

ENGENHARIA AGRÍCOLA

EFEITO DA VELOCIDADE DO AR EM BARRA DE PULVERIZAÇÃO NA DEPOSIÇÃO DE PRODUTOS FITOSSANITÁRIOS EM FEIJOEIRO⁽¹⁾

CARLOS GILBERTO RAETANO⁽²⁾; FERNANDO CESAR BAUER^(3,4)

RESUMO

Com o objetivo de avaliar o efeito da variação da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda na cultura do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris*), realizou-se o experimento em 9 e 10 de outubro de 2000, no Centro de Pesquisas Agronômicas – Cyanamid, em Itacemópolis (SP), em delineamento inteiramente casualizado, aos 48 dias após a emergência (DAE). Para isso, convencionou-se que a rotação máxima do ventilador, medida com o auxílio de fototacômetro, possibilitou a obtenção da velocidade máxima do ar na barra de pulverização e, a partir daí, níveis de 50% e 75% da velocidade máxima do ar. Alvos artificiais foram fixados na superfície adaxial e na abaxial de folíolos posicionados, nos terços superior e inferior das plantas selecionadas, ao acaso, e distribuídas perpendicularmente ao deslocamento do pulverizador. O óxido cuproso (50% de cobre metálico) foi o traçador utilizado em pulverização e a determinação quantitativa dos depósitos feita com o uso da espectrofotometria de absorção atômica. Os resultados sugerem que a variação da velocidade do ar na barra pulverizadora não influenciou sobre os níveis de depósitos no feijoeiro, aos 48 DAE, nas condições do presente trabalho.

Palavras-chave: assistência de ar, traçador, pulverizador de barras, *Phaseolus vulgaris*.

ABSTRACT

EFFECT OF THE AIR SPEED IN AIR-ASSISTED SPRAYER ON BEAN CROP PESTICIDE SPRAY DEPOSITION

The aim of this research was to evaluate the effects of air speed in air-assisted sprayer on bean crop (*Phaseolus vulgaris*) spray deposition. The experiment was carried out at 48 days after crop emergence and the experimental design was randomized. The maximum air speed in spray boom was obtained with the maximum of the fan rotation by a phototachometer. The middle and third air speed were obtained with lower fan rotation. The tracer used in the spray solution was copper oxid (50% of the metallic copper). It was measured by atomic spectrophotometry absorption equipment. The targets were fixed on the under and upper-side of the leaves, in the top and lower third of the same plant under the spray boom. The effects of variation speed of the air in spray boom were not significant on deposit levels.

Index terms: air-assistance, tracer, boom sprayer, *Phaseolus vulgaris*.

(1) Recebido para publicação em 28 de maio de 2002 e aceito em 22 de abril de 2003.

(2) FCA/UNESP - Departamento de Produção Vegetal-Defesa Fitossanitária - Caixa Postal 237, 18603-970 Botucatu (SP).
E-mail: raetano@fca.unesp.br.

(3) Doutorando do curso de Pós-Graduação em Agronomia – Área de concentração Proteção de Plantas – Departamento de Produção Vegetal - Defesa Fitossanitária – FCA/UNESP.

(4) Bolsista FAPESP.

1. INTRODUÇÃO

Dentre as inovações incorporadas recentemente aos pulverizadores, a assistência de ar na barra de pulverização tem despertado o interesse dos agricultores.

O objetivo principal desse acessório é aumentar e manter a velocidade das gotas modificando sua trajetória a fim de melhorar a deposição e diminuir a deriva e a contaminação de organismos não-alvos e do ambiente (HISLOP et al., 1995).

Considerando que muitos agentes nocivos se desenvolvem na superfície abaxial das folhas e constituem alvos difíceis de serem atingidos em pulverizações convencionais (sem assistência de ar), o estudo mais detalhado do uso desse fator – assistência de ar – junto à barra de pulverização pode propiciar melhor deposição nas partes inferiores da planta, redução da deriva (BAUER e RAETANO, 2000) e colocação do produto químico na superfície abaxial das folhas (MAY, 1991). Esses autores sugerem, ainda, que a seleção do espectro de gotas e a possibilidade de controlar a velocidade do ar podem ter grande importância quando se utilizam máquinas para diferentes propósitos.

Na mesma linha de pesquisa, LOCKLEY (1993) revela que, em um primeiro experimento, realizado em 1990 com a cultura de trigo, não houve diferenças significativas entre aplicações com e sem assistência de ar junto à barra de pulverização.

Em um segundo experimento, realizado em 1991 com a mesma cultura, mas em local diferente do anterior, verificou-se que a maior velocidade do ar obteve melhor controle na aplicação de propiconazole. Concluiu-se, nesse experimento, que a assistência de ar mostrou pouco efeito no controle de *Septoria tritici* na cultura do trigo, mas o aumento da velocidade do ar mostrou melhor efeito do que o ar a baixa velocidade.

Esse fato, embora pouco discutido e relatado na literatura, assume importância fundamental no controle de insetos e patógenos com produtos de ação somente por contato. Entretanto, outros fatores, como idade das plantas, tipo de cultura, velocidade do ar na barra e diferentes bicos de pulverização podem influenciar na deposição da pulverização com equipamentos providos de assistência de ar (COOKE et al., 1990).

Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da variação da velocidade do ar em barra de pulverização na deposição da calda na cultura do feijoeiro.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em 9 de outubro de 2000, aos 48 dias após a emergência (DAE) das plantas de feijoeiro, em delineamento inteiramente casualizado, com oito tratamentos e 25 repetições. Cada planta, selecionada ao acaso dentro da faixa de aplicação da barra, foi considerada uma repetição.

Utilizaram-se dois hectares de feijoeiro, cv. Carioca, cultivados no município de Iracemópolis (SP), a 22°30'45" S e 47°31'36" W. A semeadura foi feita com espaçamento igual a 0,50 cm entre as linhas de plantio e de 14 a 15 sementes por metro linear, obtendo-se, no momento das aplicações, população estimada em 250.000 plantas por hectare.

A adubação, calculada em função da análise de solos, foi feita segundo recomendação de MORAES (1988). Todas as práticas culturais foram realizadas de forma similar aos de uma lavoura comercial ou seja, avaliação da necessidade ou não de aplicações de inseticidas ou fungicidas, porém tomando-se o cuidado de não utilizar produtos cúpricos. Utilizou-se, nas aplicações, calda contendo 200 g.100 L⁻¹ de óxido cuproso, com equivalência de 100 g de cobre metálico. As condições operacionais nos respectivos tratamentos são mostradas no quadro 1.

Devido à capacidade de operar com e sem assistência de ar, aliada a possibilidade de regulação da velocidade do ar na barra, mediante a variação da rotação do ventilador, utilizou-se, em todos os tratamentos, pulverizador Modelo Falcon Vortex, fabricado por Máquinas Agrícolas Jacto S.A., equipado com barra pulverizadora de 14 m, mantida sempre a 0,5 m de altura em relação às plantas de feijoeiro.

A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi de 6,1 km.h⁻¹, determinada através da cronometragem do tempo usado para se deslocar 50 m em três repetições, sendo aí estabelecida a média aritmética das velocidades obtidas nas três medições. Efetuaram o ajuste da pressão e a troca das pontas antecedendo as pulverizações de cada tratamento, separadamente, para cada ponta envolvida.

Os tratamentos sem assistência de ar e com velocidade máxima (100%) do ar na barra foram executados um após o outro, da seguinte forma: após deslocar o equipamento, iniciava-se a pulverização com a assistência de ar desativada, antes do começo da parcela, adentrando-a já com a velocidade e vazão estabilizadas; após o término dessa parcela, em área sem coletores, reservada para manobras e com o equipamento em movimento, o operador acionava a assistência de ar, adentrando, em seguida, em outra parcela com a assistência de ar ativada e estabilizada,

Quadro 1. Diferentes equipamentos e condições operacionais em pulverizações na cultura do feijoeiro

Tratamento	Equipamento	Tipo de ponta	Pressão	Volume de calda	Velocidade do ar na barra
			kPa	L.ha ⁻¹	%
1	Convencional	AXI-110015	206,7	100	-
2	Assist. de ar	AXI-110015	206,7	100	100
3	Assist. de ar	AXI 110015	206,7	100	50*
4	Assist. de ar	AXI-110015	206,7	100	75*
5	Convencional	JA - 1	1.033,5	100	-
6	Assist. de ar	JA - 1	1.033,5	100	100
7	Assist. de ar	JA - 1	1.033,5	100	50*
8	Assist. de ar	JA - 1	1.033,5	100	75*

* 50% ou 75% da rotação máxima do ventilador no momento da aplicação.

interrompendo a pulverização com o término da segunda parcela, momento em que o trator interrompia seu movimento até a parada total.

Nesse momento, com o equipamento parado e com a barra pulverizadora desligada, efetuaram-se os ajustes da rotação para 75% da rotação máxima do ventilador, com auxílio de fototacômetro, quando, então, iniciou-se novamente a movimentação da máquina até atingir a velocidade preestabelecida, adentrando em outra parcela.

No fim dessa parcela, a máquina interrompia seu movimento e a rotação era ajustada para 50% e, novamente, iniciava-se a movimentação e a pulverização.

Esse procedimento, adotado para as duas pontas utilizadas no experimento, permitiu avaliar a influência da variação da velocidade do ar na barra em condições ambientais muito parecidas, uma vez que as pulverizações, nos respectivos tratamentos, foram realizadas seqüencialmente, uma após a outra, com intervalo de 3 a 4 minutos entre elas.

De acordo com informações de rotação, volume e velocidade do ar na barra, fornecidas pelo fabricante do equipamento, convencionou-se que a rotação máxima do ventilador proporciona velocidade máxima do ar junto à barra de pulverização; a rotação média proporciona 50% da velocidade total do ar e 2/3 da rotação máxima 75% da velocidade do ar.

A rotação máxima, medida com o fototacômetro no equipamento utilizado, foi de 2.903 rpm, estando, também de acordo com o fabricante, dentro do padrão de normalidade.

As amostragens dos depósitos foram realizadas com o uso de alvos artificiais (papel-filtro com dimensão de 3 x 3 cm) distribuídos em 25 plantas sob a barra de pulverização no sentido perpendicular ao deslocamento do equipamento. Em cada uma das 25 plantas amostradas foram fixados quatro coletores, um na superfície adaxial e outro na superfície abaxial de um mesmo folíolo nas partes superior e inferior da planta.

Após o término do experimento, os alvos artificiais foram retirados das folhas e colocados em vidros contendo 10 mL de solução extratora de ácido nítrico a 1,0 M e, após 15 minutos de agitação e 24 horas de descanso, levados ao espectrofotômetro de absorção atômica para quantificação do íon cobre (Cu), conforme método utilizado por CHAIM et al. (1999).

Considerando que a concentração de cobre na calda foi de 990 mg.L⁻¹, foi possível o estabelecimento do volume líquido capturado através da seguinte equação:

$$C_i \times V_i = C_f \times V_f$$

Em que: C_i = concentração de cobre na calda (mg.L⁻¹)

C_f = concentração de cobre detectada no espectrofotômetro de absorção atômica (mg.L⁻¹)

V_i = volume capturado pelo alvo (mL)

V_f = volume da diluição da amostra (mL)

Os valores dos depósitos nos coletores foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A utilização da espectrofotometria de absorção atômica permitiu obter valores médios de recuperação, para o elemento cobre, superiores a 96%, para os alvos em análise conforme demonstra a figura 1.

A influência da assistência de ar na deposição da calda, independentemente da posição de amostragem, em plantas de feijoeiro pode ser observada no quadro 2.

O efeito da variação da velocidade do ar junto à barra de pulverização sobre os níveis de depósitos da calda na cultura do feijoeiro foi avaliado separadamente, e os resultados médios dos depósitos, na planta toda e em cada uma das posi-

ções de amostragem, são apresentados nos quadros 2 e 3 respectivamente.

Os altos valores do CV constantes dos quadros 2 e 3 devem-se à ampla movimentação, tanto horizontal como vertical, da barra de pulverização, e à grande mobilidade dos folíolos onde se fixaram os alvos. Optou-se em não transformar os valores dos depósitos obtidos para não se perder a dimensão e a proporcionalidade desses valores.

Da observação do quadro 2 verifica-se que não houve diferença significativa entre tratamentos, avaliando-se os níveis de depósitos em toda a planta, quando pulverizada com volume de 100 L.ha⁻¹ de calda e pontas AXI 110015 (206,7 kPa) e JA-1 (1033,5 kPa) sem ar e com 50%, 75% e 100% da velocidade do ar junto à barra de pulverização.

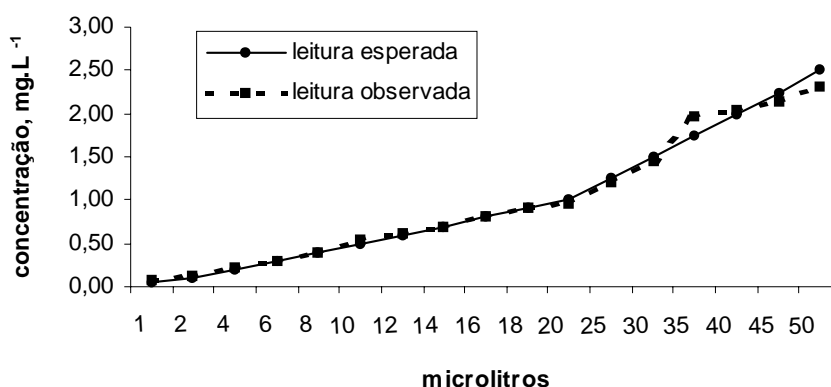


Figura 1. Recuperação da concentração esperada e observada de cobre em alvos artificiais (papel-filtro de 3 x 3 cm).

Quadro 2. Valores médios dos depósitos da calda em plantas de feijoeiro após a pulverização com as pontas AXI 110015 e JA-1 com zero, 50%, 75% e 100% da capacidade do ventilador. Iracemápolis (SP), 2000

Pontas	Nível de assistência de ar	Depósito médio na planta	Volume de aplicação
	%	mg.L ⁻¹	L.ha ⁻¹
AXI 110015	0	0,303 a	100
	100	0,320 a	100
	75	0,266 a	100
	50	0,268 a	100
JA-1	0	0,219 a	100
	100	0,258 a	100
	75	0,278 a	100
	50	0,290 a	100
C.V. (%)		111,79	
DMS		0,141	

Diferentes tendências, relativas à deposição, podem ser constatadas dentro de cada ponta em teste, quando se reduz a velocidade do ar junto à barra (Figura 2).

Ao reduzir em 50% a velocidade do ar, o nível de depósito da pulverização com a ponta AXI 110015 também diminuiu. No entanto, quando a aplicação foi realizada com a ponta JA-1, e utilizou-se o mesmo procedimento em relação à velocidade do ar, obtêm-se maiores depósitos na planta.

Ao analisar os valores médios dos depósitos do traçador em cada altura e superfície de amostragem na planta (Quadro 3), constata-se esse efeito ao comparar os depósitos na superfície adaxial, tanto no ponteiro quanto nos folíolos mais baixos da planta.

Entretanto, dificilmente observa-se esse fato ao comparar os depósitos entre tratamentos envolvendo a superfície abaxial dos folíolos.

Deposição da pulverização em folhas de feijoeiro

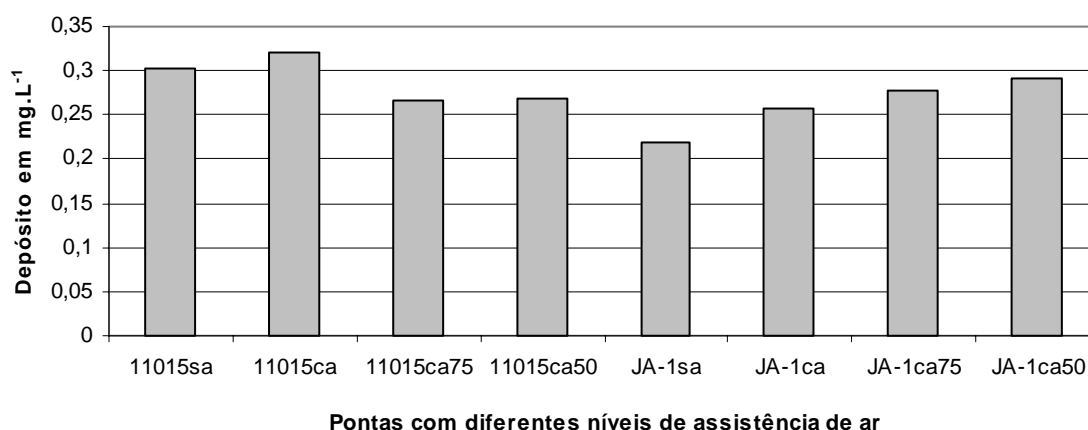


Figura 2. Deposição, do traçador cobre, para as pontas AXI 110015 (11015) e JA-1, quando utilizadas sem assistência de ar (sa), com (ca) e com 75% e 50% (ca75 e ca50) da velocidade máxima do ar na barra.

Quadro 3. Valores médios de depósitos (mg.L⁻¹/coletor) em diferentes alturas e superfícies de folíolos de feijoeiro após a pulverização com pontas AXI 110015 e JA-1 com zero, 100%, 75% e 50% da capacidade do ventilador. Iracemápolis (SP), 2000

Pontas	Assistência de ar	Posição e respectivas superfícies de amostragem					
		adaxial	alta	abaxial	adaxial	baixa	abaxial
	%						
AXI 110015	sem	0,673 bc		0,122 b	0,355 a		0,053 ab
	100	0,744 c		0,115 ab	0,306 a		0,114 d
	75	0,604 abc		0,083 ab	0,304 a		0,060 bc
	50	0,575 ab		0,096 ab	0,324 a		0,075 c
JA-1	sem	0,503 a		0,077 a	0,252 a		0,038 a
	100	0,551 ab		0,118 ab	0,287 a		0,062 bc
	75	0,669 bc		0,120 b	0,271 a		0,053 ab
	50	0,613 abc		0,098 ab	0,352 a		0,057 abc
C.V. (%)	-	51,60		85,32	88,22		70,66
DMS	-	0,146		0,041	0,124		0,020

Médias seguidas de mesma letra, na coluna, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Verifica-se, também, que a assistência de ar, com 100% da velocidade, foi essencial para o aumento dos depósitos na superfície abaxial dos folíolos mais próximos do solo na cultura do feijoeiro aos 48 DAE.

Desse modo, a utilização da assistência de ar no máximo da capacidade do equipamento (100%) proporcionou acréscimo de, aproximadamente, 110% e 63% na deposição para as pontas AXI 110015 e JA-1, respectivamente, em relação à não-utilização desse fator.

Com relação a esse fato, BAUER e RAETANO (2000) verificaram aumento na penetração da calda no dossel, em cultura de soja, além de aumento da deposição nas partes superiores das plantas quando a assistência de ar foi utilizada com toda a potência disponível.

4. CONCLUSÕES

1. A variação da velocidade do ar junto à barra pulverizadora não influenciou os níveis de depósitos do traçador nos folíolos de feijoeiro;

2. A utilização da assistência de ar, operada a plena capacidade do ventilador, resultou em melhores níveis de depósitos na superfície abaxial dos folíolos inferiores.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Assistência de ar na deposição e perdas de produtos fitossanitários em pulverizações na cultura da soja. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v.57, n.2, p. 271-276, 2000.

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. 29p. (Boletim de Pesquisa)

COOKE, B.K.; HISLOP, E.C.; HERRINGTON, P.J.; WESTERN, N.M.; HUMPHERSON-JONES, F. Air-assisted spraying of arable crops in relation to deposition, drift and pesticide performance. *Crop Protection*, Kidlington-UK, v.9, p. 303-311, 1990.

HISLOP, E.C., WESTERN, N.M., BUTLER, R. Experimental air-assisted spraying of a maturing cereal crop under controlled conditions. *Crop Protection*, Kindlington-UK, v.14, n.1, p.19-26 1995.

LOCKLEY, K.D. Efficacy of fungicides applied to winter wheat by air-assisted sprayers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PESTICIDE APPLICATION TECHNIQUES, 2., 1993, Strasburg. *Proceedings...* Strasburg: BCPC, 1993. n.p.

MAY, M.J. Early studies on spray drift, deposit manipulation and weed control in sugar beet with two air-assisted boom sprayers. In: LAVERS, A.; HERRINGTON, P.; SOUTHCOMBE, E.S.E. (Eds.). *Air-Assisted spraying in crop protection*. Proceedings... Swansea: BCPC, 1991. p.89-96. (BCPC monograph, 46)

MORAES, J.F.V., Calagem e adubação. In: ZIMMERMANN, M.J.O., ROCHA, M, YAMADA, T. (Eds.). *Cultura do feijoeiro: Fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: Potafos, 1988. 589p.