

AValiação de perdas na pulverização de agrotóxicos na cultura do feijão

ALDEMIR CHAIM *

PEDRO JOSÉ VALARINI **

LUIZ CESAR PIO ***

Mediu-se a eficiência da deposição proporcionada pela pulverização hidráulica de agrotóxicos, na cultura do feijão com desenvolvimento foliar máximo, comparando-se dois tipos de bicos de pulverizador. Para amostrar a deposição nas plantas foram utilizados cartões de papel mata-borrão, dispostos no topo e nas regiões mediana e basal das plantas. Usou-se fungicida cúprico, como traçador, determinando-se o teor de cobre das amostras e da calda por espectrofotometria de absorção atômica. A perda de agrotóxico aplicado na cultura do feijão ficou em torno de 77% e a deriva foi a maior componente deste desperdício, representado 59% do total aplicado. A velocidade do vento, associada com características intrínsecas da técnica de aplicação utilizada e a densidade foliar da cultura foram os fatores que mais contribuíram para o desperdício de agrotóxico. Não houve diferença significativa entre os bicos testados, mas a deposição nas plantas apresentou-se decrescente do topo para região basal.

1 INTRODUÇÃO

A formulação de agrotóxicos e a dose aplicada, o tipo de aplicação e equipamento, os bicos de pulverização, o diâmetro e a densidade das gotas são parâmetros parcialmente interdependentes, que devem ser considerados para se conseguir maior eficácia no controle fitossanitário. Entretanto, a forma atual de aplicação de agrotóxicos não difere, essencialmente, daquela praticada no século passado e caracteriza-se por

* Eng. Agr., M. Sc., Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP. (e-mail: alchaim@uol.com.br).

** Eng. Agr., Dr. em Fitopatologia, Pesquisador da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP.

*** Eng. Agr., Herbicida S/A., Catanduva, SP.

considerável desperdício de energia e de produto químico (1). Como consequência ocorre desuniformidade na distribuição dos agrotóxicos na superfície foliar das plantas e perdas por deriva, que comprometem a eficiência do controle fitossanitário, criando a necessidade de aplicações repetidas ou tratamentos adicionais, que contribuem para o aumento do consumo de agrotóxicos, de combustível, de trabalho e desgaste das máquinas (2).

As perdas de agrotóxicos que ocorrem durante as aplicações podem também aumentar a poluição ambiental e provocar efeitos negativos em organismos não alvo (3). As perdas para o solo tem sido definidas como "endoderiva", para diferenciá-las da "exoderiva", ou seja, para fora da área tratada (4). No caso da endoderiva, mais de um terço do agrotóxico aplicado nas culturas pode atingir o solo durante a aplicação (3) e com a exoderiva o produto pode contaminar outros solos muito distantes do local da aplicação (5, 6).

Existe uma preocupação mundial com a deriva para fora da área tratada e muitos pesquisadores estão envolvidos em estudos visando a minimização deste problema (7). Contudo, poucos esforços têm sido empreendidos para quantificar os agrotóxicos que efetivamente atingem o alvo (8).

Resultados de 16 ensaios com quantificação da deposição de inseticidas em alfafa e algodão, durante o período de 1961 a 1969, demonstraram que a pulverização aérea de inseticidas depositou menos de 50% de produtos nestas culturas no Arizona (8). Em pulverizações de agrotóxico com jato transportado por ar, realizadas em pomares de maçã, as perdas para o solo variaram entre 2 e 39% da dose total aplicada e a deriva ficou entre 23 a 45% (9). Foi observado que com este tipo de aplicação, o aumento da vazão de calda e de ar do pulverizador aumentam as perdas para o solo e diminuem a deposição nas plantas (7). Em videira, dependendo do tipo de equipamento empregado, as perdas para o solo podem variaram entre 34,5 a 48,9% (7), mas em alguns casos a deposição nas plantas foram superiores a 64% do total aplicado (7). Em pulverizações realizadas em eucalipto, com pulverizador motorizado costal, 61% do produto aplicado ficou retido nas plantas, 7% atingiu o solo na região sob a copa das plantas, 5% depositou-se entre as plantas, 19% depositou-se nos espaços entre as linhas de plantio e 8% pode ter sofrido deriva ou não ter sido depositado devido a redução do tamanho das gotas pela evaporação (10).

Em geral, os resultados de avaliação da deposição são ainda discutíveis, em parte devido a diferentes condições ambientais de cada região, mas também pelas diferentes técnicas de aplicação e métodos experimentais utilizados (7).

O propósito desta pesquisa foi medir a eficiência da deposição proporcionada pela pulverização hidráulica de agrotóxicos, em cultura de feijão com desenvolvimento foliar máximo, assim como comparar a deposição proporcionada por dois tipos de bicos de pulverização.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO

O experimento foi conduzido na Fazenda Cachoeirinha, localizada no município de Guairá (SP), em 14/06/96, pulverizando-se a cultura de feijão irrigado, com 60 cm de altura e 40 cm de espaçamento entre linhas. A aplicação do agrotóxico foi realizada com pulverizador de barras, Columbia Cross da Jacto, com espaçamento de 40 cm entre bicos, acoplado a trator MF 275-BR.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados com parcelas subdivididas, tendo como tratamento principal, os bicos de pulverização e como tratamento secundário quatro regiões de deposição, sendo três nas plantas (apical, mediana e basal) e uma no solo (entrelinha)

Os tratamentos principais consistiram na comparação de dois bicos, ou seja, T1 (bico tipo leque com dois jatos T.J60.11006) e T2 (bico leque APG 110-R).

Os tratamentos secundários consistiram na avaliação da deposição do traçador nos seguintes pontos de amostragem: região do topo das plantas (S); região mediana das plantas (M); região basal das plantas rente ao solo (I); região do solo localizado nos espaços das entrelinhas (E).

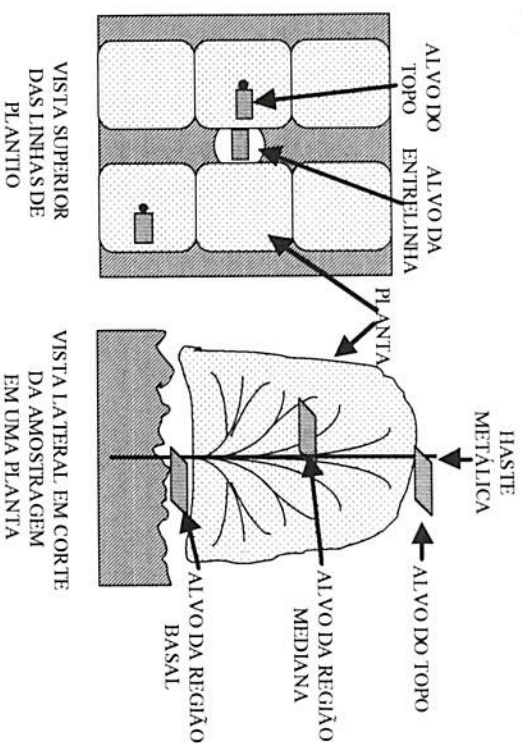
Os tratamentos principais foram distribuídos em 8 blocos, com parcelas constituídas de faixas de 30 metros de comprimento por 6 metros de largura.

2.3 AMOSTRAGEM DA DEPOSIÇÃO

Para amostrar a deposição nas plantas foram utilizados cartões de papel mata-borrão, com gramatura de 250 g/m², medindo 5 por 5 cm, fixados em suportes de alturas ajustáveis, montados em hastes metálicas, que foram fixadas próximas a região do colo. Conforme ilustra a Figura 1, cada haste continha três suportes, distribuídos de maneira que os alvos de amostragem ficassem dispostos para coletar o agrotóxico no topo das plantas (aproximadamente 60 cm de altura em relação ao solo), na região mediana (interior da copa a aproximadamente 30 cm do solo) e na região basal (sob a copa da planta e rente ao solo). Para as amostragens realizadas nas entrelinhas, os cartões foram acondicionados em placas de Petri. As hastes de amostragem e as placas de Petri foram distribuídas

aleatoriamente em 20 locais na área central da parcela, com 10 m de comprimento x 4 metros de largura (12 linhas de plantio).

FIGURA 1 - DISPOSIÇÃO DOS ALVOS DE PAPEL MATA-BORRÃO NAS PLANTAS E NO SOLO



2.4 TRAÇADOR E ANÁLISE

Como traçador foi utilizado fungicida cúprico, contendo em sua fórmula 350 g de cobre metálico. A calda foi preparada pela diluição de 2,89 kg do produto comercial em 200 litros de água, de forma a obter concentração teórica de 5000 miligramas de cobre metálico por litro.

Após a aplicação, os alvos de cada tratamento secundário foram coletados e divididos em sub-amostras aleatórias de 4 cartões (100 cm²) para facilitar o processo de extração do traçador. Os cartões das sub-amostras foram picados e colocados em agitação por 30 minutos, em 100 mL de solução extratora, constituída de ácido nítrico 0,1 N. O teor de cobre das amostras e da calda foi determinado por espectrofotometria de absorção atômica, em espectrofotômetro Shimadzu AA 380.

Os resultados dos resíduos médios encontrados na planta, solo e calda de pulverização foram utilizados para estimar a porcentagem de agrotóxico distribuído em cada compartimento, segundo método descrito por CHAIM et al. (11).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados expressos na Tabela 1 indicam que não houve diferença entre os bicos quanto a deposição geral nas plantas. Entretanto, houve diferença significativa para as deposições nas quatro regiões de amostragem, devido características peculiares da pulverização hidráulica, em que as gotas são arremessadas com a força da pressão de escape do líquido pelo orifício do bico. Estudos sobre impacto das gotas demonstram interação complexa entre o tamanho das gotas, do obstáculo presente em seu caminho e sua velocidade relativa (4). Segundo MATTHEWS (4) a eficiência de coleta das gotas aumenta com o tamanho e velocidade da gota, diminuindo com o aumento do tamanho do alvo. No caso da cultura do feijão houve deposição decrescente do topo em relação a base das plantas, porque as gotas maiores ficaram retidas nas camadas de folhas mais superficiais. A pequena penetração de agrotóxico no interior das plantas ocorreu pela turbulência no ar, proporcionada pelo jato de pulverização e por gotas pequenas que conseguiram se desviar das

TABELA 1 - RESÍDUOS MÉDIOS DE COBRE ESTIMADOS PARA OS DOIS BICOS TESTADOS NA CULTURA DO FEIJÃO

Tratamentos Principais	
Resíduo estimado para T1 = bico T1 60.11006 (mg/m ²)	139,40 a
Resíduo estimado para T2 = bico APG 110-R (mg/m ²)	124,02 a
dms para Tukey 15,51	
Tratamentos Secundários	
S = resíduo estimado para região apical das plantas (mg/m ²)	212,70 a
M = resíduo estimado para região mediana das plantas (mg/m ²)	104,32 b
I = resíduo estimado para região basal das plantas (mg/m ²)	65,75 d
E = resíduo estimado para região das entrelinhas (mg/m ²)	144,07 c
dms para Tukey 16,54	

¹Médias seguidas de letras desiguais diferem pelo teste de Tukey (P<0,05), dms = diferenças mínimas significativas.

camadas externas de folhas (12). A importância da turbulência foi constatada na pulverização aérea, quando pequena movimentação do ar na região das plantas provocou retenção na parte superior das mesmas de 90% do resíduo de agrotóxico aplicado (13).

Os dados dos tratamentos secundários (Tabela 1) também sugerem que as plantas retêm quantidade média de agrotóxico, explicada pela diferença entre o resíduo encontrado na região apical e na basal. CHAIM et al. (11) desenvolveram equações para estimar a quantidade total de agrotóxicos depositada na plantas de porte rasteiro. Para isso, assumiram que as plantas ocupam faixas contínuas de solo em cada linha de plantio e desta forma, a quantidade total de agrotóxico retido pode ser estimada pela diferença entre os resíduos totais encontrados nas áreas apical e basal. A superfície total, apical ou basal das plantas de um hectare pode ser grosseiramente estimada como a diferença entre a área total do solo (10.000 m²) e a área não coberta pelas plantas (soma da área das faixas de solo das entrelinhas).

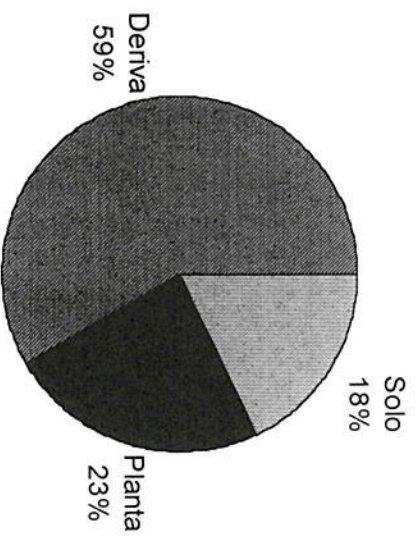
Os resíduos encontrados (Tabela 1) foram utilizados para estimar os resíduos totais para solo, planta e deriva (Tabela 2). Os resíduos totais estimados para os compartimentos solo, planta e atmosfera (deriva) foram transformados em valores percentuais em relação a dose total aplicada (Figura 2).

Os resultados demonstram que a deposição nas plantas foi muito baixa e que a deriva foi muito acentuada, sendo diferentes dos dados encontrados na literatura (7, 8, 9, 11, 12). As condições de temperatura, umidade relativa e velocidade do vento, associadas com a densidade foliar da cultura foram provavelmente os fatores que mais contribuíram para as perdas por deriva. Devido as características intrínsecas do funcionamento dos bicos hidráulicos presentes na barra do pulverizador, o líquido ao sair pelo orifício produz jato, com velocidade suficiente para o aparecimento de turbulências no ar, que auxilia a penetração das gotas na região interna das plantas. Entretanto, como a cultura apresentava-se no ápice do desenvolvimento vegetativo, as gotas não conseguiram penetrar na densa folhagem do feijoeiro. Por outro lado, a turbulência poderia estar produzindo efeito inverso, ou seja, o ar com movimento descendente inverte sua direção ao encontrar a densa camada de folhas. Desta forma, as gotas flociam em suspensão sobre o topo da cobertura das plantas, sofrendo a ação da evaporação ou se deslocariam horizontalmente ou ainda com movimentação ascendente, conforme o vento predominante (11). CHAIM et al. (11) observaram que as perdas para as culturas de feijão e tomate variaram entre 44 a 88% do total de agrotóxico aplicado. Verificaram também, que o porte da cultura e a velocidade do vento tiveram grande influência neste desperdício. O elevado desperdício explica a dificuldade em se controlar mofo branco (*Sclerotinia sclerotiorum* Lib. By), cuja infestação começa pela região basal das plantas de feijão ou tomate, quando as mesmas estão no estágio de florescimento, com o máximo desenvolvimento vegetativo (11).

TABELA 2 - CARACTERÍSTICAS OPERACIONAIS DAS APLICAÇÕES E ESTIMATIVA DOS RESÍDUOS PARA SOLO PLANTA E DERIVA PELA UTILIZAÇÃO DO MÉTODO DESENVOLVIDO POR CHAIM et al. (11)

CARACTERÍSTICAS DO ENSAIO	BICOS
Tratamentos principais	TJ-60.11006 APG-110-R
Umidade relativa (%)	34 33
Temperatura (°C)	30 34
Velocidade do vento (m/s)	4,2
Vazão dos bicos de pulverização L/min	2,8
Pressão de pulverização (kPa)	482,3 1653,6
Velocidade de aplicação (km/h)	4,5
V = volume de calda aplicado (L/ha)	933
C = concentração do traçador (cobre metálico) na calda (mg/L)	5031
N = número de linhas de plantio	250
X = largura de cada faixa coberta pelas plantas (m)	0,3
Y = largura de cada faixa da entrelinha – solo (m)	0,1
AT = área total do topo das plantas = N*X*100 (m ²)	7500
AB = área total da base das plantas = N*X*100 (m ²)	7500
AE = área total do solo das entrelinhas = N*Y*100 (m ²)	2500
RT = resíduo estimado para o topo das plantas = S*AT (mg)	1595232
RB = resíduo estimado para a região basal das plantas = I*AB (mg)	493125
RE = resíduo estimado para a área total das entrelinhas = E*AE (mg)	360186
DS = deposição total estimada para o solo = RE+RB (mg)	853273
DP = deposição total estimada para as plantas = (RT-RB)*AT (mg)	1102145
RD = resíduo estimado para a deriva = DT-(DP+DS) (mg)	2738505
DT = dose total de ingrediente ativo aplicada = V*C (mg/ha)	4693923

FIGURA 2 - DISTRIBUIÇÃO DE AGROTÓXICO APLICADO POR PULVERIZADOR DE BARRAS, NA CULTURA DO FEIJÃO RASTEIRO



4 CONCLUSÃO

A perda de agrotóxico aplicado na cultura do feijão ficou em torno de 77% e a deriva foi o maior componente deste desperdício, representado 59% do total aplicado. A velocidade do vento, associada com características intrínsecas da técnica de aplicação utilizada e a densidade foliar da cultura foram os fatores que mais contribuíram para o desperdício de agrotóxico. Não houve diferença significativa entre os bicos testados, mas a deposição nas plantas apresentou-se decrescente do topo para região basal.

Abstract

The efficiency of the deposition was measured provided by the hydraulic pulverization of pesticides in the bean culture with maximum foliate development, being compared two types of pulverizer beaks. For sampling the deposition in plants, cards of paper were used, disposed in the top and in the medium and basal regions of the plants. Cupric fungicide was used, as tracer, being determined the copper concentration of the samples and of the syrup by atomic absorption spectroscopy. The pesticide losses were around 77%, but the drift was the major component of the waste, representing 59% of the total of applied pesticide. The speed of the wind, associated with the intrinsic characteristics of the application technique and the crop leaf density, were the factors that contributed more to the great pesticide waste. There was no significant difference between the tested nozzles, but the deposition in the plants decreased from the top to the basal region.

REFERÊNCIAS

- MATUO, T. Técnicas de aplicação de defensivos agrícolas. Jaboticabal: FUNEP, 1990. 133 p.
- DERKSEN, R. C.; BRETH, D. L. Orchard air-carrier sprayer application accuracy and spray coverage evaluations. *Applied Engineering in Agriculture*, St. Joseph, v. 10, n. 4, p. 463-470, 1994.
- COURSHÉE, R. J. Some aspects of the application of insecticides. *Annual Review of Entomology*, Palo Alto, v. 5, p. 27-352, 1960.
- MATTHEWS, G. A. *Pesticide application methods*. New York: Longman, 1982. 336 p.
- SALYANI, M.; CROMWELL, R. P. Spray drift from ground and aerial applications. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 35, n. 4, p. 1113-1129, 1992.
- FOX, R. D.; BRAZZE, R. D.; REICHARD, D.L.; HALL, F.R. Downwind residue from air spraying of a dwarf apple orchard. *Transactions of the ASAE*, St. Joseph, v. 33, n. 4, p. 1104-1108, 1990.
- 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.
- WARE, G. W.; CAHILL, W. P.; GERHARDT, P. D.; WITT, J.M. Pesticide drift. IV. On target deposits from aerial application of insecticides. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 63, n. 6, p. 1982-1983, 1970.
- BUISMAN, P.; SUNDARAM, K. M. S.; SUNDARAM, A.; TRAMMEL, K. Field deposit patterns of a diflubenzuron spray mix, after application to apple orchard using an air-blast sprayer, and a laboratory evaluation of physical properties an atomization characteristics. *Journal of Environmental Science and Health*, New York, v. 24, n. 4, p. 389-411, 1989.
- CHAIM, A.; CAPALBO, D. M. F.; CABRAL, O. M. R.; GALVÃO, J. A. H. Validação de método para estudo de deposição de inseticidas biológicos em florestas. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 1999. 21 p. (Embrapa Meio Ambiente - Boletim de Pesquisa n° 4).

- 11 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, 1999. 29 p. (Embrapa Meio Ambiente, Boletim de Pesquisa n° 2).
- 12 HIMEL, C. M. The optimum size for insecticide spray droplets. *Journal of Economic Entomology*, College Park, v. 62, n. 4, p. 919-925, 1969.
- 13 AMBRUS, A. The influence of sampling methods and other field techniques on the results of residue analysis. In: GEISSBUHLER, H.; BROOKS, G.T.; KEARNEY, P.C. (Ed.). **Advances in pesticide science.** Zurich: Pergamon Press, 1978. p. 620-632.