

ENGENHARIA AGRÍCOLA

CARACTERÍSTICAS DA PULVERIZAÇÃO PRODUZIDA POR PONTAS YAMAHO DA SÉRIE 'D'⁽¹⁾

HAMILTON HUMBERTO RAMOS⁽²⁾; TOMOMASSA MATUO⁽³⁾;
JOSÉ AUGUSTO BERNARDI⁽²⁾; JOSÉ VALDEMAR GONZALEZ MAZIERO⁽²⁾

RESUMO

O presente trabalho tem como objetivo avaliar algumas das características da pulverização produzida por pontas Yamaha da série 'D'. Avaliaram-se os tamanhos de gotas das pontas D3, D4, D5, D6 e D8 nas pressões de 703, 1.055, 1.406, 1.758, 2.110, 2.461 e 2.813 kPa (100, 150, 200, 250, 300, 350 e 400 psi), por meio de um equipamento laser marca Malvern, modelo Mastersizer. Avaliou-se, também, a vazão dessas pontas às pressões de 703, 1.125, 1.406, 1.828, 2.110, 2.532 e 2.813 kPa (100, 160, 200, 260, 300, 360 e 400 psi), comparando-as com as especificadas pelo fabricante. As gotas produzidas por todas as pontas, em todas as pressões analisadas, caracterizaram uma pulverização muito fina, o que, na agricultura, pode potencializar perdas por evaporação e deriva. Para todas as pontas, exceto para a D8 nas pressões de 1.828, 2.532 e 2.813 kPa, a diferença entre vazão observada e a especificada pelo fabricante foi superior a 5%. Concluiu-se que as pontas, além de não possuírem vazão uniforme, podem provocar a contaminação do aplicador e do ambiente em virtude do espectro de gotas produzido.

Palavras-chave: agrotóxicos, pulverizador, pontas de pulverização.

ABSTRACT

CHARACTERISTICS OF SPRAY PRODUCED BY YAMAHO NOZZLE 'D' SERIES

This study evaluated the characteristics of spray produced by Yamaha nozzle tip 'D' series. The droplet size of nozzle tips D3, D4, D5, D6 and D8 were evaluated at 703, 1.050, 1.406, 1.758, 2.110, 2.461 e 2.813 kPa pressures (100, 200, 250; 350, e 400 psi) by means of laser equipment, as well as the flow rate of nozzle tip at the pressures of 702, 1.125, 1.406, 1.828, 2.110, 2.532 e 2.813 kPa (100, 160, 200, 260, 300; 360 e 400 psi) which were compared with values indicated by manufacturer. The droplet produced at all pressures presented a very fine spray, which in agriculture may promote losses by evaporation and drift. For all nozzle tips, except D8 in pressures 1.828, 2.532 e 2.813 kPa, the difference between the observed flow rate indicated by the manufacturer was higher than 5%. The paper demonstrates that the nozzle tip tested, in spite of not having uniform flow rate, may promote the contamination of spray operator and environment due to the droplet spectrum produced.

Key words: pesticides, sprayers, spraying nozzle.

⁽¹⁾ Trabalho integrante das atividades do Programa Segurança e Saúde do Trabalhador Rural (Convênio SAA/SP e FUNDACENTRO). Recebido para publicação em 13 de novembro de 2001 e aceito em 9 de agosto de 2002.

⁽²⁾ Centro Avançado de Pesquisa Tecnológica do Agronegócio de Engenharia e Automação, Instituto Agrônomo (IAC), Caixa Postal 26, 13201-970 Jundiaí (SP). E-mail: hhramos@dea.iac.br

⁽³⁾ Departamento de Fitossanidade, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias (UNESP), Via de acesso Prof. Paulo D. Castellane, 14884-000 Jaboticabal (SP).

1. INTRODUÇÃO

Apesar da evolução verificada nos pulverizadores e em seus componentes, nos últimos anos, marcadamente pela introdução de dispositivos eletrônicos que proporcionaram a possibilidade da redução do volume de calda aplicado e o aumento na eficiência da pulverização, a aplicação de agrotóxicos em alguns setores da agricultura, como a olericultura e a floricultura, continua sendo realizada de maneira bastante primitiva. Nesses setores, utiliza-se, ainda, o pulverizador semi-estacionário, equipado com longas mangueiras, cujo tanque permanece fixo durante a aplicação e o aplicador se desloca com uma lança de pulverização no interior da cultura. Tal método se caracteriza por utilizar pressões de trabalho e volumes de calda por área bastante elevados; além do grande desperdício, faz com que o aplicador fique exposto à calda pulverizada.

Os pulverizadores semi-estacionários são normalmente equipados com ponteiros de dois ou três bicos, onde são posicionadas as pontas hidráulicas de pulverização do tipo leque. Dentre as pontas utilizadas, destacam-se as da Yamaho, da série 'D'; verifica-se que, apesar de sua importância nesse segmento, praticamente não há estudo sobre as características da pulverização que proporcionam, razão pela qual se elaborou este trabalho.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Para análise, selecionaram-se três pontas de cada um dos modelos D3, D4, D5, D6 e D8, de jato plano da Yamaho, de um lote de 25 pontas novas, que foram submetidas à análise do tamanho de gotas e vazão em decorrência da pressão.

A avaliação do tamanho das gotas foi realizada no Laboratório do Departamento de Fitossanidade da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias da Universidade Estadual Paulista (UNESP), em Jaboticabal (SP), utilizando-se um equipamento laser da marca Malvern, modelo Mastersizer. Para análise, as pontas foram posicionadas a aproximadamente 50 cm acima do laser e a 50 cm do ponto de emissão (posição mais adequada à leitura de gotas abaixo de 700 µm) e colocadas a trabalhar a pressões entre 703 e 2.813 kPa (100 e 400 psi), com variação de 352 kPa (50 psi). Durante a avaliação, o bico era movimentado de modo que o leque interceptasse transversalmente

o laser, permitindo a amostragem de toda a área de pulverização. Cada uma das três pontas de cada modelo foi analisada individualmente e constituiu uma repetição. À média dos diâmetros medianos volumétricos (DMV)⁽⁴⁾ para cada ponta, aplicou-se uma análise de regressão a fim de determinar a equação que fornecesse o tamanho da gota em função da pressão.

Para possibilitar a classificação da pulverização, avaliaram-se, nas mesmas condições, as pontas SF11001 a 450 kPa, SF11003 a 300 kPa, SF11006 a 200 kPa e SF8008 a 250 kPa, que atendem, respectivamente, as exigências como pontas de referência para divisão entre as classes muito fina/fina, fina/média, média/grossa e grossa/muito grossa (FAO, 1997; MATTHEWS, 1999).

As avaliações de uniformidade de vazão foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos do Centro de Mecanização e Automação Agrícola do Instituto Agrônomo (IAC). Para a análise, cada ponta foi montada em um pulverizador semi-estacionário e colocada a trabalhar a pressões de 703; 1.125; 1.406; 1.828,4; 2.110; 2.532 e 2.813 kPa (100, 160, 200, 260, 300, 360 e 400 psi).

Para coleta do volume, após regulagem da pulverização, colocou-se o bico, por três minutos, dentro de um recipiente com boca estreita e capacidade de 20 litros. Realizaram-se três amostragens por ponta e os resultados foram transformados em L.min⁻¹. Como as vazões das pontas da Yamaho são fornecidas para uma única pressão (1.969 kPa ou 280 psi), considerada ideal (YAMAHO, sd), calcularam-se as vazões para as demais, conforme as orientações de MATUO (1990) e SPRAYING SYSTEMS Co. (1999), pela fórmula:

$$\frac{L1}{L2} = \sqrt{\frac{P1}{P2}}$$

em que:

L1: vazão conhecida da ponta na pressão P1 (L.min⁻¹);
P1: pressão de trabalho para proporcionar a vazão L1 (kPa); L 2: vazão desconhecida (L.min⁻¹); P2: pressão de trabalho (kPa).

Os manômetros utilizados nos ensaios de tamanho de gotas e vazão possuíam escala de 0 a 4.219 kPa (0 a 600 psi) e foram previamente aferidos com manômetro-padrão.

⁽⁴⁾ Diâmetro da gota que divide o volume pulverizado em duas partes iguais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise da regressão mostrou que o diâmetro mediano volumétrico (DMV) foi uma função cúbica da pressão, com r superiores a 0,99, conforme se verifica no quadro 1. Aplicando-se as equações à faixa de pressão estudada, obtém-se o gráfico da figura 1. Observa-se, para todas as pontas, uma redução no tamanho das gotas em função do aumento da pressão, conforme o esperado para pontas hidráulicas de pulverização (MATTHEWS, 1979; MATUO, 1990). Apesar de não se esperar o cruzamento entre as linhas das pontas D5 e D6, ocorrida próxima a 1.969 kPa (280 psi), os tamanhos de gotas calculados para 2.813 kPa (400 psi) foram 54 e 52 μm respectivamente. Essa diferença de 2 μm não é significativa para a pulverização agrícola, portanto não interfere na representatividade das equações. Como o DMV obtido para a ponta de referência F110/0,48/4,5, que separa as classes muito fina e fina, foi de 129 μm , observa-se pela figura 1 que todas as pontas, em toda a faixa de pressão estudada, apresentam pulverização muito fina.

Analisando-se os dados obtidos para a variação do tamanho de gotas em função da porcentagem do volume pulverizado, para as pressões de 1.758 e 2.110 kPa (250 e 300 psi), respectivamente, a menor e a maior pressão recomendada pelo fabricante, obtêm-

se os gráficos das figuras 2 e 3. Tais gráficos foram obtidos plotando-se diretamente a média do tamanho de gotas para cada uma das porcentagens de volume acumulado, por isso as curvas não apresentam formato regular como na figura 1. Observa-se que, em qualquer das duas pressões consideradas, pelo menos 90% do volume pulverizado é constituído por gotas inferiores a 150 μm e 35% por gotas inferiores a 50 μm .

Considerando-se que as gotas com diâmetros inferiores a 150 μm devem ser evitadas pelo alto potencial de deriva que apresentam (CHRISTOFOLETTI, 1990; ZHU et al., 1994; MATTHEWS, 1999), e que as de diâmetro igual ou inferior a 50 μm não conseguem se depositar, permanecendo suspensas no ar indefinidamente ou até evaporarem, impossibilitando o controle de sua deposição (ZHU et al., 1994; OKZAN, 2001), todas as pontas estudadas possuem elevado risco de perda por evaporação e deriva. Tal fato eleva o risco de contaminação tanto do aplicador como do ambiente. A perda, entretanto, nesse tipo de pulverização, pode ser reduzida em função da alta energia cinética, fornecida às gotas pela pressão e pela corrente de ar em direção ao alvo, criada pelo deslocamento das gotas em alta velocidade. Mesmo assim, observa-se exposição do aplicador superior a 3 L de calda por hora de trabalho (RAMOS et al., 2000) e perda superior a 70% do produto aplicado (CHAIM et al., 1999).

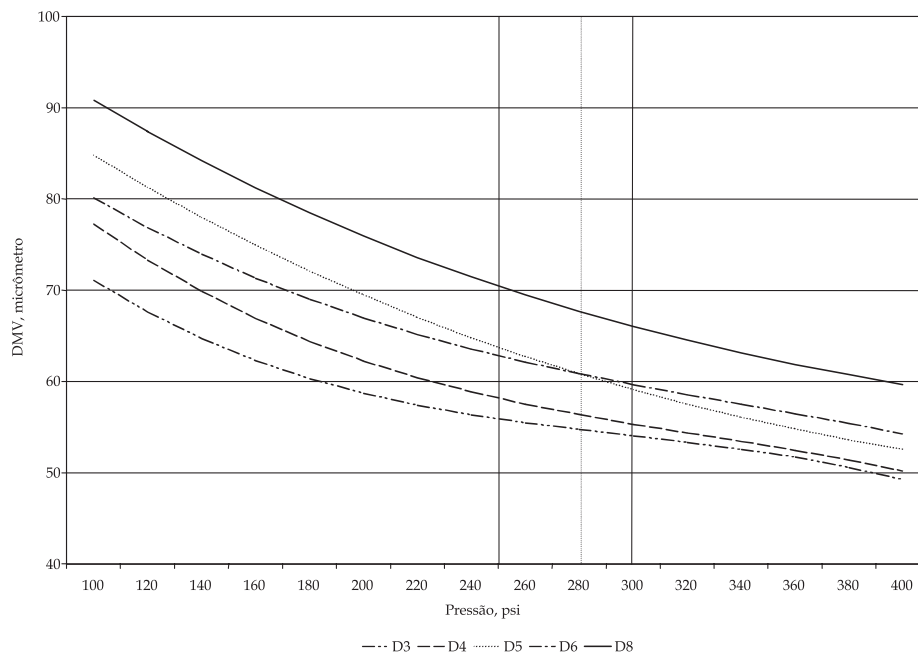


Figura 1. Variação do tamanho de gotas determinadas pela pressão das pontas Yamaho da série 'D'. Linhas verticais ininterruptas representam as pressões máxima e mínima, e a pontilhada, a pressão ideal de trabalho, recomendada pelo fabricante.

Quadro 1. Equações para determinação do DMV decorrentes da pressão de trabalho, para as pontas Yamaho da série 'D'

Ponta	Equação	R
D3	$DMV = 99,20036 - (0,3852786 \times P) + (1,176372E-03 \times P^2) - (1,314395E-06 \times P^3)$	0,9996
D4	$DMV = 106,8499 - (0,3894048 \times P) + (1,043716E-03 \times P^2) - (1,060365E-06 \times P^3)$	0,9980
D5	$DMV = 106,1964 - (0,2476241 \times P) + (3,575929E-04 \times P^2) - (1,847794E-07 \times P^3)$	0,9999
D6	$DMV = 102,9310 - (0,2885739 \times P) + (6,711184E-04 \times P^2) - (6,340420E-07 \times P^3)$	0,9985
D8	$DMV = 112,2271 - (0,2511880 \times P) + (3,974102E-04 \times P^2) - (2,448577E-07 \times P^3)$	0,9984

DM: diâmetro mediano volumétrico, em micrômetros. P: pressão de trabalho, em psi (1 psi = 7,032349 kPa).

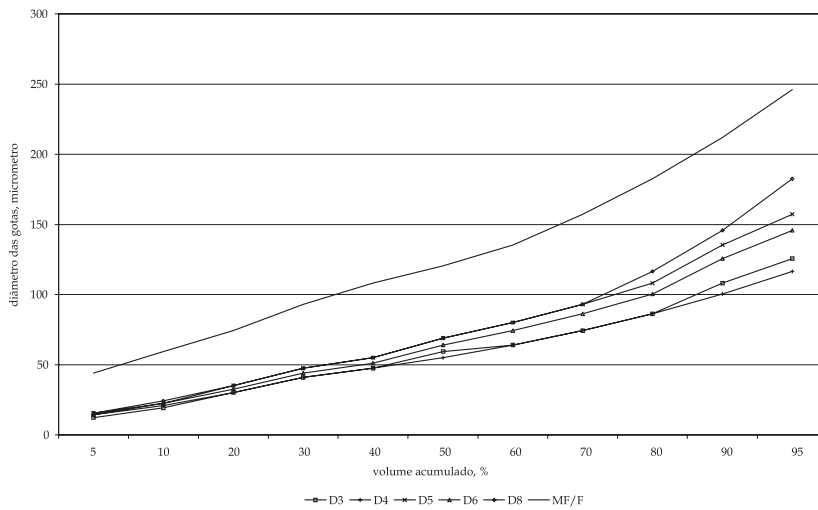


Figura 2. Variação do tamanho de gotas em razão do volume pulverizado para pontas Yamaho da série 'D' trabalhando a 1.758 kPa. Os dados da seqüência MF/F correspondem à pulverização da ponta-referência para divisão entre as classes muito fina e fina.

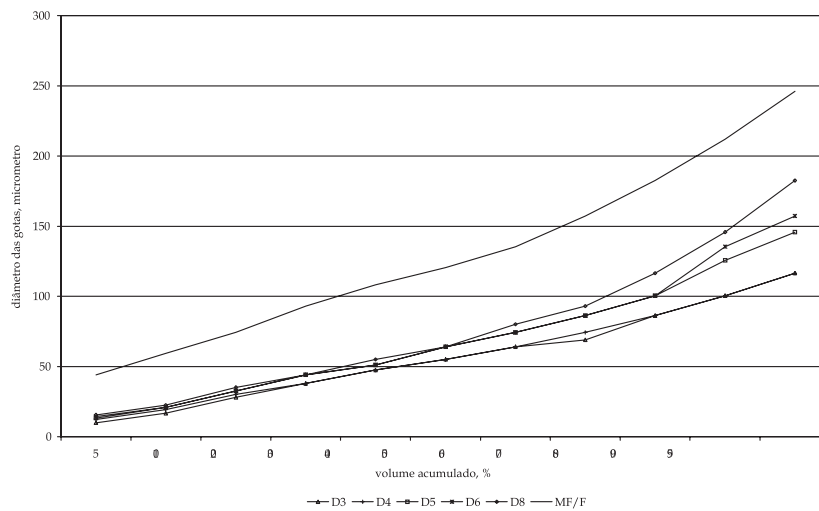


Figura 3. Variação do tamanho de gotas em razão do volume pulverizado para pontas Yamaho da série 'D' trabalhando a 2.110 kPa. Os dados da seqüência MF/F correspondem à pulverização da ponta-referência para divisão entre as classes muito fina e fina.

Quadro 2. Comparação das vazões especificadas pelo fabricante com as vazões observadas para pontas Yamaho da série 'D'

Ponta	Pressão (psi) ⁽¹⁾											
	100			160			200			260		
	Vazão		Dif.	Vazão		Dif.	Vazão		Dif.	Vazão		Dif.
	Fab. ⁽²⁾	Obs.		Fab. ⁽²⁾	Obs.		Fab. ⁽²⁾	Obs.		Fab. ⁽²⁾	Obs.	
L/min		%	L/min		%	L/min		%	L/min		%	
D3	0,45	0,59	-31,80	0,57	0,74	-30,13	0,63	0,83	-31,70	0,72	0,94	-30,58
D4	0,50	0,65	-30,30	0,63	0,81	-29,16	0,70	0,91	-29,83	0,80	1,04	-29,43
D5	0,54	0,74	-37,72	0,68	0,94	-38,60	0,76	1,06	-38,82	0,87	1,19	-37,04
D6	0,69	0,84	-21,65	0,88	1,08	-22,70	0,98	1,19	-21,83	1,12	1,38	-23,59
D8	1,05	0,97	6,93	1,32	1,25	5,20	1,48	1,40	5,64	1,69	1,61	4,63

Ponta	Pressão (psi) ⁽¹⁾								
	300		Dif.	360		Dif.	400		Dif.
	Vazão			Vazão			Vazão		
	Fab. ⁽²⁾	Obs.	Fab. ⁽²⁾	Obs.	Fab. ⁽²⁾	Obs.			
L/min		%	L/min		%	L/min		%	
D3	0,78	1,03	-32,49	0,85	1,11	-30,74	0,90	1,19	-32,30
D4	0,86	1,12	-30,69	0,94	1,24	-32,07	0,99	1,30	-31,08
D5	0,93	1,31	-40,42	1,02	1,44	-41,00	1,08	1,48	-37,93
D6	1,20	1,48	-22,86	1,32	1,62	-23,45	1,39	1,71	-23,50
D8	1,81	1,71	5,79	1,98	1,89	4,90	2,09	2,00	4,61

(¹) 1 psi = 7,032349 kPa. (²) Calculada com base na vazão a 280 psi, fornecida pelo fabricante (YAMAHO, sd).

Os resultados das vazões nas diferentes pressões podem ser observados no quadro 2. Os dados mostram que, exceto para a ponta D8 trabalhando a 1.828; 2.532 e 2.813 kPa (260, 360 e 400 psi respectivamente), a diferença entre as vazões calculadas e observadas encontraram-se sempre acima de 5%, não atendendo, portanto, ao padrão de uniformidade proposto por FAO (1997).

4. CONCLUSÃO

As pontas Yamaho da série 'D' analisadas, além de não possuírem vazão uniforme, produzem espectro de gotas muito fino, o que pode potencializar as perdas de calda por evaporação e deriva, provocando maior contaminação do aplicador e do ambiente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CHAIM, A.; CASTRO, V.L.S.S.; CORRALES, F.M.; GALVÃO, J.A.H.; CABRAL, O.M.R.; NOCOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.34, n.5, p.741-747, 1999.

CHRISTOFOLETTI, J.C. *Manual Shell de máquinas e técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. São Paulo: Shell, 1992. 124p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS (FAO). - *Approved status for agricultural pesticide sprayers: Portable (operator-carried) sprayers*. Sprayer specifications. Roma, 1997. v.1, 27p.

INDÚSTRIA E COMÉRCIO YAMAHO LTDA. *Catálogo geral: completa linha de bicos e acessórios para pulverizadores agrícolas*. Diadema: YAMAHO, sd. 6p.

MATTHEWS, G.A. *Application of pesticides to crops*. London: Imperial College Press, 1999. 325p.

MATTHEWS, G.A. *Pesticide application methods*. London: Longman, 1979. 332p.

MATUO, T. *Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas*. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 139p.

OKZAN, H.E. *Bulletin 816: Reducing spray drift*. Ohio State University Extension Bulletin. Disponível em: www.ag.ohio-state.edu/~ohioline/b816/b816_6.html.

RAMOS, H.H.; MATUO, T.; MAZIERO, J.V.G.; YANAI, K.; CORRÊA, I.M. Desenvolvimento de pulverizador

para culturas encanteiradas com vistas à redução da exposição do aplicador. III: Avaliação da exposição dérmica. *Revista Engenharia Agrícola*, Jaboticabal, v.20, n.3, p.221-228, 2000.

SPRAYING SYSTEMS Co. *Teejet – produtos de pulverização para*

agricultura, 46M-BR/P. Wheaton, Illinois, 1999. 104p.

ZHU, H.; REICHARD, D.L.; FOX, R.D.; BRAZEE, R.D.; OZKAN, H.E. Simulation of drift of discrete sizes of water droplets from field sprayers. *Transaction of the ASAE*, St. Joseph, v.37, n.5, p.1401-1407, 1994.