio com indução de ar) e ATR 1.0 (cone vazio), em função das pressões de trabalho (500, 600 e 700kPa), altura de barra (0,4, 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8 m) e espaçamentos entre bicos (0,4, 0,5, 0,6, 0,8, 1 e 1,2 m), bem como indicar a possível redução do volume de aplicação com a utilização dos espaçamentos 0,6, 0,8, 1 e 1,2 m, não usuais atualmente. Os perfis de distribuição volumétrica foram determinados em mesa de avaliação para pontas de pulverização hidráulica, construída de acordo com as Normas ISO 5.682-1:1996. O padrão médio de distribuição volumétrica ao longo da barra de pulverização foi calculado conforme proposto por Freitas et al. (2005), considerada aceitável quando CV inferior a 7%, valor este adotado pela Comunidade Europeia. A ponta TVI 800075 somente foi satisfatória com o espaçamento de 0,4 m. A ponta ATR 1.0, apresentou combinações satisfatórias de pressão e altura para os espaçamentos de 0,4, 0,5 e 0,6m, indicando a possibilidade de ajustar a distribuição longitudinal dos bicos na barra com o objetivo de reduzir o volume de aplicação.

PALAVRAS-CHAVE: Tecnologia de aplicação, Coeficiente de variação, Uniformidade de distribuição.

Average standard of volumetric distribution of spray tip TVI 800075 and ATR 1.0 on function of height, pressure and nozzle spacing.

ABSTRACT: This study aimed to determine, in the laboratory, Coefficient of Variation of volumetric distribution of the spray nozzles TVI 800075 (cone empty with air induction) and ATR 1.0 (empty cone), with the working pressures (500, 600 and 700 kPa), height of the bar (0,4, 0,5, 0,6, 0,7 and 0,8 m) and spacings (0,4, 0,5, 0,6, 0,8, 1 and 1,2 m), between nozzles and indicate possible reduction of the application volume used the spacing of 0,6, 0,8, 1 and 1,2 m, currently not usual. Volumetric distribution profiles were determined in test table for hydraulic spray nozzles constructed in accordance with ISO 5682-1: 1996. The average standard of the volumetric distribution along the spray bar was calculated as proposed by Freitas et al. (2005), considered acceptable when CV less than 7% which is adopted by the European Community. TVI 800 075 nozzles was only satisfactory with the spacing of 0.4 m. The bridge ATR 1.0, showed satisfactory combinations of pressure and height to the spacings of 0.4, 0.5 and 0.6 m, indicating the possibility of adjusting the longitudinal distribution of the nozzles on the boom with the aim to reduce the application rate.

KEYWORDS: Application technology, Coefficient of variation, Distribution uniformity.

INTRODUÇÃO - A engenharia de aplicação tem como principal objetivo aumentar a eficácia da aplicação de agrotóxicos para o controle dos problemas fitossanitários, com a aplicação dos conhecimentos científicos para a correta colocação de um produto biologicamente ativo no alvo, em quantidade necessária, de forma econômica e com mínimo de contaminação de outras áreas (MATUO, 1998).

As pontas de pulverização que são responsáveis por fragmentar do líquido em pequenas gotas e distribuí-las em determinada área, controlando a cobertura de área (SIDAHMED, 1998). Desta forma, por meio do conhecimento das características das pontas de pulverização pode-se obter uma melhor relação entre espaçamento, altura mínima em relação ao alvo que, dependendo da pressão de trabalho, deposite a calda de maneira mais uniforme (CUNHA e PERES, 2010). Segundo Butzen et al. (2005), por controlar a quantidade e a uniformidade da aplicação, as pontas de pulverização determinam a cobertura das aplicações.

A uniformidade de distribuição da calda, ao longo da barra de pulverização, é dada pelas condições de montagem e operação do equipamento, como espaçamento entre bicos, altura da barra, ângulo de abertura dos bicos e pressão de trabalho (PERECIN et al., 1994), sendo avaliada pelo coeficiente de variação resultante da sobreposição de distribuição do conjunto de bicos colocados na barra (BAUER e RAETANO, 2004). O padrão de uniformidade de distribuição utilizado em países da Comunidade Europeia estabelece que o coeficiente de variação seja menor que 7% (FREITAS, 2005). Distribuição desuniforme, abaixo do volume mínimo exigido, produz controle insuficiente, e quantidades acima causam perdas financeiras, toxidez nas culturas e danos ao meio ambiente (CORDEIRO, 2001). Bauer e Raetano (2000) ressaltam que o desenvolvimento da tecnologia de aplicação é indispensável para melhorar a eficiência de controle de pragas, diretamente relacionados à qualidade da aplicação. Para alcançar aplicações com maior eficiência, o estudo da deposição e cobertura é essencial (MATTEWS, 1992). Assim, as técnicas de aplicação de produtos fitossanitários necessitam ser pesquisadas para encontrar novos sistemas que permitam economizar tempo e energia, e que diminuam a contaminação do ambiente. Diante do exposto, este trabalho teve como objetivo avaliar o padrão médio de distribuição volumétrica produzida por pontas de pulverização fabricadas em cerâmicas.

MATERIAL E MÉTODOS - Os ensaios foram desenvolvidos no Laboratório de Máquinas e Mecanização Agrícola da Universidade do Estado do Mato Grosso, *Campus Nova Xavantina*, em Nova Xavantina-MT, onde foram avaliadas as pontas de pulverização ATR 1,0, (cone vazio) e TVI 800075 (cone vazio com indução de ar). Estas pontas foram avaliadas nas alturas de 0,4m, 0,5m, 0,6m, 0,7m e 0,8m, com as pressões de 500kPa, 600kPa e 700kPa.

Para os ensaios foi utilizada uma mesa de teste para pontas de pulverização hidráulica, composta por canaletas em “V”, separadas entre si em cinco centímetros, construída de acordo com as Normas ISO 5.682-1:1996. Foram utilizadas 4 unidades de cada ponta, instaladas isoladamente no centro da mesa, de modo que o jato seja lançado verticalmente. A barra de pulverização foi fixada em suporte adequadamente construído com a finalidade de variação da altura da ponta em relação à mesa. Após a instalação de cada ponta na barra na altura desejada, foi acionado o sistema de pulverização na pressão desejada, efetuando-se então a coleta do volume pulverizado por 60 segundos. Com base nos volumes médios coletados nas 4 repetições em cada tratamento, foram determinados os perfis médios de distribuição volumétrica, que possibilitou o cálculo da distribuição do volume pulverizado ao longo da barra de pulverização, o qual foi determinado no programa computacional Microsoft Excel®, onde foi feita a simulação da deposição em uma barra de pulverização de 12m, considerando os espaçamentos de 0,4; 0,5; 0,6; 0,8; 1,0 e 1,2m entre bicos.

A uniformidade de distribuição ao longo da barra foi avaliada pelo coeficiente de variação (CV), obtido por meio da Equação 1.

$$CV = \frac{100 s}{m} \quad (1)$$

Em que,

CV: Coeficiente de variação, %,

s: desvio padrão dos volumes coletados, e

m: média dos volumes coletados.

Para os tratamentos caracterizados com CV inferior a 7%, foi calculado do volume de aplicação obtido a partir das vazões médias para as pressões estudadas, nas velocidades simuladas de 6, 8, 10, 12 e 14 km h⁻¹, para verificar a possibilidade de redução do volume de aplicação através do aumento do espaçamento entre bicos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO - Em geral, para a obtenção de uniformidade de distribuição, as pontas devem apresentar um perfil triangular e simétrico, o que permite sobreposição adequada dos jatos de pulverização adjacentes (Cunha et al, 2007), e depende do perfil de distribuição de cada ponta trabalhando isoladamente (Cunha e Silva, 2010). Do ponto de vista prático, o CV da barra é mais importante que o volume depositado, pois poderão existir diferentes volumes de depósito com valores de CV idênticos, por isso, optou-se por avaliar somente o CV. Neste trabalho, verifica-se que nas menores alturas da barra de pulverização, em todas as pressões, no padrão de deposição para a ponta TVI 800075, o volume crescente com picos nas extremidades seguido de declive acentuado ao centro (Figuras 1a e 1b) e aumentando-se a altura de trabalho, em todas as pressões, aumentou a faixa de deposição, tendendo a reduzir os picos nas extremidades do perfil de distribuição, o que pode melhorar a uniformidade de distribuição do volume pulverizado (Figuras 1c, 1d e 1e).

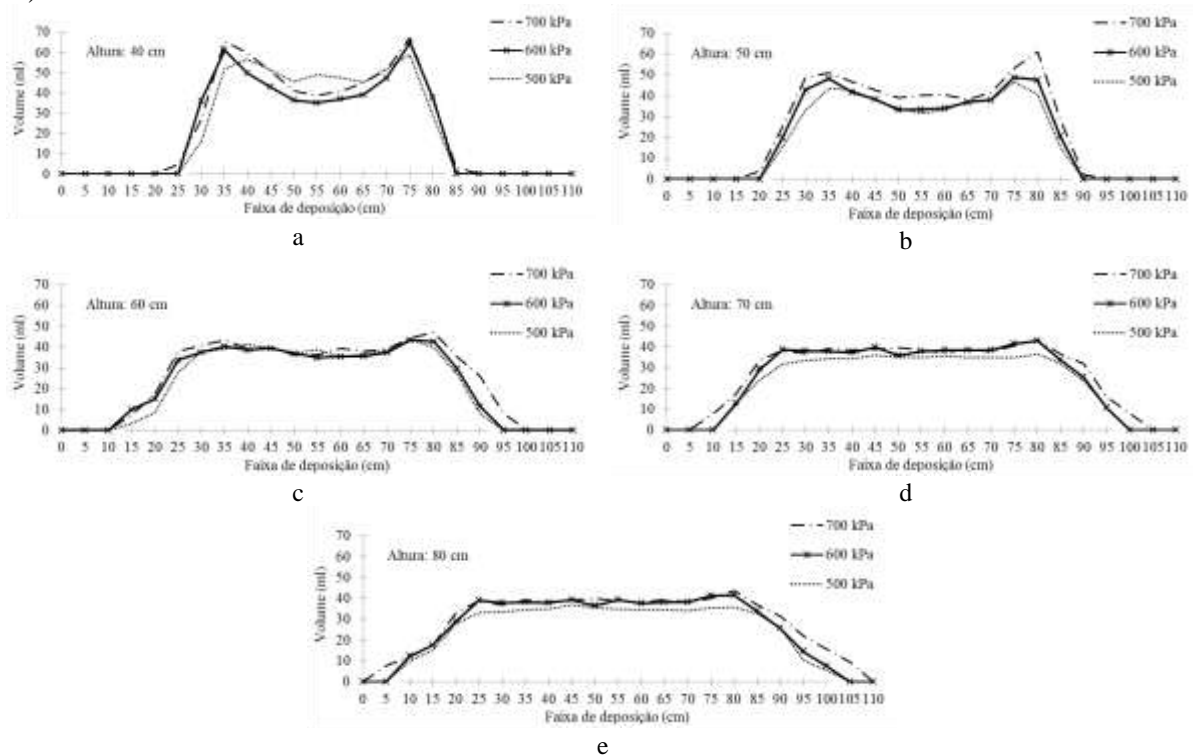


Figura 1. Perfil de distribuição de pontas TVI 800075, nas pressões de 500, 600 e 700kPa, a 0,4, 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8m de altura.

De acordo com Nascimento (2014), as pontas de pulverização com indução de ar são caracterizadas por distribuição irregular com depressão central e picos nas extremidades o que dificulta ter uma boa uniformidade de distribuição do volume pulverizado. Observa-se que esse problema não ocorre quando a altura da barra é maior que 0,7 metros, podendo ter uma boa distribuição do volume pulverizado.

As combinações de alturas e pressões estudadas influenciaram o coeficiente de variação da distribuição volumétrica da ponta TVI 800075 (Tabela 1). Foi constatado que o mesmo diminuiu na medida em que se aumentou a pressão e a altura da barra de pulverização, mas não o suficiente para compensar um aumento no espaçamento entre os bicos, o que resultaria em menor volume de aplicação em uma área tratada.

Tabela 1 - Uniformidade de distribuição da ponta de pulverização TVI 800075 nas pressões de 500, 600, e 700kPa, altura da barra de 0,4, 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8m e espaçamentos de 0,4, 0,5, 0,6, 0,8, 1 e 1,2m na barra de pulverização

Pressão (kPa)	Espaçamento entre bicos (m)	Coeficiente de variação (%)				
		Altura da barra (m)				
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
500	0,4	35,60	38,68	25,52	7,55	5,22
500	0,5	8,98	30,90	29,68	25,25	21,99
500	0,6	40,56	13,05	13,46	24,98	24,71
500	0,8	77,34	59,76	44,47	20,35	12,69
500	1	96,64	80,17	67,09	50,10	42,55
500	1,2	114,74	98,40	85,89	70,67	64,47
600	0,4	52,32	40,45	21,95	10,21	4,06
600	0,5	26,35	39,42	31,72	28,56	22,51
600	0,6	38,15	13,43	21,54	27,90	25,21
600	0,8	75,65	58,35	36,73	21,63	11,58
600	1	95,02	78,91	61,16	50,93	40,90
600	1,2	113,12	97,17	80,42	71,38	63,19
700	0,4	47,52	37,18	17,82	4,36	5,31
700	0,5	21,68	41,34	32,69	23,59	20,34
700	0,6	35,97	16,51	26,65	27,63	23,86
700	0,8	74,08	54,74	29,60	10,92	8,18
700	1	93,50	75,71	55,98	41,42	29,63
700	1,2	111,59	94,08	75,77	63,58	54,43

Para arranjos com coeficiente de variação inferior a 7%, foram elaborados os gráficos que representam o padrão médio de distribuição volumétrica na barra de pulverização (Figura 3). Os resultados indicam que o espaçamento é um fator que influencia fortemente na qualidade da distribuição volumétrica. Analisando-se o coeficiente de variação da distribuição (Tabela 1), é possível verificar que as melhores condições de trabalho ocorreram para ponta com alturas superior a 0,7m na barra de pulverização (Figura 3). Além disto, nos resultados obtidos para o CV do padrão médio de distribuição volumétrico da ponta TVI 800075, verifica-se que não é indicado a sua utilização em espaçamentos superiores a 0,4m.

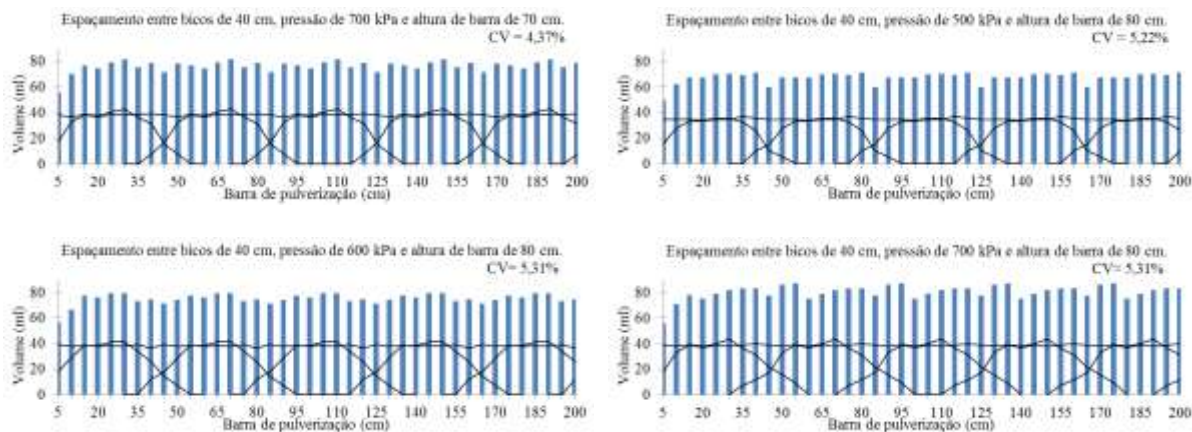


Figura 3 - Distribuição do volume pulverizado ao longo da barra de pulverização, com pontas TVI 800075 em diferentes pressões de trabalho, alturas de barra e espaçamentos entre bicos.

Para a ponta ATR 1,0, na altura de 0,4m, verifica-se uma concentração do volume aplicado ao centro, formando praticamente um plano, que é desfeito gradualmente com o aumento da altura dos bicos em relação à mesa (Figura 2a e 2b) em todas as pressões. A partir da altura de 0,6m, tem-se o maior volume acumulado ao centro, com gradual decréscimo do volume na direção das extremidades, além de ser possível verificar que a faixa de deposição foi ampliada, com calda chegando a maior quantidade na extremidade, porém em volume inferior ao das provetas centrais, para todas as variações de pressão. Estes resultados concordam com Ferreira et al. (2011) que encontraram perfis de distribuição volumétricas semelhantes para a ponta cone vazio JA-2, marca jacto, com aumento do pico central com o aumento da altura em todas as pressões estudadas.

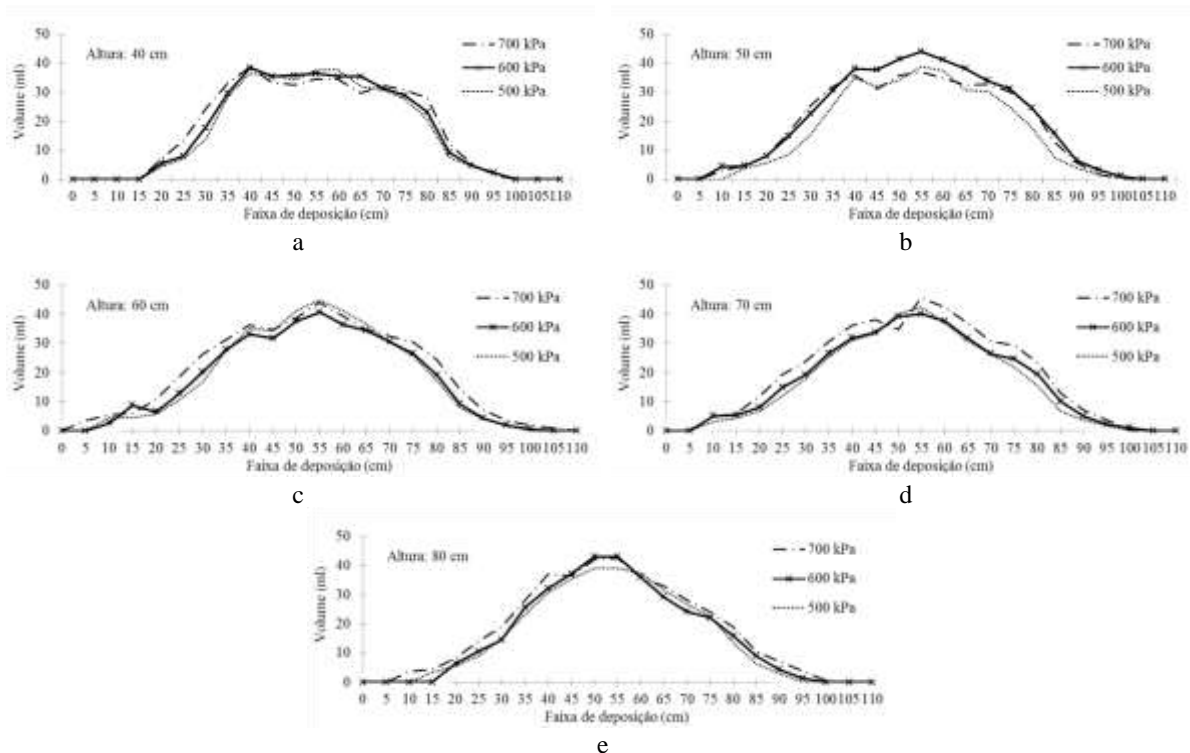


Figura 2 – Perfil de distribuição de pontas ATR 1,0, nas pressões de 500, 600 e 700kPa, a 0,4, 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8m de altura.

Em geral, a variação da altura da barra em relação ao alvo causa efeito semelhante para as pontas do mesmo tipo, não altera o perfil de distribuição da ponta, mas com o incremento na altura, amplia-se a faixa de deposição (PERECIN et al., 1998), o que interfere na sobreposição, com resultado direto na uniformidade, verificada pelo, coeficiente de variação da distribuição volumétrica (Tabela 2).

Tabela 2 - Uniformidade de distribuição da ponta de pulverização ATR 1,0 nas pressões de 500, 600, e 700kPa, a 0,4, 0,5, 0,6, 0,7 e 0,8 m de altura de barra, espaçados de 0,4, 0,5, 0,6, 0,8, 1 e 1,20 m na barra de pulverização

Pressão (kPa)	Espaçamento entre bicos (m)	Coeficiente de variação				
		Altura da barra (m)				
		0,4	0,5	0,6	0,7	0,8
500	0,4	15,32	11,42	6,88	5,84	3,58
500	0,5	6,76	6,22	9,88	9,47	10,39
500	0,6	23,90	22,95	24,72	23,73	28,20
500	0,8	61,91	58,87	58,50	57,92	57,92
500	1	82,13	79,27	78,78	78,31	84,12
500	1,2	100,32	97,54	97,08	96,62	102,28
600	0,4	16,98	7,99	9,20	5,17	6,70
600	0,5	6,55	4,56	6,19	6,03	13,24
600	0,6	18,93	11,85	16,58	15,55	27,99
600	0,8	58,14	47,83	50,32	49,11	49,11
600	1	78,73	69,32	71,48	70,29	83,60
600	1,2	96,99	88,01	90,05	88,93	101,78
700	0,4	22,59	15,29	7,82	7,37	7,17
700	0,5	17,20	12,45	8,60	8,44	6,13
700	0,6	9,87	6,86	8,00	10,79	17,18
700	0,8	51,94	46,03	42,55	44,90	44,90
700	1	73,29	68,08	62,74	66,87	71,76
700	1,2	91,76	86,83	81,84	85,72	90,32

A ponta de pulverização ATR 1,0 por sua vez, apresentou maior quantidade de arranjos (Figura 4), com destaque para alguns arranjos com os espaçamentos de 0,5 e 0,6m.

Resultados semelhantes foram encontrados por Faqiri e Krishnan (2001) utilizando pontas, 110-5R e RF-5 (cone vazio), numa faixa de pressão de 200 a 276kPa. Eles também encontraram maior uniformidade de distribuição em maiores alturas da barra, mas não verificaram relação entre uniformidade e pressão.

O espaçamento em bicos de 0,5m e altura de 0,5m, possivelmente é o arranjo mais comum adotado pelos produtores, apresentou-se CV satisfatório para as pressões de 500 e 600kPa e insatisfatório para a pressão de 700kPa. As informações do fabricante da ponta ATR 1.0 sobre a pressão de trabalho indique que pode variar de 413 a 2068kPa. Desta forma, outros arranjos com pressões maiores podem apresentar distribuição volumétrica satisfatória.

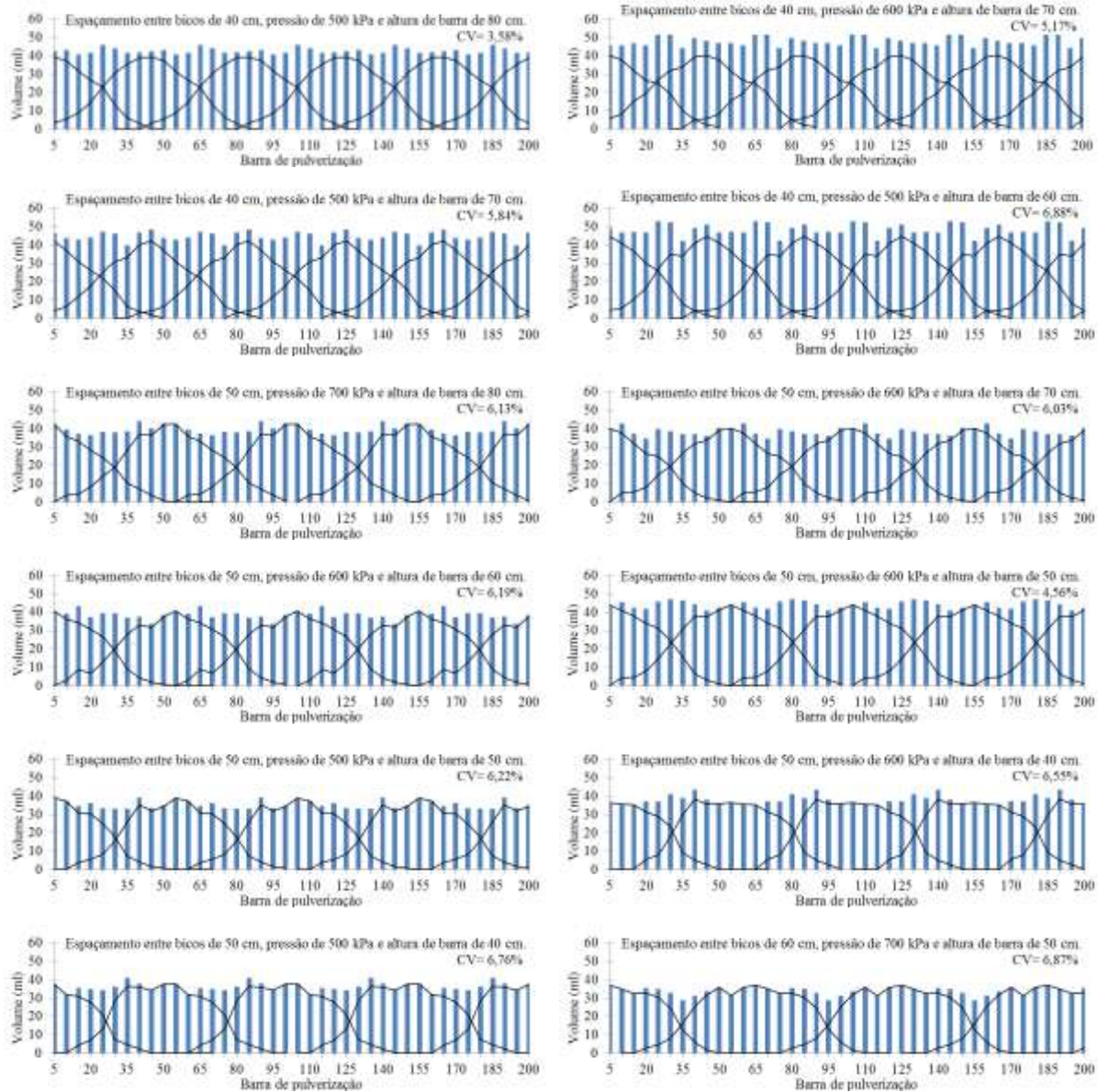


Figura 4 - Distribuição do volume pulverizado ao longo da barra de pulverização, com pontas ATR 1,0 em diferentes pressões de trabalho, alturas de barra e espaçamentos entre bicos.

Na Tabela 3 pode-se observar que para a ponta ATR 1.0, quando a mesma pressão e a mesma altura, variando apenas o espaçamento, pode-se obter uma redução de volume de pulverização, aumentando assim, a capacidade operacional na aplicação. Este resultado corrobora com Cunha et al (2007), que avaliando espaçamentos entre bicos superiores a 60 cm, obtiveram níveis de CV satisfatórios para algumas pontas e arranjos e Freitas et al. (2005), que avaliando a ponta TT 110-02, encontraram coeficientes de variação adequados, possibilitando espaçamentos entre bicos maiores que 0,5 metros.

Nascimento et al, (2014) também verificaram perfis de distribuição de pulverização semelhantes em pontas TVI 8003 submetidas às pressões de 420 e 630kPa, possibilitando o menor transporte de água para o campo e redução das paradas para reabastecimento, com isso, aumento da capacidade operacional (Matthews, 1979).

Contudo, aumento na pressão altera o espectro de gotas. Matuo (1990), alerta que utilização de gotas pequenas produz implica em algumas limitações, sendo os principais fatores a evaporação e deriva. Assim, na escolha da pressão de trabalho, nesse intervalo, deve-se levar em conta a quantidade de cobertura que se pretende chegar os riscos ligados à deriva.

Assim, cobertura uniforme entende-se distribuição satisfatória da calda pulverizada, caracterizada por menores coeficientes de variação da distribuição volumétrica superficial da ponta.

Tabela 3 - Volume de calda, em l ha⁻¹, para os arranjos de pressão, altura, espaçamento e velocidade caracterizados com coeficiente de variação inferior a 7% para ponta ATR 1,0

Pressão (kPa)	Vazão (l min ⁻¹)	Altura (m)	Espaçamento (m)	Volume de calda (l ha ⁻¹)				
				6 km h ⁻¹	8 km h ⁻¹	10 km h ⁻¹	12 km h ⁻¹	14 km h ⁻¹
500	0,3608	0,8	0,4	90,20	67,65	54,12	45,10	38,66
700	0,4013	0,8	0,5	80,26	60,20	48,16	40,13	34,40
500	0,3608	0,7	0,4	90,20	67,65	54,12	45,10	38,66
600	0,3945	0,7	0,4	98,63	73,97	59,18	49,31	42,27
600	0,3945	0,7	0,5	78,90	59,18	47,34	39,45	33,81
500	0,3608	0,6	0,4	90,20	67,65	54,12	45,10	38,66
600	0,3945	0,6	0,5	78,90	59,18	47,34	39,45	33,81
500	0,3608	0,5	0,5	72,16	54,12	43,30	36,08	30,93
600	0,3945	0,5	0,5	78,90	59,18	47,34	39,45	33,81
700	0,4013	0,5	0,6	66,88	50,16	40,13	33,44	28,66
500	0,3608	0,4	0,5	72,16	54,12	43,30	36,08	30,93
600	0,3945	0,4	0,5	78,90	59,18	47,34	39,45	33,81

A ponta ATR 1,0 é uma possibilidade para haver redução no volume de calda pulverizado através do aumento do espaçamento entre bicos, mantendo boa uniformidade de distribuição assim aumentando a capacidade operacional.

CONCLUSÕES – Para ponta ATR 1,0, é possível reduzir o volume de calda na pulverização alterando apenas o espaçamento entre bicos, desde que em sejam avaliados os arranjos combinados com a pressão e altura da barra.

Para a ponta TVI 800075 não foi possível reduzir o volume pulverizado.

A uniformidade de distribuição volumétrica das pontas avaliadas é influenciada pela pressão, altura de barra e espaçamento entre os bicos.

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.
- BAUER, F. C.; RAETANO, C. G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. **Scientia Agrícola. Piracicaba**, SP, v.57, n.2, p.271-276, 2000
- BUTZEN, S. MARCON, A.; McINNES, B.; SCHUH, W. Asian soybean rust: fungicides. **Crop Insights**, Johnston, EUA. v.15, n. 2, 5 p., 2005.
- 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.

CUNHA, J.P.A.R.; RUAS, R. A. A.; TEIXEIRA, M.M. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização de jato cônico vazio com indução de ar analisada em mesa de prova e simulação computadorizada. **Revista Ceres**, vol. 54, núm. 311, enero-febrero, 2007, pp. 40-46 Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Brasil.

CUNHA, J.P.A.R.; PERES, T.C.M. Influência de pontas de pulverização e adjuvante no controle químico da ferrugem asiática da soja. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.32, n.4, p.597-602, 2010.

FAQIRI, N. I.; KRISHNAN, P. Effect of nozzle pressure and wind condition on spray pattern displacement of RF5 and 110-5R nozzles. St. Joseph: **ASAE**, 2001. 13p.

FERREIRA, R. B.; CARDOSO, F. R.; FERNANDES, E. P.; avaliação de uma ponta de pulverização hidráulica de jato cônico vazio. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, vol.7, N.13; 2011 p 120-126.

FREITAS, F.C.L., TEIXEIRA, M.M., FERREIRA, L.R., FERREIRA, F.A., MACHADO, A.F.L. e VIANA, R.G. Distribuição volumétrica de pontas de pulverização turbo teejet 11002 em diferentes condições operacionais **Planta Daninha**, Viçosa-MG, v. 23, n. 1, p. 161-167, 2005.

MATTHEWS, G. A. Pesticide application methods. New York: Longman, 1979.

MATTHEWS, G. A. **Pesticide application methods**. 2. ed. London: Longman, 1992. 405p.

MATUO, T. Fundamentos da Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos. In: GUEDES, J. V. C.; DORNELLES S.H. B. **Tecnologia e Segurança na Aplicação de Agrotóxicos: Novas Tecnologias**. Santa Maria. UFSM. 1998. p 95-104.

MATUO, T. **Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas**. Unesp/Funep, São Paulo. 139 p. 1990

NASCIMENTO, E. M. S; MION, R. L.; DANTAS, M. J. F.; VILIOTTI, C. A.; SOMBRA, W. A.; Pontas de pulverização de jato cônico vazio, em função das pressões de trabalho. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v.9, n.3, p.440-444, 2014.

PERECIN, D. et al. Padrões e distribuição obtidos com bicos Twinjet em função da altura e do espaçamento entre bicos. **Engenharia Agrícola**, v. 14, p. 19-30, 1994.

PERECIN, D.; PERESSIN, V. A.; MATUO, T.; BRAZ, B. A.; PIO, L. C. Padrões de distribuição de líquidos obtidos com bicos TF-VS4, TJ60-11006 e TQ 15006 em mesa de prova. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 33, n. 2, p. 175-182, 1998.

SIDAHMED, M. M. **Analytical comparison of force and energy balance methods for characterizing sprays from hydraulic nozzles**. Transactions of the ASAE, St. Joseph, v. 41, n. 3, p. 531-536, 1998.