

AVALIAÇÃO DE BICOS DE PULVERIZAÇÃO DE AGROTÓXICOS NA CULTURA DO ALGODÃO

SHIRLEI SCRAMIN *

ALDEMIR CHAIM **

MARIA CONCEIÇÃO PERES YOUNG PESSOA ***

VERA LÚCIA FERRACINI ****

LUIS ANTÔNIO PAVAN *****

NELSON ALVARENGA *****

Avaliou-se a eficiência de três tipos de bico de pulverizador na aplicação de agrotóxicos em algodão, mediante experimento de campo na estação da Dow AgroSciences. Analisou-se o comportamento dos bicos (TXVK-8, TXVK-4 e TJ-60 8002) com relação à deposição, tamanho e densidade das gotas nas três partes da planta (apical, mediana e basal). Não foi verificada diferença estatística entre os mesmos com relação à deposição. Entretanto, a deposição média dos três bicos foi significativamente decrescente da região apical (45%) para mediana (18%) e desta para a basal (7%). O bico TJ-60 8002 VS produziu gotas relativamente grandes, resultando em baixa densidade de deposição e, portanto, não seria recomendado para controlar pragas que apresentem baixa mobilidade sobre as plantas.

PALAVRAS-CHAVE: TRAÇADOR; RODAMINA B; AGROTÓXICOS-DEPOSIÇÃO; PULVERIZADOR.

1 INTRODUÇÃO

Várias pulverizações de agrotóxicos são necessárias durante todo o ciclo da cultura do algodão para controlar seus problemas fitossanitários. A maior dificuldade no manejo *Spodoptera frugiperda* deve-se provavelmente, à sua localização no algodoeiro, quase sempre nas regiões mediana e basal das plantas. É provável que os produtos aplicados não estejam atingindo as regiões da planta habitadas por esta praga em quantidade

* PhD em Química Orgânica, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. (e-mail: aldemir@cnpma.embrapa.br).

** MsC em Tecnologia de Aplicação de Agrotóxicos, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

*** PhD em Automação, Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

**** PhD em Química Orgânica, Embrapa Meio Ambiente Jaguariúna, SP.

***** Eng^o Agr^o, Dow AgroScience, Mogi Mirim, SP.

suficiente para promover seu controle efetivo. A tecnologia de aplicação de agrotóxicos tem sido ineficiente, pois além de proporcionar efeitos negativos em organismos não alvos, o depósito de sub-doses dos ingredientes ativos nos alvos desejados pode promover o desenvolvimento da resistência de pragas e doenças.

Elevados desperdícios de agrotóxicos têm sido constatados em algumas culturas. No feijão (1, 2), por exemplo, as análises da deposição em diferentes estádios de crescimento das plantas demonstraram que as perdas variaram entre 49 a 88% do total do produto aplicado. Para a cultura de tomate rasteiro (2), com plantas em estádios de crescimento de 40 e 70 cm de altura, as perdas variaram entre 44 e 71%. O porte das plantas influencia as perdas para o solo, mas as maiores porcentagens de deriva ou evaporação ocorreram em situações de umidade relativa abaixo de 40% e ventos com velocidades superiores a 4,0 m/s (2). Em cultura de porte arbustivo como o tomate estaqueado (3) a porcentagem de deposição de agrotóxico variou de acordo com o porte da cultura, atingindo proporções entre 24% a 41% para as plantas e 20% a 39% para o solo. Cerca de 30 a 45% do agrotóxico não foi encontrado nas plantas ou no solo, sendo considerado como produto perdido por outras causas, provavelmente evaporação ou deriva. Em estudo comparativo de pulverizadores na cultura de tomate estaqueado (4) foi constatado que redução no volume de aplicação aumenta a deposição de agrotóxicos, quando mantida a mesma dose de produto aplicada por área.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a eficiência de três tipos de bicos de pulverização de agrotóxicos na cultura de algodão.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado na fazenda experimental da Dow AgroSciences, localizada em Mogi Mirim (SP). A cultura do algodão, da variedade Delta Opal, foi plantada em 19/10/2000 com espaçamento de 90 cm entre linhas.

O experimento foi realizado no dia 19/01/2001, quando as plantas encontravam-se com enfolhamento máximo. O equipamento pulverizador foi calibrado para aplicar volume de 100 L/ha de calda aquosa, contendo 20 mL/L de Natur'oil e como traçador de calda 500 mg/L de Rodamina B (5).

Foi utilizado delineamento experimental em blocos casualizados com parcelas subdivididas (6), tendo como tratamentos principais: bico Conejet TXVK-8 com 0,5 m de espaçamento e pressão de 413 kPa; bico

Conejet TXVK-4 com 0,25 m de espaçamento e pressão de 427 kPa; e bico TJ-60 8002 VS com 0,5 m de espaçamento e pressão de 220 kPa. Como tratamentos secundários foram verificadas as deposições nas seguintes regiões das plantas: apical, mediana e basal.

Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento principal e, em cada parcela de 20 m de comprimento por 4,5 m de largura, os alvos de amostragem foram distribuídos em 10 plantas. Em cada planta escolhida, aleatoriamente, dentro da faixa da 3 linhas centrais da parcela da aplicação foram colocados 4 alvos na região apical, 4 na região mediana e 4 na região basal. Os alvos constituídos de papel mata-borrão com gramatura de 250 g/m² e dimensão de 2,0 por 5,0 cm (10 cm²) foram fixados nas plantas mediante a utilização de cliques de aço. Após a aplicação os alvos foram rapidamente recolhidos e agrupados por região de amostragem, resultando em 40 unidades por parcela para cada região de amostragem. Para análise do teor de Rodamina foram utilizadas amostras conjuntas com 5 cartões e área total de 50 cm².

Utilizou-se uma adaptação do método de Rodamina B como traçador de calda de pulverização (5), empregando cartões mata-borrão como alvos de amostragem e extração com solução de água e Tween 80 (Polyoxyethylene sorbitan monooleate). Na quantificação da Rodamina empregou-se Fluorímetro Turner, modelo 450, com filtro primário NB 540 e secundário SC 585. Para a curva de calibração do equipamento foram utilizadas soluções nas concentrações de 0,0; 0,05; 0,1; 0,2; 0,5 e 0,8 µg/mL, obtidas por diluição de solução de 1000 µg/mL de Rodamina em água deionizada. Extraiu-se o traçador depositado em cada amostra conjunta de 5 cartões com 50 mL de solução aquosa, contendo 1% de Tween 80, após agitação por 15 minutos em agitador rotatório a 120 rpm. Depois de 10 minutos de repouso efetuou-se a leitura da concentração do traçador no Fluorímetro. Todas as etapas de extração foram realizadas protegendo-se as amostras da luz para evitar a degradação da Rodamina.

Cartões sensíveis a água foram distribuídos em 10 plantas de cada parcela, nas três regiões de amostragem para verificação do tamanho e da densidade das gotas. O tamanho e a densidade das gotas foram determinados mediante programa de computador desenvolvido pela Embrapa Meio Ambiente e pela Embrapa Informática Agropecuária (7).

As condições de temperatura e umidade relativa foram monitoradas pela estação meteorológica, localizada na área da fazenda experimental da Dow AgroScience.

Os resultados dos experimentos foram submetidos à análise de variância como delineamento em parcelas subdivididas, sendo as médias dos tratamentos comparadas pelo teste Tükey ao nível de 1% de probabilidade (6).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adaptação do método de CAI e STARK (5) proporcionou taxa de extração de 100% do traçador, conforme apresenta a Tabela 1. Para comparação, a extração utilizando apenas a água destilada apresentou eficiência de 70 a 80% (5).

A calibração do Fluorímetro Turner com Rodamina B demonstrou linearidade de resposta para a faixa de concentração compreendida entre 0 e 800 µg/mL (dada pela fórmula $Y = 1,0298x$ com coeficiente de correlação de $r^2 = 0,9959$). CAI e STARK (5) obtiveram resultado semelhante para faixa de concentração entre 0 e 50 µg/L. Além do aparelho apresentar resposta linear, a sensibilidade alcançada indicou a possibilidade de utilizar caldas de pulverização com baixas concentrações do produto.

TABELA 1 - EXTRAÇÃO DE RODAMINA B DE PAPEL MATA BORRÃO COM SOLUÇÃO DE ÁGUA DEIONIZADA E TWEEN 80 (0,1%)

Substrato	Extração média (µg/L)	Desvio padrão (µg/L)	Coefficiente de Variação (%)
Papel mata borrão	27	0,89443	3,3
Água+Tween+Rodamina	27	-	-
Porcentagem de extração		100 ± 3,3	

O experimento no campo foi realizado com vento de 1,0 a 2,0 m/s, temperatura entre 32 e 33°C e umidade relativa entre 54 e 55%. A cultura do algodão apresentava altura média entre 1,5 e 1,7 m de altura e a barra de pulverização foi ajustada para deslocar-se a 20 ou 40 cm de distância do topo das plantas. Esse procedimento foi adotado para garantir menor efeito da deriva pela ação do vento.

A quantidade aplicada de traçador (50 gramas de Rodamina por hectare) proporcionaria deposição máxima teórica de 0,5 µmg/cm². Na amostra composta por 5 cartões mata-borrão, com área total de 50 cm², a deposição total esperada seria de 25 microgramas de Rodamina. Como a extração da Rodamina foi realizada com 50 mL de solução extratora, a concentração máxima esperada seria de: 25 µg/50 mL = 0,5 µg/mL ou 500 µg/L. Em função da concentração esperada (500 µg/L) com a deposição total da calda pode ser estabelecida a porcentagem a ser encontrada em cada região da planta.

Não foi observada diferença significativa pelo teste Tukey entre os bicos testados (Tabela 2). Entretanto, considerando a deposição média (aproximadamente 225 mg/L) obtida na região apical verificou-se que o resíduo foi de apenas 45% da dose esperada. Da mesma forma, houve deposição de 18% na região mediana e apenas 7% da dose esperada na região basal. Esses resultados corroboram os encontrados para culturas de porte rasteiro (1, 2) como a do feijão e tomate.

TABELA 2 - CONCENTRAÇÃO DE RODAMINA (mg/L) ENCONTRADA NAS TRÊS REGIÕES DE AMOSTRAGEM EM PLANTAS DE ALGODÃO, COMPARANDO TRÊS BICOS DE PULVERIZAÇÃO

Região de amostragem	Bicos de pulverização ^a , ^o ,		
	TXVK8	TXVK4	TJ-60 80902
Apical	222,4 a	232,4 a	221,3 a
Mediana	75,1 bc	94,1 b	103,7 b
Basal	30,5 c	38,9 c	39,9 c

¹ Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey com diferença mínima significativa equivalente a 55,6 µg/L, para um nível de probabilidade maior que 1%.

O tamanho de gota ótimo é aquele que promove o máximo de deposição de produto no alvo, com mínimo de contaminação do meio ambiente (8, 9). A não utilização de gotas de tamanhos adequados tem proporcionado perdas e, em alguns casos, mais de um terço dos produtos aplicados podem estar sendo perdidos para o solo por meio da endoderiva. Outra parte significativa constituída pelas gotas pequenas, pode estar sendo levada pelo vento para fora da área tratada, na exoderiva (10).

A Tabela 3 apresenta os resultados do diâmetro mediano volumétrico (DMV) das gotas com as respectivas densidade de deposição. O volume de uma esfera é dada por $V=0,5236 D^3$, onde V é o volume e D é o diâmetro da esfera. Considerando a amostragem na região apical das plantas, o bico TJ-60 8002 depositou gotas com diâmetro em torno de 452 µm que é aproximadamente 4 vezes maior do que a gota produzida pelo bico TXVK-8 (292 µm) e aproximadamente 8 vezes maior do que a gota produzida pelo bico TXVK-5 (228 µm). Consequentemente, considerando que o volume pulverizado foi o mesmo, o bico TJ-60 produziu 4 vezes menos gotas que o bico TXVK-8 e aproximadamente 8 vezes menos que o TXVK 5. Considerando que a dose depositada pelos três bicos foi semelhante e atingiu apenas 45% do total aplicado (Tabela 3)

pode-se dizer a densidade de deposição (Tabela 4) obtida pelo bico TJ-60 (53 gotas/cm²) foi 2 vezes menor que a do TXVK-8 (122 gotas/cm²) e 4 vezes menor que a do TXVK 5 (195 gotas/cm²). Se a praga alvo apresentar boa mobilidade, a baixa deposição apresentada pelo bico TJ-60 não exerceria grande influência no seu controle (11). Entretanto para pragas de baixa mobilidade a eficiência do controle também seria prejudicada. Cumpre lembrar que os valores do DMV não devem ser utilizados em conjunto com a densidade para se estimar o volume depositado (12).

TABELA 3 - DIÂMETRO MEDIANO VOLUMÉTRICO (DMV) DAS GOTAS E SUAS RESPECTIVAS DENSIDADES DE DEPOSIÇÃO OBTIDAS PELOS TRÊS BICOS TESTADOS NAS DIFERENTES REGIÕES DAS PLANTAS

Região de amostragem	DMV (µm)			Densidade das gotas (n"/cm ²)		
	TXVK-8	TXVK-5	TJ-60 8002	TXVK-8	TXVK-5	TJ-60 8002
Apical	292	228	452	122	195	53
Mediana	222	170	365	46	69	26
Basal	206	159	316	21	30	14

Novas pesquisas serão necessárias para determinar se as proporções de agrotóxicos estimadas para as três regiões seriam suficientes para controle efetivo das pragas que ocupam os diferentes nichos das plantas do algodoeiro. Por outro lado, para melhorar a deposição geral seria necessário a utilização de vento auxiliar, o que ajudaria na penetração de gotas no interior das plantas. Contudo, qualquer técnica que venha a ser utilizada para aumentar a deposição exigiria a utilização de algum adjuvante para impedir a evaporação das gotas. Aparentemente, a evaporação de gotas apresenta-se como o principal componente do elevado desperdício que ocorre durante as pulverizações (2).

4 CONCLUSÃO

Não houve diferença estatística entre os bicos TXVK-8, TXVK-4 e TJ-60 8002 na deposição do traçador Rodamina, na cultura do algodão.

A deposição foi fortemente decrescente da região apical para a basal. Considerando deposição média dos três bicos testados foi encontrado apenas 45% do resíduo esperado para a região apical, 18% para a região mediana e 7% para a região basal.

O bico TJ-60 8002 produziu gotas relativamente grandes,

resultando em baixa densidade de deposição. Assim, não seria adequado para controlar pragas que apresentem baixa mobilidade sobre as plantas.

Abstract

EVALUATION OF PESTICIDE PULVERIZATION NOZZLES ON COTTON CULTURE

The efficiency of three pulverization nozzles in the application of pesticides on cotton were evaluated through a field experiment at Dow AgroSciences Experiment Station. The behavior of the nozzles (TXVK-8, TXVK-4, and TJ-60 8002) were tested in relation to deposition, drop size and density in three parts of the plant (apical, middle, basal). There were no statistical differences among them in relation to deposition. However, the medium deposition of the three nozzles was significantly decreasing from the apical region (45%) to the middle region (18%) and from this to the basal region (7%). The TJ-60 8002 VS nozzle produced relatively big droplets, resulting in a low density deposition, and therefore, it would not be recommended for the control of pests that show low mobility over the plants.

KEY WORDS: TRACER; RODAMINA B; PESTICIDE DEPOSITION; PESTICIDE LOST; SPRAYING DROPLETS.

REFERÊNCIAS

- 1 CHAIM, A.; VALARINI, P.J.; PIO, L.C. Avaliação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. Meio Ambiente**, Curitiba, v.10, p.13-22, 2000.
- 2 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, 1999a. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa, 2).
- 3 CHAIM, A.; PESSOA, M.C.P.Y.; CASTRO, V.L.S.; FERRACINI, V.L.; GALVÃO, J.A.H. Comparação de pulverizadores para tratamento da cultura do tomate estaqueado: avaliação da deposição e contaminação de aplicadores. **Pesticidas: R. Ecotoxicol. Meio Ambiente**, Curitiba, v.9, p.65-74, 1999b.
- 4 CHAIM, A.; CASTRO, V.L.; CORRALES, F.; GALVÃO, J.A.H.; CABRAL, O.M.R. Método para monitorar perdas na aplicação de agrotóxicos na cultura do tomate. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, n. 5, p. 741-747, 1999c.
- 5 CAI, S. S.; STARK, J.D. A method for the determination of rhodamina

- b and brilliant sulfaflavina on cotton string collectors and in a spray tank solution mixture. **Journal of Environmental Science and Health. Part B – Pesticides, Food Contaminants and Agricultural Wastes**, v. B32, n. 6, p. 985-1004, 1997.
- 6 BANZATO D.A.; KRONCA, S.N. **Experimentação agrícola**. 3.ed. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 247 p.
 - 7 PESSOA, M.C.Y., CHAIM, A. Programa computacional para estimativa de uniformidade de gotas de herbicidas aplicados por pulverização aérea. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.34, n.1, p.45-56, 1999.
 - 8 HIMEL, C.M. The optimum size for insecticide spray droplets. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.4, p.919-925, 1969
 - 9 HIMEL, C.M.; MORE, A. D. Spray droplet size in control of spruce budworm, boll weevil, bollworm, and cabbage looper. **Journal of Economic Entomology**, College Park, v.62, n.4, p.916-918, 1969.
 - 10 HIMEL, C.M. Analytical methodology in ULV. In: SYMPOSIUM FOR SPECIALISTIS IN PESTICIDE APPLICATION BY ULV METHODS, 2., 1974, Cranfield. **Proceedings...** Brighton: BCPC, 1974. p. 112-119. (BCPC Monographs, 11).
 - 11 MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. New York: Longman, 1982. 336 p.
 - 12 CHAIM, A.; MAIA, A.H.N.; PESSOA, M.C.P.Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos através da análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.6, p. 963-969, 1999c.