

# **ESTUDO COMPARATIVO DE PULVERIZADORES UTILIZADOS EM VIDEIRAS DO BRASIL**

*A. Chaim, M. C. P. Y. Pessoa, V. L. Ferracini  
Embrapa Meio Ambiente  
Caixa Postal 69 – Jaguariúna, SP, Brasil – CEP: 13820-000  
e-mail:aldemir@cnpma.embrapa.br*

## **RESUMO**

Utilizou-se Rodamina B como traçador para avaliar a eficiência de deposição de pulverização, comparando um pulverizador do tipo carreta com ventilador tradicional, com dois tipos de pulverizadores com ventilador com tomada de ar frontal, sendo um o Airbus 200 e outro o Airbus 500 fabricados pela Jacto. O pulverizador tradicional foi regulado com bicos Yamaha D3 e os dois outros pulverizadores trabalharam regulados com bicos JA-1 ou API-110.015. O equipamento Jacto Airbus 500, equipado com 10 bicos JA-1, regulado para aplicar 246 L/ha foi o mais eficiente, depositando 82 % de produto na planta, com perdas de 8 % para o solo e 10 % por evaporação ou deriva.

## **INTRODUÇÃO**

A principal técnica de aplicação de agrotóxico empregada em videiras cultivada em latada, caracteriza-se pela utilização de equipamentos tratorizados do tipo carreta com cortina de ar, que projeta as gotas no sentido vertical. Normalmente a pulverização em videira, caracteriza-se por utilizar grandes volumes de calda, no qual, a quantidade de depósito de agrotóxico retida pela planta é proporcional a concentração da calda e independe do volume aplicado. Neste tipo de aplicação, mais de um terço do produto aplicado pode atingir o solo (Matthews, 1982). Esse fato foi constatado com alguns tipos de equipamentos utilizados em videira cultivada na forma de espaldeira, onde as perdas de produtos para o solo variaram entre 34,5 % a 48,9 % (Pergher et al. 1997). Em alguns casos as deposições nas plantas foram superiores a 64 % (Pergher & Gubiani, 1995).

Em outras culturas também tem sido constatada perdas apreciáveis de produto como, por exemplo, em tomate estaqueado, cuja conformação do cultivo se assemelha ao da uva em espaldeira. Nessa cultura verificou-se que a porcentagem de agrotóxico depositado variou de acordo com o porte das plantas, entre 24 % e 41 %, com perdas para o solo entre 20 % e 39 % (Chaim et al., 1999a). Os autores constataram que quantidades entre 30 % e 45 % do produto aplicado não foram encontrados nas plantas ou no solo e, provavelmente, foram perdidos por evaporação ou deriva. Em culturas de porte rasteiro (Chaim et al., 1999b) também foram observadas perdas elevadas de agrotóxicos. Na cultura do feijão, dependendo do porte das plantas, a deposição ficou entre 12 % e 51 %, com perdas para o solo entre 30 % e 74 % e deriva/evaporação entre 6 % e 39 %. Na cultura do tomate rasteiro, os mesmos autores verificaram que a deposição variou com o porte das plantas entre 29 % e 66 %, com perdas para o solo entre 9 % e 37 % e perdas por

deriva/evaporação entre 16 % e 49 %. Tem sido verificado que a deposição de agrotóxicos nas plantas não é uniforme (Chaim et al., 1999a; Chaim et al., 1999b; Scramin et al., 2002; Chaim et al., 2003). A falta de uniformidade de deposição pode ser consequência de vários fatores, citando-se entre eles a característica dos bicos e o tipo de calibração do equipamento ( Scramin et al., 2002; Chaim et al., 2003).

O objetivo deste trabalho foi verificar a deposição de agrotóxicos, em videira cultivada na forma de latada, proporcionada por diferentes tipos de pulverizadores e bicos de pulverização.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Foram realizados experimentos para verificar a deposição de agrotóxicos em uva Itália, cultivada no sistema de “latada”, no município de Jales-SP. As pulverizações foram realizadas aos 65 dias após a poda para formação dos cachos, e a cultura se encontrava com área foliar média de 17317 m<sup>2</sup>/ha. Para estimar a área foliar foram contadas o número de folhas por metro quadrado da latada, em 20 regiões da parreira. Com esse procedimento, constatou-se que havia, em média, 62 folhas/m<sup>2</sup>. Foi utilizado o medidor de área foliar LICOR LI 3100, para medir 100 folhas colhidas aleatoriamente na parreira, com o qual constatou-se que a área média da folha era 279,31 cm<sup>2</sup>.

Para representar a molécula do agrotóxico foi utilizado a Rodamina como traçador, na forma de soluções preparadas no momento da aplicação. Após a aplicação, amostras de calda foram retiradas para determinação da concentração.

Utilizou-se o delineamento experimental em parcelas subdivididas (Banzato & Kronka, 1995) onde, cada parcela principal funcionou como um bloco, para os tratamentos das subparcelas. Assim, os níveis dos fatores colocados nas parcelas, denominados tratamentos principais, foram os seguintes: a) Deposição na região superior da camada das folhas; b) Deposição na região mediana da camada das folhas; c) Deposição na região basal da camada de folhas; d) Deposição no solo. Os tratamentos secundários ou subparcelas, foram os seguintes: 1) Testemunha - Pulverizador FMC-UVA equipado com 10 bicos Yamaha D3; 2) Pulverizador Jacto Airbus 200 equipado com 14 bicos JA-1; 3) Pulverizador Jacto Airbus 500 equipado com 10 bicos JA-1; 4) Pulverizador Jacto Airbus 200 equipado com 14 bicos API 110-015; 5) Pulverizador Jacto Airbus 500 equipado com 14 bicos API 110-015.

O pulverizador FMC- UVA - testemunha - caracterizou-se como o tradicional utilizado na região, do tipo carreta com cortina de ar, com a tomada de ar pela parte posterior do ventilador. Os pulverizadores Jacto, caracterizavam-se por possuir tomada de ar frontal ao ventilador, sendo que o Airbus 200 era montado ao terceiro ponto do trator, e o Airbus 500 era de arrasto do tipo carreta.

O experimento completo constituído de quatro tratamentos principais, cinco secundários e cinco repetições, resultou 100 subparcelas. Cada tratamento secundário foi

constituído de 9 ruas (2,5 m de largura) com aproximadamente 20 metros de comprimento. A amostragem em cada subparcela foi realizada na rua central, deixando como bordadura seis ruas (21 m). Cada bloco foi constituído por 45 ruas, utilizado-se uma faixa de 20 metros de bordadura entre os blocos.

Para recuperação da deposição, utilizou-se um sistema de amostragem constituído por cinco cartões mata-borrão (2,0 X 10 cm), grampeados espaçados em 0,5 m em barbantes de 2,5 m de comprimento. Foram utilizados cinco barbantes, espaçados em um metro, em cada região da amostragem nas plantas. Sobre o solo, os cartões foram colocados em discos de Petri, para verificação das perdas de pulverização. Em cada tratamento principal foram distribuídos 100 cartões, sendo 25 na região basal, 25 na região mediana, 25 na região apical das plantas e 25 sobre o solo. Em cada bloco, foram utilizados 500 cartões de amostragem ou 2500 alvos para todo o experimento.

A Rodamina de amostras compostas de 5 cartões de amostragem, foi extraída em volume de 40 mL em uma solução de água e 0,1% de Tween 80 (polioxietilensorbitano monooleato). Após leve agitação, volumes de aproximadamente 3,0 mL dos extratos das amostras foram adicionados em cubetas de borosilicato para a quantificação com Fluorômetro Turner Modelo 450, equipado com filtro de excitação NB 540 e filtro de emissão SC 585 (Scramin et al., 2002).

Durante a condução do experimento, a temperatura e umidade relativa foram monitoradas com um termohigrômetro Sper Scientific 800016 e psicrômetro Assman com ar aspirado, e a velocidade do vento com um anemômetro manual Davis modelo Turbo Meter. Esses parâmetros foram observados em carreador, ao lado do talhão onde foram realizados os experimentos.

A Tabela 1 apresenta as condições operacionais verificadas nos cinco tratamentos para comparação de pulverização com sistema de ventilação tradicional e pulverização com ventilação modificada.

**TABELA 1.** Condições operacionais dos ensaios, comparando pulverizadores, para verificação de deposição de agrotóxicos em videira.

Condições operacionais	Testemunha	Pulverizadores com ventiladores modificados com tomada de ar frontal			
		Airbus 200	Airbus 500	Airbus 200	Airbus 500
Equipamento	FMC-Uva	Airbus 200	Airbus 500	Airbus 200	Airbus 500
Bicos	Yamaha D3	JA-1		API 110-015	
Pressão (kg/cm <sup>2</sup> )	10,5	10,5	10,5	3,8	3,8
Vazão do ramal (L/min)	11,5	6,9	5,1	9,9	9,6
Tempo gasto (min/ha)	52,0	53,33	47,9	50,6	52,1
Volume (L/ha)	600	372	246	501	503
Rodamina/Calda (mg/L)	45	54	50	55	65
Dose geral (mg/ha)	27 000	20 093	12 308	27 570	32 437
Temperatura (°C)	27	29	28	28	27
Umidade Relativa (%)	59	42	43	44	47
Vento (m/s)	2,0	4,1	0,1	1,4	3,5

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Devido aos diferentes volumes e concentrações de calda aplicados (Tabela 1), foi necessário transformar os valores das deposições obtidas nas parcelas para depósitos equivalentes a uma aplicação de dose de 27 000 miligramas de Rodamina por hectare. Com os valores corrigidos, foi realizada a análise estatística dos resultados, que são apresentados na Tabela 2.

**TABELA 2.** Deposição de rodamina (mg/m<sup>2</sup>) em regiões da planta e solo, proporcionada por diferentes bicos e pulverizadores.

Região da amostragem: Testemunha e solo	Pulverizadores com ventiladores modificados com tomada de ar frontal				
	FMC-Uva <sup>2</sup>	Airbus 200 <sup>2</sup>	Airbus 500 <sup>2</sup>	Airbus 200 <sup>2</sup>	Airbus 500 <sup>2</sup>
	Yamaha D3 <sup>3</sup>	JA-1 <sup>3</sup>		AVI 110-015 <sup>3</sup>	
Basal <sup>1</sup>	B 1,56 <sup>a</sup>	A 1,99 <sup>a</sup>	A 2,06 <sup>a</sup>	C 1,16 <sup>a</sup>	C 1,15 <sup>a</sup>
Mediana <sup>1</sup>	A 0,91 <sup>b</sup>	A 0,87 <sup>b</sup>	A 1,05 <sup>b</sup>	B 0,61 <sup>b</sup>	B 0,63 <sup>b</sup>
Apical <sup>1</sup>	B 0,45 <sup>c</sup>	B 0,33 <sup>c</sup>	A 0,78 <sup>c</sup>	B 0,39 <sup>b</sup>	B 0,44 <sup>b</sup>
Solo <sup>1</sup>	B 0,13 <sup>d</sup>	A 0,62 <sup>b</sup>	B 0,23 <sup>d</sup>	A 0,55 <sup>c</sup>	A 0,53 <sup>c</sup>

<sup>1</sup> Em cada linha, médias precedidas de letras maiúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

<sup>2</sup> Em cada coluna, médias seguidas de letras minúsculas iguais não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5 % de probabilidade.

<sup>3</sup> Tipos de bicos.

Comparando-se a deposição entre as regiões de amostragem - médias dentro das colunas da Tabela 2 -, verifica-se que a região basal da parreira (onde ficam os cachos) recebeu as maiores deposições de traçador. Isso já era esperado, porque as folhas da videira apresentam áreas relativamente grandes e se desenvolvem em um plano horizontal. A diminuição gradativa da deposição para as regiões mediana e apical da latada também foi consequência da forma perpendicular com que o jato de ar, com as gotas, atingiram a cobertura foliar videira. Neste caso, as gotas foram filtradas pelas camadas sucessivas de folhas formando um gradiente de deposição de maneira que, as folhas da região apical da parreira receberam uma baixa concentração de produto. As irregularidade na deposição em videira e em outras culturas (Chaim et al., 1999a; Chaim et al., 1999b; Scramin et al., 2002; Chaim et al., 2003) não foram proporcionadas por motivos necessariamente iguais, mas indicam a necessidade de ajustes na direção/velocidade do jato e tamanho gotas, para melhorar a penetração dos agrotóxicos para o interior da cobertura foliar.

No teste com o pulverizador Airbus 500 com bicos JA-1, foram desligados os dois bicos extremos de cada lateral do ramal, e desta forma, este equipamento aplicou um volume de calda inferior aos outros pulverizadores. Entretanto na comparação dos pulverizadores entre as linhas da Tabela 2, observa-se que o Airbus 500 com bicos JA-1 apresentou deposição melhor que os demais, em todas as regiões das plantas, apesar de estar aplicando apenas 246 litros de calda por hectare. A superioridade dessa calibração pode ter sido consequência do pequeno tamanho de gotas produzidas pelo bico J.A.-1 que,

segundo o fabricante (Jacto, 1999), apresentaria diâmetro mediano volumétrico de 68 micrômetros na pressão de 10,5 kg/cm<sup>2</sup>. As gotas pequenas acompanham o movimento do ar, conseguindo, desta forma, alterar a trajetória quando encontravam grandes objetos. Desta forma o pulverizador Airbus 500 equipado com bicos JA-1 apresentou as maiores deposições nas três regiões de amostragem da parreira.

A inferioridade de deposição dos bicos API-110.015, resultou, provavelmente do tamanho de gotas que, reconhecidamente, os bicos leques produzem (Jacto, 2001); particularmente quando submetidos a pressões reduzidas (Tabela 1). Com pressões reduzidas e o elevado ângulo de abertura do jato, as gotas perdem a velocidade de arremesso rapidamente, ficando sujeitas a ação exclusiva do vento do ventilador do pulverizador.

A comprovação da superioridade do pulverizador Airbus 500 com bicos JA-1 pode ser observada na Tabela 3, que foi estabelecida a partir da média geral de deposição da Tabela 2. As porcentagens foram estabelecidas com as seguintes equações: Porcentagem/Planta = [(Deposição Apical + Deposição Mediana + Deposição Basal)/3 x 17 000] / 27 000 x 100, onde 17 000 = a área foliar (m<sup>2</sup>), 27 000 é a dose (mg) de Rodamina aplicada por hectare. A porcentagem encontrada no solo foi estabelecida a partir da equação: Porcentagem/Solo = Deposição Solo x 10 000 / 27 000 x 100, onde 10 000 é a área de um hectare (m<sup>2</sup>). O percentual de evaporação ou deriva foi estabelecido pela diferença entre a porcentagem total e aquelas encontradas nas plantas e no solo.

**TABELA 3.** Distribuição percentual de traçador em videiras, comparando diferentes bicos e pulverizadores.

Local da deposição	Testemunha	Pulverizadores com ventiladores modificados com tomada de ar frontal			
		FMC-Uva Yamaha D3 <sup>1</sup>	Airbus 200 JA-1 <sup>1</sup>	Airbus 500	Airbus 200 AVI 110-015 <sup>1</sup>
Planta	61	67	82	46	47
Solo	5	23	8	20	19
Evaporação/deriva	34	10	10	34	34

<sup>1</sup>Tipos de bicos utilizados.

Observa-se na Tabela 3, que a tomada ar frontal dos pulverizadores Airbus, não promoveu redução de perda de produto para o solo, quando comparado com o pulverizador FMC. Entretanto, o pulverizador FMC apresentou uma razoável perda por evaporação/deriva, como provável consequência de uma aspiração de gotas pelo ventilador do equipamento.

As perdas para o solo verificadas por Pergher et al. (1997) foram muito superiores àquelas apresentadas por todos os pulverizadores da Tabela 3, porque os testes desses autores foram realizado em videiras cultivadas na forma de espaldeira.

Na Tabela1 verifica-se que os pulverizadores Airbus 200 e Airbus 500 com 14 bicos leque API 110 015, operaram com pressão de 3,8 kg/cm<sup>2</sup> enquanto que o FMC UVA com

10 bicos leques Yamaho D3, operou com 10,5 kg/cm<sup>2</sup>. Assim, tanto o número de bicos como a pressão de trabalho podem ter influenciado nas diferentes deposições obtidas com esses equipamentos (Tabela 3). Dividindo-se a vazão total do equipamento pelo seu número de bicos (Tabela 1) verifica-se que cada bico Yamaho D3 estava pulverizando numa taxa de 1,15 L/min, enquanto os API-110.015 pulverizavam a uma taxa média de 0,70 L/min. Apesar de pulverizar com uma vazão aproximadamente 40 % superior ao bico API-110 015, o bico Yamaho D3 estava submetido a uma pressão aproximadamente 276 % mais elevada e, provavelmente, por essa razão suas gotas eram menores. Assim, o ventilador do equipamento FMC conseguiu assoprar as pequenas gotas do bico Yamaho com maior eficiência que os pulverizadores Airbus 200 e 500 com bicos API.

## CONCLUSÃO

A deposição do traçador Rodamina foi maior na região basal da cobertura foliar da videira cultivada em latada, decrescendo significativamente para as regiões superiores da parreira. O equipamento Jacto Airbus 500, equipado com 10 bicos JA-1, regulado para aplicar 246 L/ha foi o mais eficiente do que os outros, depositando 82 % de produto na planta, com perdas de 8 % para o solo e 10 % por evaporação ou deriva. Como vantagem temos que a posição frontal para tomada de ar do ventilador dos pulverizadores, não reduziu a perda de produtos para o solo.

## REFERÊNCIAS

1. BANZATO D.A.; KRONKA, S.N. Experimentação agrícola. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247P
2. CHAIM, A., BOTTON, M., SCRAMIN, S., PESSOA, M. C. P. Y., SANHUEZA, R. M. V., KOVALESKI, A. Deposição de agrotóxicos pulverizados na cultura da maçã. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília: v.38, n.7, p.889 - 892, 2003.
3. CHAIM, A., CASTRO, V. L. S. S., CORRALES, F. M., GALVÃO, J. A. H., CABRAL, O. M. R., NICOLELLA, G. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília: v.34, n.5, p.741 - 747, 1999a.
4. CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; OLIVEIRA, D.A.; MORSOLETO, R.V.; PIO, L.C. Avaliação de perdas de pulverização em culturas de feijão e tomate. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999b. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa, 2).
5. JACTO. Bicos série J.A. - cone vazio. Pompéia: Jacto, 1999. 2p
6. JACTO. Bicos Jacto-API. Pompéia: Jacto, 2001. 2p.
7. MATTHEWS, G.A. Pesticide application methods. New York: Longman, 1982. 336p.
8. PERGHER, G.; GUBIANI, R. The effect of spray application rate on foliar deposition in a hedgerow vineyard. Journal of Agricultural Engineering Research, London, n.61, p. 205-216, 1995.

9. PERGHER, G.; GUBIANI, R.; TONETTO, G. Foliar deposition and pesticide losses from three air-assisted sprayers in a hedgerow vineyard. *Crop protection*, Oxford, v.16, n.1, p.25-33, 1997.
10. SCRAMIN, S., CHAIM, A., PESSOA, M. C. P. Y., FERRACINI, V. L., ANTÔNIO, P. L., ALVARENGA, N. Avaliação de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura do algodão. *Pesticidas Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente*. Curitiba: v.12, p.43 - 50, 2002.