

DEPOSIÇÃO DE GOTAS DE UM PULVERIZADOR HIDRÁULICO COM ASSISTÊNCIA DE AR NA BARRA DE PULVERIZAÇÃO NA CULTURA DO FEIJÃO

Murilo Mesquita Baesso¹, Mauri Martins Teixeira², Rogério Faria Vieira³, Trazilbo José de Paula Junior⁴, Paulo Roberto Cecon⁵.

RESUMO

A população de gotas produzidas durante a pulverização influencia a eficiência da aplicação de um produto fitossanitário. De acordo com o tratamento e o produto a ser aplicado, é possível definir um número mínimo de gotas por unidade de superfície. Este trabalho teve por objetivo avaliar as características das populações e o espectro das gotas produzidas durante a pulverização com assistência de ar. Foram estudados os fatores tipo de ponta, volume de calda aplicado, assistência de ar e sua influência sobre porcentagem de cobertura e densidade da população de gotas. Foi montado um experimento em esquema fatorial 2 x 2 x 2: tipos de ponta (jato cônico vazio, modelo JA-4, marca Jacto, além de pontas de jato leque, modelo AXI-110-04, marca Jacto) volumes de calda (200 L ha⁻¹ e 400 L ha⁻¹) e assistência de ar ligada e desligada. Foi usado o delineamento de blocos ao acaso, com quatro repetições. A assistência de ar na barra porta-pontas aumentou a densidade de gotas por área de folha.

Palavras-chave: Pontas, papel hidrossensível e volume de calda.

ABSTRACT

DROPLET DEPOSITION ON BEAN PLANTS BY THE HYDRAULIC SPRAYER WITH AIR ASSISTED SPRAYING BAR

The droplet population on leaf surface during the spray influences control efficacy of phytosanitary problems. Considering the type of treatment and the product to be used, a minimum droplet number per unit surface should be defined. This study was done to evaluate the population characteristics and spectrum of the droplets produced by the air-assisted spray. The following factors were studied: type of nozzle, volume of liquid applied, air assistance and its influence on the percent coverage and density of droplet population. An experiment was set up in a randomized block design with 2 x 2 x 2 factorial with four replications: types of nozzle (hollow cone spray nozzle, Jacto model JA-4, or fan-type nozzle, Jacto model AXI-110-04), liquid volume (200 or 400 L ha⁻¹) and with or without air assistance. The air assistance in the bar increased the droplets density on leaf surface.

Keywords: Nozzle, hydro sensitive paper and liquid volume.

Recebido para publicação em 25/05/2009. Aprovado em 06/10/2009.

¹ Eng^o Agrônomo, D.Sc., Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: murilo.baesso@ufv.br

² Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Engenharia Agrícola, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: mauri@ufv.br

³ Eng^o Agrônomo, D.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: rfvieira@epamig.br

⁴ Eng^o Agrônomo, D.Sc., Empresa de Pesquisa Agropecuária de Minas Gerais, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: trazilbo@epamig.br

⁵ Eng^o Agrônomo, Prof. Doutor, Departamento de Informática, Viçosa – MG, CEP: 36570-000, e-mail: cecon@dpi.ufv.br

INTRODUÇÃO

Para garantir eficácia biológica, é necessário conhecer o espectro das gotas de forma a adequar seu tamanho às condições meteorológicas no momento da aplicação (CUNHA, 2003).

Caso a aplicação seja feita em locais de baixa umidade relativa e temperaturas altas do ar, devem-se utilizar gotas grandes, para reduzir o risco de evaporação e deriva; quando se deseja uma penetração maior das gotas no alvo, devem-se usar gotas pequenas (TEIXEIRA *et al.*, 2008). Gotas com pequeno diâmetro são suscetíveis à deriva e à evaporação e as com diâmetros grandes estão sujeitas ao escorrimento. Nos dois casos, há falha no processo de aplicação.

O diâmetro adequado de gotas é o que proporciona o máximo controle da praga, doença ou planta daninha com a mínima quantidade de produto fitossanitário e mínima contaminação do ambiente (HIMEL *et al.*, 1969, citados por FERREIRA, 2003).

Uma ponta de pulverização não produz um único tamanho de gota. Dessa forma, em geral, o tamanho utilizado na classificação da pulverização (fina, média ou grossa) é em relação ao diâmetro da gota que divide o volume correspondente às gotas de uma amostra em duas partes iguais, o que se denomina Diâmetro da Mediana Volumétrico (DMV), de acordo com a ANDEF (2008).

Pequenas (< 200 µm) são mais arrastadas pelo vento, acarretando a deriva, e podem aumentar a evaporação durante a aplicação. Porém, proporcionam melhor cobertura do alvo e alta densidade de gotas (em condições climáticas adequadas); possuem também alta capacidade de penetração no dossel da cultura e são menos suscetíveis ao escorrimento do produto nas folhas. Médias (200 - 400 µm) possuem características intermediárias às das gotas grandes e pequenas. Grandes (> 400 µm) são menos sujeitas à deriva e evaporação no trajeto da ponta ao alvo. Porém, proporcionam menor cobertura da superfície tratada e menor densidade de gotas; possuem baixa capacidade de penetração no dossel da cultura e são mais suscetíveis ao escorrimento.

Equipamentos com assistência de ar têm sido usados para aumentar a penetração das gotas no

interior da cultura e reduzir a deriva das pulverizações (BAUER; RAETANO, 2000). Os pulverizadores hidráulicos tratorizados com assistência de ar na barra porta-pontas possuem um ou dois ventiladores, geralmente axiais, posicionados em local próximo à seção central da barra de pulverização, os quais distribuem volume muito grande de ar no interior de um duto inflado montado acima da barra porta-pontas (MATTHEWS, 2000).

O uso dos papéis hidrossensíveis são utilizados há mais de 30 anos para avaliação do tamanho das gotas, sendo um método alternativo e econômico para os estudos de qualidade de aplicação. Em contato com as gotas, sua cor amarela fica azulada em virtude da reação ocorrida pela ionização do bromophenol, propriedade que fornece o registro da gota. Moor *et al.* (2000) utilizaram papel hidrossensível em árvores para avaliar a distribuição de líquido no dossel por análise de imagem. Concluíram que esse método minimiza o erro humano, mantendo um padrão de qualidade e fornecendo uma análise fácil, rápida, automatizada e exata da qualidade da aplicação.

Cross *et al.* (2001) avaliaram a distribuição da calda e as perdas causadas por deriva em fruteiras, com papel hidrossensível e análise de imagens. Verificaram que essa técnica é rápida e eficaz. Salyani (1999), testando a durabilidade de etiquetas amostradoras em vários ambientes, concluiu que o tamanho, forma e cor das manchas não mudaram por um longo período (um ano). Assim, pode-se afirmar que a temperatura do ar, a umidade relativa e a radiação solar não afetaram a qualidade das amostras de gotas, quando mantidas em condições adequadas de armazenamento.

Salyani e Fox (1999) testaram volumes de aplicação e sua influência na qualidade da pulverização de produtos fitossanitários em laranjeiras, com etiquetas amostradoras. Verificaram que aumento no volume de calda melhorou a qualidade da aplicação na parte interior do dossel da laranjeira. Scudeler *et al.* (2004) utilizaram etiquetas amostradoras para verificar a distribuição da calda pulverizada em diferentes condições operacionais, sendo as plantas-alvo foram divididas em setor de amostragens superior e inferior. Os autores observaram que houve melhor deposição da calda nas plantas de café com o uso de equipamentos com assistência de ar.

Com este trabalho, objetivou-se avaliar a cobertura

e densidade de gotas depositadas no dossel do feijoeiro utilizando um pulverizador hidráulico com assistência de ar na barra de pulverização e dois conjuntos de pontas de pulverização.

MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi realizado em uma lavoura comercial de feijão, do tipo carioca Pérola, irrigado (pivô central), com espaçamento entre fileiras de 0,5 m e na fase de desenvolvimento R6 (a abertura das primeiras flores define o estágio R6: floração, que se prolonga até a queda da corola da primeira flor fecundada, expondo a primeira vagem em início de desenvolvimento), pertencente à Fazenda Agro-Reservas do Brasil, localizada no Município de Unaí, MG. Os ensaios foram realizados com um pulverizador Falcon Vortex, marca Jacto, com tanque de 600 L e ventilador axial para uso de assistência de ar na barra de pulverização. Para acionar o pulverizador, foi utilizado um trator Valtra BM 100, com 73,5 kW (100 cv) de potência nominal no motor.

A cobertura e densidade de gotas foram caracterizadas quanto ao espectro de gotas, porcentagem de cobertura e densidade. A velocidade de deslocamento do conjunto trator-pulverizador foi aferida pela cronometragem do tempo para percorrer 50 m, sendo ajustada até manter o volume de calda aplicado de 200 L ha⁻¹ e 400 L ha⁻¹. As pontas de pulverização hidráulica avaliadas foram de jato cônico vazio, modelo JA-4, marca Jacto, com pressão de trabalho de 600 kPa, e de jato plano, modelo AXI-110-04, marca Jacto, com pressão de trabalho de 300 kPa.

O experimento foi montado em esquema fatorial 2 x 2 x 2: tipos de pontas, volumes de calda e assistência de ar ligada e desligada. Foi usado o delineamento

$$F = 0,74057 + 0,0001010399 D + 0,2024884 \ln(D) \quad (1)$$

em que

F = fator de espalhamento; e

D = diâmetro-limite de cada classe de tamanho da mancha (µm).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na parte superior das plantas, observou-se efeito significativo para assistência de ar na barra porta-pontas, o tipo de ponta hidráulico e as interações

de blocos ao acaso, com quatro repetições. A unidade experimental foi de 5 x 3 m. A velocidade do ar foi obtida com uma velocidade angular do eixo do ventilador de 2.100 rpm (219,91 rad s⁻¹).

A umidade relativa e a temperatura do ar foram monitoradas com psicrômetro. Os manômetros utilizados foram previamente calibrados com um dispositivo baseado no princípio da comparação com um manômetro-padrão classe "A", obtendo-se a relação entre pressão indicada e pressão real. A velocidade angular do ventilador foi medida com tacômetro digital, marca Tako, modelo TD 303.

Para estimar o tamanho das gotas produzidas, foram utilizadas etiquetas amostradoras de papel hidrossensível. Os papéis hidrossensíveis foram colados com fita adesiva, nas posições baixas, médias e altas das plantas. Em cada nível, foram distribuídos cinco papéis hidrossensíveis, orientados de modo a colocar um em cada ponto cardeal e um no centro, totalizando 15 por planta. Em cada parcela foram analisadas três plantas. Após cada pulverização, os papéis hidrossensíveis foram retirados e acondicionados.

Posteriormente, foi feita a aquisição das imagens para análise com uma câmera digital, marca Nikon, modelo Coolpix, com resolução de 5.1 megapixel. Cada grupo de etiquetas do mesmo tratamento, devidamente identificadas, foram fotografadas e processadas com o programa computacional para análise de imagens "Image Tool", versão 3.0.

O tamanho das gotas coletadas nas etiquetas hidrossensíveis foi corrigido pela equação proposta por Chaim *et al.* (1999).

Os dados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade, com o uso do programa SAEG.

entre assistência de ar na barra porta-pontas e volume de aplicação, assistência de ar na barra porta-pontas e tipo de ponta hidráulico. Também foi significativa a interação entre volume de pulverização e tipo de ponta hidráulico (Quadro 1).

Quadro 1. Resumo da análise de variância da cobertura do alvo obtida nas etiquetas hidrossensíveis colocadas nas folhas superiores, médias e inferiores do feijoeiro, em função dos tipos de pontas hidráulicas, volumes de pulverização e assistência de ar na barra porta-pontas

FV	GL	Quadrados Médios		
		Superior	Médio	Inferior
Ar	1	226,47**	5828,760**	109,631**
Volume	1	2,8740 ^{ns}	852,2251**	436,0843**
Ponta	1	4546,52**	1,4706 ^{ns}	0,0399 ^{ns}
Ar x Volume	1	430,197**	123,6378**	57,9157**
Ar x Ponta	1	946,668**	0,0903 ^{ns}	0,0258 ^{ns}
Volume x Ponta	1	53,2254*	2,1218*	0,0116 ^{ns}
Ar x Volume X Ponta	1	10,3398 ^{ns}	0,6612 ^{ns}	0,1313 ^{ns}
Resíduo	21	6,72	0,4730	0,1386
CV (%)		4,32	3,37	7,39

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade; e * Significativo a 5% de probabilidade pelo Teste F.

Com a assistência de ar na barra porta-pontas desligada não houve diferença significativa entre os volumes de 200 e 400 L ha⁻¹. Logo, um incremento no volume de calda não significou aumento na cobertura das etiquetas posicionadas nas folhas superiores do feijoeiro. Entretanto, com a assistência de ar ligada, a cobertura do alvo passou de 61,28 para 53,35% quando se aumentou o volume de 200 para 400 L ha⁻¹.

Isso pode ser explicado pela maior penetração da calda nos terços médio e inferior do feijoeiro (Quadro 2).

Houve melhor cobertura quando a assistência de ar na barra porta-pontas estava ligada tanto para ponta cone e leque. Pode-se verificar que não houve diferença estatística entre os tipos de pontas hidráulicas tanto para a assistência de ar na barra porta-pontas ligada e desligada (Quadro 3).

Quadro 2. Valores médios das coberturas do alvo (em %) obtidas pela combinação entre volume de pulverização e assistência de ar na barra porta-pontas no terço superior do feijoeiro

Volume (L ha ⁻¹)	Assistência de Ar	
	Ligada	Desligada
200	61,28 ^{Aa}	59,27 ^{Ab}
400	53,35 ^{Bb}	66,00 ^{Aa}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Quadro 3. Valores médios das coberturas do alvo (em %) obtidas pela combinação entre assistência de ar na barra porta-pontas e tipo de ponta hidráulico no terço superior do feijoeiro

Assistência de Ar	Ponta Hidráulico	
	Cone	Leque
Ligada	74,67 ^{Aa}	69,11 ^{Aa}
Desligada	39,95 ^{Ba}	56,15 ^{Ba}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Com relação ao volume de aplicação e ao tipo de ponta, as maiores coberturas ocorreram com o volume de aplicação de 400 L ha⁻¹. Pode-se concluir, também, que no terço superior do feijoeiro não houve diferença significativa entre os tipos de pontas hidráulicas estudados para os dois volumes (Quadro 4). Na parte média do feijoeiro, houve efeito significativo na interação entre a assistência de ar na barra porta-pontas e os volumes de aplicação sobre a cobertura do alvo. A interação entre volumes de aplicação e tipos de ponta hidráulico também foi significativa (Quadro 1).

O aumento de volume de calda e a assistência de ar na barra de pulverização aumentaram significativamente a cobertura nas etiquetas colocadas nas folhas médias do feijoeiro, especialmente com um volume de 400 L ha⁻¹ (Quadro 5).

As melhores coberturas do alvo foram encontradas

com o ponta do tipo leque independentemente do volume de calda.

Para as duas pontas de pulverização avaliadas, o volume de calda não influenciou a cobertura do alvo (Quadro 6).

Na parte inferior do feijoeiro, a assistência de ar na barra porta-pontas e o volume de aplicação influenciaram a cobertura do alvo. A interação entre a assistência de ar na barra porta-pontas e o volume de pulverização também foi significativa (Quadro 1).

A assistência de ar na barra de pulverização aumentou a cobertura do alvo, principalmente com o volume de 400 L ha⁻¹, que proporcionou uma cobertura de 11,93% do alvo. Os resultados indicaram, também, que o incremento no volume de pulverização aumentou a cobertura do alvo na parte inferior do feijoeiro (Quadro 7).

Quadro 4. Valores médios das coberturas do alvo (em %) obtidas pela combinação entre volume de aplicação e tipo de ponta hidráulico no terço superior do feijoeiro

Volume (L ha ⁻¹)	Ponta Hidráulico	
	Cone	Leque
200	49,64 ^{Aa}	46,46 ^{Ba}
400	70,90 ^{Aa}	72,88 ^{Aa}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Quadro 5. Valores médios das coberturas do alvo (em %) obtidas pela combinação entre volume de aplicação e assistência de ar na barra porta-pontas no terço médio do feijoeiro

Volume (L ha ⁻¹)	Assistência de Ar	
	Ligada	Desligada
200	26,77 ^{Ba}	3,71 ^{Ab}
400	41,03 ^{Aa}	10,10 ^{Ab}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Quadro 6. Valores médios das Coberturas do alvo (em %) obtidas pela combinação entre volume de aplicação e tipo de ponta hidráulico no terço médio do feijoeiro

Volume (L ha ⁻¹)	Ponta Hidráulico	
	Cone	Leque
200	15,29 ^{Ab}	25,09 ^{Aa}
400	15,20 ^{Ab}	26,04 ^{Aa}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Quadro 7. Valores médios das coberturas do alvo (em %) obtidas pela interação entre volumes de aplicação e assistência de ar na barra porta-pontas no terço inferior do feijoeiro

Volume (L ha ⁻¹)	Assistência de Ar	
	Ligada	Desligada
200	1,85 ^{Ba}	0,84 ^{Bb}
400	11,93 ^{Aa}	5,53 ^{Ab}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

De maneira geral, a assistência de ar na barra porta-pontas melhorou a cobertura do alvo nas partes médias e inferiores do feijoeiro, o que melhorou também a distribuição das gotas por toda a planta. Maior cobertura do alvo nas partes baixas do feijoeiro pode significar melhor controle de doenças, principalmente de fungos que iniciam sua infecção nessa região da planta, como é o caso do mofo-branco do feijoeiro.

Não foi possível calcular o número de gotas por área de folha no terço superior do feijoeiro. Isso ocorreu devido ao fato de várias etiquetas hidrossensíveis estarem completamente tomadas por uma única mancha, o que pode ser explicado pela junção de várias gotas. Tal fato geralmente ocorre quando se

tem grande volume de calda depositado no alvo.

Houve efeito significativo da assistência de ar na barra porta-pontas, para os volumes de aplicação, para os tipos de ponta hidráulico e também da interação entre a assistência de ar na barra de pulverização e os tipos de ponta hidráulico também foi significativa (Quadro 8).

As médias de densidade de gotas por área de folha obtidas pelos pontas cônicos e leques, não diferiram significativamente quando a assistência de ar na barra de pulverização estava desligada. Com a assistência de ar, a densidade de gotas por cm² de folha aumentou de 34,70 para 58,10 e de 34,41 para 54,68, nos pontas cone e leque, respectivamente (Quadro 9).

Quadro 8. Resumo da análise de variância dos dados de densidade de gotas por cm² de folha obtidos nas etiquetas colocadas nas folhas médias e inferiores do feijoeiro, em função dos tipos de pontas hidráulicas, volume de pulverização e assistência de ar na barra porta-pontas

FV	GL	Quadrados Médios	
		Médio	Inferior
Bloco	3	1,3950	1,8825
Ar	1	3813,046**	289,5020**
Volume	1	2685,529**	6526,246**
Ponta	1	27,5838*	11,4122*
Ar x Volume	1	0,6699 ^{ns}	55,2037**
Ar x Ponta	1	19,6407*	0,1237 ^{ns}
Volume x Ponta	1	3,2704 ^{ns}	0,2161 ^{ns}
Ar x Volume X Ponta	1	0,3341 ^{ns}	0,0052 ^{ns}
Resíduo	21	3,8377	1,9789
CV (%)		4,30	4,92

^{ns} Não-significativo a 5% de probabilidade; ** Significativo a 1% de probabilidade; * Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Quadro 9. Densidade de gotas por cm² de folha obtida pela interação entre assistência de ar na barra porta-pontas e o tipo de ponta hidráulico no terço médio do feijoeiro

Assistência de Ar	Ponta Hidráulico	
	Cone	Leque
Ligada	58,10 ^{Aa}	54,68 ^{Ab}
Desligada	34,70 ^{Ba}	34,41 ^{Ba}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúsculas nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

O incremento no volume de pulverização aumentou a densidade de gotas por área de folha no terço médio do feijoeiro, sabe-se que o maior número de gotas nesta posição da planta pode proporcionar melhor

controle da praga, entretanto, com o aumento no volume de aplicação, o risco de contaminação do solo aumenta e a capacidade operacional do conjunto trator-pulverizador diminui (Quadro 10).

Quadro 10. Médias referentes à densidade de gotas por cm² de folha obtidas no terço médio do feijoeiro com volumes de calda de 200 e 400 L ha⁻¹

Volume (L ha ⁻¹)	Densidade de Gotas
200	36,31 ^b
400	54,63 ^a

* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem a 1% de probabilidade, segundo o teste F.

Nessa posição do dossel do feijoeiro, os resultados de densidade de gotas foram bem semelhantes aos obtidos na cobertura. O tipo de ponta hidráulico e a interação entre a assistência de ar na barra porta-pontas e os volumes de aplicação foram significativos (Quadro 8).

Tanto o aumento de volume de aplicação como a assistência de ar na barra porta-pontas elevaram a densidade de gotas. O maior número de gotas foi obtido com a assistência de ar ligada e o volume de

pulverização de 400 L ha⁻¹ com média de 44,55 gotas por cm² de folha (Quadro 11).

A densidade de gotas foi maior quando se trabalhou com o ponta hidráulico do tipo cônico. Isso pode ser explicado pelo fato de esse tipo de ponta produzir população de gotas com diâmetros menores que as produzidas pelo ponta hidráulico do tipo leque, o que proporcionou maior penetração das gotas no dossel do feijoeiro (Quadro 12).

Quadro 11. Densidade de gotas por cm² de folha obtida pela interação entre volume de pulverização e assistência de ar na barra porta-pontas no terço inferior do feijoeiro

Volume (L ha ⁻¹)	Assistência de Ar	
	Ligada	Desligada
200	18,62 ^{Ba}	9,98 ^{Bb}
400	44,55 ^{Aa}	41,16 ^{Ab}

* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula nas colunas e minúscula nas linhas não diferem a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Quadro 12. Médias da densidade de gotas por cm² de folha obtidas no terço inferior do feijoeiro com pontas hidráulicas do tipo cone e leque

Tipo de Ponta Hidráulico	Densidade de Gotas
Cone	29,17 ^a
Leque	27,98 ^b

* Valor seguido pela mesma letra minúscula na coluna não difere a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey.

Da mesma forma que a cobertura, a densidade de gotas aumentou significativamente quando a assistência de ar na barra porta-pontas estava ligada, e isso pode ser explicado pela melhor penetração de gotas no dossel da cultura.

• A densidade de gotas por área de folha aumentou significativamente nas partes medianas e inferiores do feijoeiro quando a assistência de ar na barra porta-pontas estava ligada.

CONCLUSÕES

• De maneira geral, a assistência de ar na barra porta-pontas melhorou a cobertura do alvo nas partes medianas e inferiores do feijoeiro.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO NACIONAL DE DEFESA VEGETAL (ANDEF). **Manual de tecnologia de aplicação de produtos fitossanitários**, 2004. Disponível em: www.andef.com.br. Acesso em: 26 fev. 2008.

BAUER, F.C.; RAETANO, C.G. Air-assisted sprayer for the evaluation of deposition and losses of pesticide application to soybean crop. **Scientia Agrícola**, v. 57, n. 2, p. 271-276, abr./jun. 2000.

CHAIM, A.; MAIA, A.H.N.; PESSOA, M.C.P.Y. Estimativa da deposição de agrotóxicos por análise de gotas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 34, n. 6, p. 963-969, jun. 1999.

CROSS, J.V.; WALKLATE, P.J.; MURRAY, R.A.; RICHARDSON, G.M. Spray deposits and losses in different sized apple trees from an axial fan orchard sprayer. Effects of spray liquid flow rate. **Crop Protection**, v. 20, p. 13-30, 2001.

CUNHA, J.P.A.R. **Tecnologia de aplicação convencional de fungicida de contato no controle de doenças do feijoeiro**. 2003. 79 f. Tese (Doutorado) - Departamento de Engenharia Agrícola, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2003.

FERREIRA, M. da C. **Caracterização da cobertura de pulverização necessária para controle do ácaro *brevipalpus phoenicis* (g., 1939) em citros**. 2003. 74 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, SP, 2003.

MATTHEWS, G.A. **Pesticide application methods**. Malden: Blackwell Science, 2000. 432 p.

MOOR, B.A.; LANGENAKENS, J.; VEREECKE, E. Image analysis of water sensitive paper as a tool for the evaluation of spray distribution of orchard sprayers. **Aspects of Applied Biology. Pesticide Application**, v. 57, 2000.

SALYANI, M. Atechnique for stabilizing droplet spots on oil-sensitive paper **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Michigan, v. 42, n. 1, p. 45-48, 1999.

SALYANI, M.; FOX, R.D. Evaluation of spray quality by oiland water-sensitive papers. **Transactions of the ASAE**, St. Joseph, Michigan, v. 42, n. 1, p. 37-43, 1999.

SCUDELER, F.; RAETANO, C.G.; ARAÚJO, D.; BAUER, F.C. Cobertura da pulverização e maturação de frutos do cafeeiro com ethephon em diferentes condições operacionais. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 129-139, 2004.

TEIXEIRA, M.M.; RUAS, R.A.; BAESSO, M.M.; MAGNO JUNIOR, R.G. Controle da qualidade de aplicação de fitossanitários nas propriedades agrícolas. **Engenharia na Agricultura. Boletim Técnico**, n. 11, p. 29, 2008.